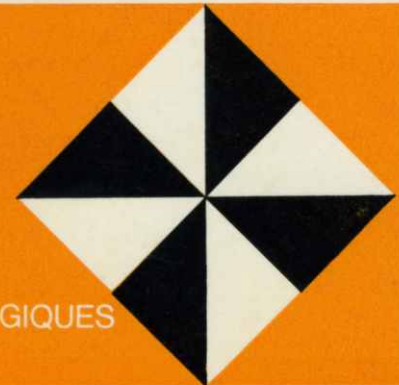


PIERRE MOUNOUD

structuration de l'instrument chez l'enfant

intériorisation et régulation de l'action



ACTUALITÉS PÉDAGOGIQUES ET PSYCHOLOGIQUES

DELACHAUX ET NIESTLÉ

**STRUCTURATION DE L'INSTRUMENT
CHEZ L'ENFANT**

Actualités pédagogiques et psychologiques

*publiées sous les auspices de l'Institut des sciences et de l'éducation
de l'Université de Genève (Institut J.-J. Rousseau)*

Actualités pédagogiques et psychologiques

Chez les mêmes éditeurs :

- Allport G.W. **Structure et développement de la personnalité**
- Baudoin Ch. **L'âme enfantine et la psychanalyse : De l'instinct à l'esprit**
- Lutz J. **Psychiatrie infantile**
- Rey A. **Problèmes du développement mental**
- Schmid-Kitsikis E. **L'examen des opérations de l'intelligence en psychopathologie de l'enfant**
- Zazzo R. **Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant, 2 vol.**

Pierre Mounoud
Structuration de l'instrument
chez l'enfant

Intériorisation et régulation de l'action

Préface de J.-B. Grize

Diffusion en France :

Delachaux et Niestlé, 32 rue de Grenelle, Paris VII

Delachaux et Niestlé éditeurs

Préface

Un privilège des sciences humaines est qu'on y rencontre encore des auteurs qui, tout en faisant part d'une recherche spécialisée, soulèvent en même temps des problèmes très généraux d'une ample portée. Pierre Mounoud est l'un d'eux.

Il part de la question de savoir comment, entre deux et huit ans environ, l'enfant construit et utilise quelques instruments, d'ailleurs fort simples, mais qui doivent lui permettre de résoudre certaines tâches concrètes, comme d'extraire un plot d'un bocal au col étroit ou de déplacer un bloc à l'intérieur d'une boîte à chicanes. On pourrait penser que des problèmes aussi élémentaires sont assez peu propices à des développements importants. Toutefois — et c'est ce qui donne à ce livre sa dimension — c'est le contraire qui se passe. Ceci résulte évidemment de la forme et de la qualité d'esprit de son auteur, mais aussi d'une option fondamentale qu'il a prise.

Certains psychologues distinguent deux sortes d'intelligence : l'intelligence pratique et l'intelligence réfléchie. Même s'ils ne vont pas jusqu'à les opposer entre elles, ils les considèrent néanmoins comme suffisamment distinctes pour les étudier séparément et il s'ensuit que les observations de l'une ne servent que peu à la compréhension de l'autre. Or, Pierre Mounoud, quant à lui, se refuse d'emblée à faire une telle distinction. Pour lui, l'action et la pensée ne sont que deux modes d'interaction entre le sujet et le monde et elles ne peuvent être dissociées que par artifice. On est ainsi conduit dès l'abord à affronter quelques-uns des problèmes épistémologiques les plus importants. Je voudrais en signaler deux : celui de la vérité et celui de la double nature de la connaissance.

Les sujets dont les comportements sont analysés dans cet ouvrage sont placés dans des situations faites pour orienter leur activité vers un but bien déterminé. Celui-ci se traduit donc en échec ou en réussite, ce qui est d'ailleurs indispensable à des âges où les concepts logiques de vrai et de faux n'ont encore aucun statut indépendant (p. 24). Mais, sans pour cela tomber dans un pragmatisme étroit, on peut se demander s'il en va autrement pour les formes supérieures d'intelligence. Bien entendu, lorsque le mathématicien cherche à résoudre un problème, sa réussite prend un sens différent. Il ne la cherche plus dans le monde des objets matériels, mais au sein même du système qu'il construit. Toutefois ce qui sera «vrai» ici, ce sera aussi ce qui réussit, et ce qui sera «faux», ce

qui conduira à l'échec. On saisit alors pourquoi l'auteur est amené à tenir « les épreuves de résolution de problèmes par construction et utilisation d'instruments comme privilégiées pour l'étude de la formation des normes du vrai et du faux » (p. 117). En fait, il ne s'agit de rien moins que de concevoir la cohérence des systèmes de pensée comme une synthèse entre la réussite et la vérité. L'habitude contemporaine de traiter les systèmes formels indépendamment de leurs interprétations pourrait conduire à sous-estimer l'importance de ce qui est déjà ici bien plus qu'une hypothèse de travail. Mais il est assez évident que les travaux qui portent sur la logique naturelle et non sur la démonstration ne peuvent que gagner à développer ce point de vue.

Il est d'autre part possible de se faire de la connaissance des idées assez différentes les unes des autres, mais une chose leur est commune : connaître, c'est toujours connaître quelque chose. Que l'on parle alors d'un aspect fonctionnel et d'un aspect structural (p. 9-10), d'un système de régulations perceptivo-moteur et d'un système de régulations représentatif (p. 107), on distingue toujours deux pôles : celui de l'objet et celui des opérateurs. Cette bipolarité présente toutefois un danger, qui est de procéder à deux études séparées. Et comme nous sommes actuellement beaucoup mieux informés sur les opérations du sujet que sur ses objets, on pourrait songer à étudier maintenant ceux-ci pour eux-mêmes. Mais on court alors deux risques également graves. Pour un sujet donné, les objets sont fonction de l'organisation de ses opérations, de sorte que l'on risque fort de n'apercevoir en eux qu'un reflet, plus ou moins pâle, des structures opératoires en jeu. Ou bien l'on parvient à traiter spécifiquement des objets et, dans ces conditions, la connaissance elle-même échappera, dissoute dans deux mondes étrangers l'un à l'autre. Une fois encore, c'est la volonté de ne pas distinguer deux types d'intelligence qui permet à Pierre Mounoud d'éviter ces écueils et d'avancer dans son projet.

C'est aussi ce qui confère à l'instrument son statut propre, qui est un statut privilégié, celui d'un intermédiaire, ou mieux d'un médiateur. Dans la mesure en effet où « l'instrument apparaît comme une matérialisation du schème » (p. 108), il participe à la fois du pôle objectuel et du pôle opératoire, il est connaissance. Suivre donc les conceptions que l'enfant se fait de l'instrument, c'est suivre l'évolution même de la connaissance. L'auteur s'attache donc à montrer comment, de simple objet associé à la totalité de l'action (1er stade), il se substitue bientôt à ces actions (2e stade), prend ensuite une signification d'ensemble (3e stade), et acquiert enfin une structure autonome (4e stade).

La portée de ce que je ne rapporte que bien schématiquement est considé-

nable. Elle est de nature à éclairer quelques-uns des problèmes les plus essentiels du développement de la science. Je me contenterai d'en signaler deux à titre d'exemples.

Il est assez déconcertant à nos yeux de modernes de constater que tous les chemins qui ont conduit à la science sont passés par la magie, au point que certains rationalistes un peu hâtifs ont pu y voir une aberration de l'esprit. Il suffit cependant d'examiner ce que Pierre Mounoud rapporte du deuxième stade, pour comprendre qu'il s'agissait là non seulement d'une étape importante, mais peut-être d'un passage obligé. Il y a en tout cas, dans la genèse de l'instrument, un moment où « l'action est progressivement déléguée à l'objet qui est censé la réaliser » (p. 74) et j'ajouterai : la réaliser seul. Il n'est dès lors pas étonnant que, transposée dans les pratiques des groupes sociaux, cette vision ait pu donner à croire que certains objets privilégiés ou leurs symboles aient puissance d'agir par eux-mêmes sur la nature et sur des lois. Ce qui est plus important encore, c'est de voir en quoi, chez l'enfant tout au moins, ce stade prépare le suivant, au point qu'il en constitue une condition nécessaire.

Une autre constatation qui ne peut manquer de frapper celui qui se penche sur l'histoire des mathématiques est remarquablement exprimée par A. N. Whitehead. Il écrit dans *La science et le monde moderne* : « Rien n'est plus frappant que le fait suivant : à mesure que les mathématiques atteignaient progressivement des régions d'une abstraction de plus en plus élevée, elles redescendaient vers la terre chargées d'un pouvoir de plus en plus grand pour l'analyse de faits concrets. »¹ Or, ce fait frappant trouve aussi son explication dans le livre de Pierre Mounoud. Il montre en effet que, parce que « l'instrument est simultanément un contenu par rapport aux actions du sujet et une forme par rapport aux objets auxquels il s'applique (p. 15), toute intériorisation des schèmes d'action s'accompagne nécessairement d'une extériorisation correspondante : l'homo sapiens et l'homo faber ne font qu'un. Ceci conduit d'ailleurs non seulement à rapprocher la fonction instrumentale de la fonction mathématique, mais à les faire participer toutes deux de mécanismes communs. « Elaboré par des fonctions constituantes qui confèrent à l'objet les propriétés de l'action, l'instrument réalise finalement des fonctions constituées (p. 31). Il suffit de comparer ceci avec ce que Jean Piaget écrit des fonctions mathématiques dans *Epistémologie et psychologie de la fonction*² pour se persuader une fois de plus de la complète

1. Paris, Payot, 1930

2. *Etudes d'épistémologie génétique*, XXIII, Paris, P.U.F., 1968

identité de l'intelligence sous toutes ses formes d'activités. Je voudrais, pour terminer, faire encore une remarque d'un tout autre ordre. L'ouvrage porte sur la période qui se termine vers sept-huit ans et qui est donc préopératoire. Cela signifie deux choses. L'une est que son importance est décisive pour la compréhension du stade des opérations concrètes, qui est celui des enfants en âge de scolarité. Si l'on veut donc que la coordination des actions des systèmes d'opérations n'apparaisse pas comme une pure émergence, il est absolument indispensable d'en savoir davantage sur le préopératoire. L'autre est que cela est très délicat, dans la mesure précisément où les actions, qui ne sont pas encore des opérations, se laissent mal saisir par les modèles logico-mathématiques dont nous disposons actuellement. Et c'est un des grands mérites de Pierre Mounoud que d'avoir abordé le problème de face et d'avoir su mettre au point des méthodes efficaces pour le faire. En effet, chaque fois que l'on se trouve en présence d'un processus qui passe par certains stades et dont on connaît le terme, on peut choisir entre deux points de vue. Ou bien on étudie chaque étape en la rapportant aux suivantes, ou bien on cherche à dégager le type d'organisation de chacune. Dans le premier cas, on est conduit à insister sur les défauts et les lacunes de ce qu'on observe, dans le second cas sur les aspects positifs, sur les adéquations certes partielles ou locales, mais non moins réelles. Tout l'ouvrage témoigne que son auteur a opté pour cette dernière façon de faire. «Nous nous attacherons, écrit-il, à montrer quelle compréhension et quelle adaptation ces conduites reflètent du point de vue de l'enfant (p. 34), et plus loin, «nous voudrions mettre tout l'accent sur la cohérence de son comportement (p. 73). Cette sympathie de l'auteur — au sens fort du terme — ne contribue pas peu à la réussite de son livre et à l'intérêt que l'on prend à le lire.

Jean-Blaise Grize

Chapitre I

Introduction

Partons, pour introduire notre problème, de l'opposition classique entre fonction et structure, opposition qui n'a pas toujours eu la même signification dans l'histoire de la psychologie¹, et recourons à Piaget qui a concilié par sa théorie ces deux aspects demeurés longtemps antithétiques. L'organisme se caractérisant avant tout par son fonctionnement, le problème était de savoir si ce fonctionnement est déterminé par des structures préalables ou si, au contraire, ce fonctionnement est à l'origine des structures ultérieures ; ou encore de savoir si les organes spécialisés que constituent nos opérations intellectuelles sont le résultat d'un fonctionnement du sujet ou le produit de différenciations successives de structures préexistantes. Le problème peut être tranché de deux manières distinctes, soit en déclarant l'opposition artificielle et en montrant l'impossibilité de dissocier, si ce n'est arbitrairement, structure et fonction, soit en montrant que l'opposition n'est qu'apparente et que les deux thèses sont corrélatives. Ainsi Piaget conclut son ouvrage sur le structuralisme par la formule suivante : «Il n'existe pas de structure sans une construction» et réciproquement.

A partir de ces premières considérations, nous poursuivons trois buts : tout d'abord, situer notre travail dans une perspective génétique qui consiste à voir l'action et la pensée comme des modes d'échange et d'adaptation entre le sujet et le monde extérieur ; ensuite, concilier ainsi les aspects de continuité fonctionnelle et de discontinuité structurale que présente le développement ; enfin, montrer les conséquences méthodologiques et expérimentales entraînées par la prise en considération, soit de l'aspect fonctionnel soit de l'aspect structural des conduites du sujet, malgré l'impossibilité de les dissocier. En effet les différentes catégories d'épreuves utilisées pour l'étude des activités intellectuelles relèvent le plus souvent d'une centration particulière sur l'un de ces deux aspects et, très sommairement, on peut en distinguer deux grandes catégories nettement opposées : celle constituée par ce qu'il

1. Cf. l'opposition entre Dewey et Titchener dans laquelle le structuralisme de Titchener n'était rien d'autre qu'un associationisme analytique ! (Gréco, 1967).

est convenu d'appeler «résolution de problèmes» et qui se centrerait davantage sur l'aspect fonctionnel des conduites, et celle (que l'on appelle épreuves opératoires) qui prennent en considération le point de vue structural des conduites. Conscient de l'aspect trivial d'une telle opposition, nous nous l'autorisons étant donné la confusion qui règne encore actuellement dans toutes les classifications proposées ! En réalité, cette opposition n'existe pas davantage dans la méthodologie expérimentale qu'au niveau théorique, mais l'option du chercheur pour l'une ou l'autre de ces catégories traduit tout de même une certaine intention. Et si toute la catégorie bien mal définie de résolution de problèmes a été momentanément rejetée après une phase prolifique, c'est peut-être au détriment de l'aspect dynamique de l'évolution des conduites et surtout, exception faite pour Piaget, du rôle des activités du sujet. D'autre part, si l'on définit arbitrairement, comme le signale Piaget (1967), l'intelligence par la coordination des moyens et des buts, n'y a-t-il pas intérêt à conserver les résolutions de problèmes ? Si nous parlons de résolution de problèmes comme d'une catégorie définie, nous sommes toutefois conscient de son ambiguïté bien analysée par Gréco (1963). Précisons enfin le regain actuel d'intérêt pour ces épreuves, essentiellement dû à l'importance prise par la théorie des jeux et par la cybernétique.

Les épreuves utilisées dans ce travail appartiennent à cette catégorie de «résolution de problèmes». L'utilisation de ce genre d'épreuves nous a posé un certain nombre de questions qui sont à l'origine de cette étude. Tout d'abord, pourquoi parle-t-on d'intelligence pratique ? Pourquoi certaines de ces épreuves donnent-elles lieu à des réussites si tardives ? Pourquoi s'est-on partiellement désintéressé de toute cette catégorie d'épreuves ? etc. Mais surtout, ce sont les conduites observées qui nous ont le plus surpris. Bien avant d'obtenir des «réussites, nous avons été frappé par l'aspect systématique et par la cohérence des conduites de l'enfant, ce qui nous a conduit à mettre en cause les différentes interprétations données habituellement pour ce genre d'épreuves (essais et erreurs, tâtonnement, etc). Ces questions rejoignaient d'autre part des préoccupations antérieures concernant les conduites du niveau préopératoire que nous avons tendance à considérer comme nécessaires et constructives beaucoup plus que comme des obstacles ou des handicaps à surmonter. Enfin nous avons vu dans ces épreuves la possibilité d'étudier le problème de l'intériorisation des actions, ce qui constitue finalement notre intérêt principal.

C'est alors que s'est posée à nous une question fondamentale : ces épreuves sont-elles représentatives de cette période préopératoire (2 à 7 ans), ce qu'on peut en dégager est-il généralisable, applicable à l'ensemble de l'évolution des conduites de ce niveau ou ne concerne-t-il qu'un secteur isolé des conduites de l'enfant ? Dans la mesure où ces épreuves ne font intervenir que des processus sensori-moteurs et

ne constituent qu'un «décalage en extension» (ou horizontal) elles sont résolues, comme le disait Piaget (1937), «grâce aux instruments préparés par l'intelligence sensori-motrice». Dans cette optique «l'intelligence pratique subsiste sous les réalités verbales et conceptuelles». Cette interprétation rejoint d'ailleurs celle de Rey (1934) qui ne se sentait pas «autorisé à supposer que l'action doive nécessairement se doubler d'une attitude spéculaire». Pour nous, certaines de ces épreuves font intervenir très directement la représentation et nécessitent une structuration opératoire des données pour être résolues ; elles participent donc à l'ensemble du développement préopératoire selon un «décalage en compréhension» (ou encore vertical). Notre projet est donc de caractériser, grâce à l'évolution des conduites dans ces épreuves, l'intériorisation des schèmes d'actions du point de vue de leur coordination générale sur ce nouveau plan (source des opérations logico-mathématiques) et de leur extériorisation ou prise de possession de l'univers physique.

Pour préciser ce projet, nous allons donner un bref aperçu historique des épreuves de résolution de problèmes. Cela nous permettra d'examiner ensuite la nature particulière de l'instrument et d'en proposer une définition ; nous poursuivrons par un essai de classification des types de situations expérimentales d'utilisation et de construction d'instruments. Nous donnerons ensuite un bref exposé du cadre théorique dans lequel nous nous situons, à savoir la théorie des schèmes de Piaget et ses récents travaux sur les fonctions, l'identité et la causalité, afin de pouvoir finalement préciser la portée théorique de nos expériences.

1 Aperçu historique

Comme on le sait, les épreuves de résolution de problèmes ont leur origine dans les études initiales portant sur les singes supérieurs. Au moyen de ces épreuves, on se proposait d'étudier certains comportements simples et avant tout de définir ce qu'est à proprement parler l'intelligence. Introduites par Hobhouse (1901), elles ont été reprises ultérieurement sous divers aspects par Köhler (1917), Guillaume et Meyerson (1930-1937), Klüver (1933), etc. Bien que jamais abandonnées, elles ont été supplantées par les multiples formes de conditionnement, d'apprentissage discriminatif et de formation de concept. Cette supplantation est due en partie à un désir d'investigation plus analytique, mais aussi à l'emprise tenace de l'empirisme.

Signalons toutefois quelques-unes des études plus récentes sur les conduites instrumentales chez les singes : Hayes et Hayes (1952), Schiller (1952), Riesen et coll. (1953), Davis et coll. (1957), Mason et Harlow (1961), etc. Quelques remarques s'imposent ici. Il est frappant de lire dans un ouvrage sur l'orientation des recherches contemporaines concernant le comportement des singes (édité par Schrier, Harlow

et Stollnitz 1965), dans un chapitre sur l'ontogenèse de l'apprentissage de Zimmermann et Torrey, que seules ces épreuves d'instrumentation (avec celles dites de réponse différée et de découverte de lois) évoluent en fonction de l'âge, constatation à la fois déconcertante et rassurante ! Ce qui est plus réconfortant, c'est de relever que ces études ont fait apparaître la prise en considération du rôle du sujet *sous l'aspect général des conduites d'investigation* (Butler, 1965) ; Harlow (1953), qui semble soutenir un point de vue révolutionnaire en déclarant que la conduite peut être motivée par des stimuli aussi bien extéroceptifs qu'intéroceptifs, va déjà dans cette direction lorsqu'il centre finalement son article sur les comportements de curiosité manipulatoire.

Köhler (1917) écrivait dans la conclusion de son ouvrage que de tels problèmes devraient être soumis à l'enfant, ce qui n'a pas tardé à être fait : Lippmann et Bogen (1923) chez des enfants de 6 à 13 ans (extension de la conduite du bâton), Blatz (1929) chez des enfants de 2 à 5 ans (roseaux à emmancher), Gottschaldt (1935) chez des enfants de 2 à 10 ans normaux et arriérés (différentes variétés des conduites de la ficelle), Rey (1934) chez des enfants de 3 à 12 ans, Piaget (1936) durant les deux premières années de l'enfant, etc.

Certains auteurs, comme Maier (1933) et Dunker (1935) en particulier, ont inventé des situations qui divergent davantage des expériences de base. Après cette période de prolifération, féconde en problématiques de toute espèce, on constate une récession dans l'utilisation de ces épreuves. Ce déclin momentané d'intérêt est dû à un souci de dépasser ce qu'on considère comme une appréhension globale du comportement pour passer à un niveau d'analyse considéré comme plus fin. Il faut aussi tenir compte de l'influence considérable qu'a prise alors l'autre courant issu de la psychologie animale, à savoir le conditionnement sous ses formes multiples.

Toutefois, depuis une quinzaine d'années, les épreuves de résolution de problèmes ont repris une importante croissance. Il est frappant à cet égard de constater que d'anciennes épreuves sont reprises telles quelles et que les auteurs n'éprouvent pas toujours le besoin d'en composer de nouvelles. Les perspectives offertes par de nouvelles théories permettent de les réexploiter avantageusement. Cet intérêt nouveau est dû à plusieurs facteurs ; tout d'abord, comme nous l'avons déjà constaté, la prise en considération des activités du sujet, de son expérience antérieure, entraîne les expériences d'Adamson (1952 — reprise des expériences du Dunker), Birch et Rabinowitz (1951 — reprise d'une expérience de Maier), qui centrent leurs études sur le problème de la fixité fonctionnelle ; cette fixité est rattachée aux activités antérieures du sujet. A ce problème de la fixité fonctionnelle correspond celui de la disponibilité des fonctions (availability of functions), c'est à dire de la possi-

bilité pour le sujet de disposer des diverses fonctions que peut remplir un objet relativement ou non à une situation donnée ; on parle également de flexibilité ou de mobilité ; les recherches de Saugstad (1955) et Staats (1957), qui ont repris tous deux d'anciennes expériences de Maier, traitent de ce problème sans parvenir à des résultats convergents. Les tests de dénomination fonctionnelle, dont la technique a été suggérée par Osgood (1953), suscitent l'intérêt de nombreux auteurs : Saugstad (1955), Guilford et coll. (1957), Raaheim (1961), Rey (1964) ; certains ont mis en évidence une forte corrélation entre ces tests et des tests d'intelligence générale. Raaheim (1964), de son côté, a élaboré de nouvelles situations expérimentales en reprenant une problématique soulevée par Dunker (1935) sur le rôle de l'analyse de la situation et du but effectuée par le sujet. Mais il centre par ailleurs toute son explication autour d'une notion empruntée à Bruner, Goodnow et Austin (1956) : l'expérience de l'équivalence ou activité classificatrice du sujet. Mais en dernière analyse, la flexibilité reste, selon Raaheim, la caractéristique primordiale des conduites du sujet dans ce genre d'épreuves ; c'est d'elle que dépend l'expérience de l'équivalence qu'il considère comme le trait fondamental de l'intelligence supérieure. La valeur du travail reste donc essentiellement descriptive.

Une autre source du regain d'intérêt pour les épreuves de résolution de problèmes a été fournie par la *théorie des jeux*. En effet, *le langage des stratégies* se prête particulièrement bien à l'étude de ces problèmes. Citons à cet égard les études de Goldbeck et coll. (1957), faites dans une perspective classique, et Stolurow et coll. (1955) avec prise en considération des coûts et gains ainsi que des probabilités à priori. Signalons dans cette direction l'analyse que donne Bresson (1965) du modèle mathématique proposé par Schützenberger pour les comportements d'atteinte d'un but quand l'information est incomplète, c'est-à-dire quand les situations sont partiellement déterminées. Entre la prévision nulle et la prévision totale, on a des conduites qui peuvent être décrites comme essais et erreurs, et qui évoluent selon l'étendue de la prévision qui est fonction de l'information disponible à chaque instant. A partir de là, on peut définir des stratégies localement optimales ou tactiques, lorsque l'optimum réel est inaccessible. Bresson en conclut que les conduites de solution de problèmes, entre les cas où il n'y a pas de tactique parce que la prévision est nulle et le cas où les tactiques font place à la stratégie parce que la prévision est totale, paraissent dépendre de deux paramètres : 1) le champ de prévision dont l'extension rapproche de l'optimum absolu et 2) la flexibilité du comportement, c'est-à-dire la possibilité de changer de tactique lorsqu'une information apparue au cours d'une tactique lui fait perdre son optimalité locale. Il est frappant de constater l'analogie qui existe entre les paramètres retenus à la suite d'une étude théorique

comme celle-ci et les facteurs mis en évidence par des études expérimentales comme celle de Raaheim (1964), par exemple, qui met tout l'accent sur cette flexibilité. On peut aussi se demander jusqu'à quel point ce paramètre ne recouvre pas la notion de décentration de Piaget. Enfin ces paramètres n'expliquent pas l'apparition de l'information nouvelle, ce qui reste un problème fondamental. Ils ont avant tout une valeur descriptive.

Le rapprochement de cette analyse de certaines considérations de Guillaume et Meyerson est assez amusant ; ces auteurs parlent de méthodes plausibles qui tiennent compte d'un obstacle local et de méthodes correctes qui tiennent compte de l'ensemble de l'obstacle. Et c'est bien là une des valeurs essentielles de leur travail que d'avoir su dissocier le point de vue du sujet de celui de l'observateur.

Enfin la cybernétique et les recherches sur l'intelligence artificielle donnent également un essor nouveau à l'étude des processus de résolution de problèmes. On peut dire que les comparaisons entre le robot et l'être humain ont pris la place des comparaisons entre le singe et le petit d'homme (ce second problème n'a pas pour autant perdu de son intérêt). Telles sont les études poursuivies par Newell, Shaw et Simon (1958, 1960, 1966). Il est curieux de lire dans un article de H.-A. Simon (1966), où il essaie de traduire les structures opératoires de Piaget en termes de processus d'information, l'opposition qu'il établit entre le langage des structures logiques et le langage des programmes, et surtout le caractère plus explicatif attribué au second. Cette opposition tient probablement à l'absence de distinction entre le processus de structuration et le fonctionnement d'une structure, ou alors au fait que tout est vu, par cet auteur, dans une optique restreinte de résolution de problèmes. A ce propos il faut se reporter à l'analyse de Gréco (1963) qui montre comment une situation peut constituer un problème à un certain niveau et plus à un autre. Enfin c'est peut-être l'ordre linéaire de la déduction logique qui est opposé à l'ordre cyclique de la pensée en son fonctionnement ; or Piaget (1967) a clairement montré le caractère conventionnel ou « construit de l'ordre linéaire de la déduction, qui n'est rien d'autre qu'un découpage à l'intérieur d'un ordre circulaire.

On peut citer aussi les recherches de Papert (1963, 1967) sur le génétron. Le problème réside pour lui dans la possibilité de séparer d'un système complexe des sous-systèmes relativement indépendants. Il suffit pour cela, dit-il, que le système soit suffisamment souple et sans trop d'organisation « innée ». A ce bel optimisme on peut opposer les réserves de Minsky (1966) qui déclare qu'aucun programme n'est encore capable de modifier authentiquement sa propre structure de base. Et il parle de la confiance excessive accordée jusqu'alors aux essais et erreurs aléatoires.

De cet aperçu historique ressortent très directement quelques thèmes fondamen-

taux : la flexibilité, la fixité fonctionnelle, la signification et la valeur de ce qu'on appelle habituellement essais et erreurs, le passage d'une structure à une autre, la définition de tactique ou de méthode plausible, de même que l'apparition d'une information nouvelle ou l'extension du champ.

D'autre part, notre intention a été d'apporter un certain éclairage sur quelques tendances qui ont animé l'étude expérimentale et génétique de l'intelligence au moyen de certaines épreuves qui peuvent se grouper sous la dénomination de « *résolution de problèmes pratiques* ».

L'absence de conception claire en la matière est attestée par de nombreux auteurs. Cette confusion semble tenir essentiellement aux limites que comporte encore la définition de l'objet de la psychologie. D'autre part, toute cette catégorie d'épreuves tend encore à être considérée comme sans valeur actuelle pour l'étude des structures opératoires, étude qui nécessite d'autres techniques (Piaget, 1963 ; Gréco, 1963 ; Hatwell, 1966 ; Sinclair, 1967).

2 Nature de l'instrument et types de situations expérimentales

Comme nous avons déjà eu l'occasion de le signaler, les expériences que l'on groupe habituellement sous la rubrique « intelligence pratique » ou « résolution de problèmes pratiques » sont de types très divers et nous ne tenterons pas ici une classification de ces épreuves. Nous nous restreindrons aux situations faisant intervenir des instruments que nous considérerons comme une sous-classe de la précédente. Avant de procéder à un bref inventaire des différents types de situations, examinons la nature exacte d'un instrument. On peut dire pour commencer que l'instrument constitue une sorte d'univers intermédiaire entre sujet et objet, par le fait qu'il s'associe aux actions du sujet qu'il transmet à d'autres objets ; parce qu'il entretient avec les objets (et le contexte de la tâche) auxquels il s'applique des rapports de complémentarité ; et dans le sens où il commence par se substituer à certaines actions du sujet dont il remplit les fonctions. La double complémentarité par rapport aux actions du sujet et aux particularités des objets (et du contexte) justifie bien le statut privilégié que nous lui reconnaissons et qui peut s'exprimer encore différemment en disant que l'instrument est simultanément un contenu par rapport aux actions du sujet et une forme par rapport aux objets auxquels il s'applique.

La signification de l'instrument peut donc être relative :

1. à la situation à laquelle il s'applique (situation assimilée par le sujet à un schème comportemental) ;
2. aux actions auxquelles il s'associe ;

3. aux actions auxquelles il se substitue (par conséquent auxquelles il est assimilé).

Essayons enfin de donner une définition générale et, dans la mesure du possible, opérationnelle de l'instrument, bien que cette tentative soit dangereuse dans la mesure où on aura toujours tendance à l'utiliser comme référence fixe et absolue et par conséquent à caractériser les conduites observées relativement à elle; alors que, comme on peut l'imaginer, il doit exister une conception de l'instrument propre à chaque âge et que c'est par rapport à elle qu'il nous faudrait analyser les conduites du sujet. Si notre travail réussit, nous devrions pouvoir donner par la suite ces diverses conceptions. On appellera instrument tout objet que le sujet associe à son action pour l'exécution d'une tâche. Il prolonge et/ou modifie cette action et présente des caractéristiques qui s'associent simultanément aux actions du sujet et aux objets auxquels il s'applique. A partir de cette analyse on peut distinguer deux grandes catégories d'instruments : a) ceux qui transmettent les actions du sujet (auxquelles ils s'associent) sans les transformer; b) ceux qui les transforment (inversion, démultiplication, etc.). D'autre part il est courant de distinguer les instruments qui sont solidaires de l'objet auquel ils s'appliquent (conduite de la ficelle et du support) et pour lesquels on parle plutôt d'intermédiaire, ceux qui sont assujettis à des liaisons mécaniques et ceux qui sont libres. Quant aux situations expérimentales, on peut en distinguer deux grands types : I l'utilisation, II la construction d'instruments.

I Le premier type : l'utilisation d'instruments, peut se subdiviser en fonction des diverses catégories d'instruments considérés. Pour chaque catégorie d'instruments on peut ensuite varier à l'infini les conditions d'utilisation, comme l'ont fait Guillaume et Meyerson pour la conduite de la ficelle, par exemple. La conduite du bâton a également donné lieu à de très nombreuses variantes et complications pour l'exécution de détour. A propos de ces variations il faut clairement dissocier la part de difficulté inhérente à l'utilisation de l'instrument, de celle liée à la compréhension et à l'organisation des obstacles ou des situations. Or, du point de vue de l'utilisation de l'instrument, ces variantes sont très semblables; elles diffèrent surtout par la complexité des déplacements et des rapports entre les objets. C'est donc bien davantage les possibilités d'organisation et de structuration du milieu qui sont étudiées par ces variantes, que les possibilités instrumentales à proprement parler. Enfin certaines situations nécessitent l'emploi conjugué de plusieurs instruments (caisse et bâton par exemple).

II Le second type de situations : la construction d'instruments, comporte plu-

sieurs modalités assez différentes qu'il s'agit d'analyser.

- 1 Une première modalité est composée de constructions par assemblages d'éléments identiques dans lesquelles la signification du tout est identique à celle des parties : superposition de caisses, emboîtement de baguettes. A propos de ces épreuves une remarque essentielle est à faire : on parlera de construction d'instrument pour autant que la construction soit entreprise dans le but précis de son utilisation, faute de quoi on ne parlera que de construction. A ce propos P.-H. Schiller (1952) a fait une expérience décisive avec un singe qui réussit, dans ses activités spontanées, l'emboîtement de deux baguettes en 5 minutes. L'introduction de nourriture comme but à atteindre perturbe complètement ce comportement qui n'a alors été réussi qu'après 46 minutes. On peut se demander si la réussite obtenue après 46 minutes n'est pas partiellement fortuite en ce sens que les deux conduites requises seraient sans lien entre elles du point de vue du sujet. Ainsi l'animal, après un certain nombre d'essais infructueux relatifs à l'obtention de nourriture, s'en désintéresserait. Ses activités l'amèneraient ultérieurement à emboîter les bâtons. Une fois cet emboîtement réalisé, il saisirait la fonction que peut remplir le nouvel objet.
- 2 Une seconde modalité consiste en modification ou rectification d'un objet. Une des épreuves de Köhler nécessite le redressement d'un fil de fer courbé. Dans celle de Guillaume et Meyerson, il faut déplier un bâton articulé. Un chimpanzé de Köhler a réussi l'épreuve, Guillaume et Meyerson n'ont pas enregistré de réussite. Notons toutefois qu'il ne s'agit toujours que de la conduite du bâton. Rey (1934) a composé une épreuve qui nécessite le cheminement inverse : il faut recourber une tige de fer pour confectionner un crochet. Malgré l'analogie, l'épreuve est assez différente : un fer courbé peut toujours être appréhendé fonctionnellement comme un bâton, et le décourber ne modifie pas sa fonction; alors que recourber un fer pour obtenir un crochet revient à lui attribuer une signification nouvelle dont il aura fallu anticiper la nécessité.
- 3 Une troisième modalité est composée, comme la première, de constructions par assemblages d'éléments, mais la signification du tout diffère cette fois de celle de ses parties et par conséquent les parties ne prennent leur signification que par rapport au tout. On peut encore subdiviser cette troisième modalité en deux catégories : a) les éléments sont tous identiques, et b) les éléments sont différents. Les deux épreuves principales utilisées dans notre travail représentent chacune l'une de ces modalités.

Nous aimerions insister, après cet essai de classification, sur la différence fonda-

mentale qui existe, selon nous, entre les deux grands types de situations envisagées (utilisation et construction).

L'utilisation d'un instrument nécessite une coordination entre moyen et but, et dans la mesure où elle fait intervenir la représentation, c'est dans des proportions beaucoup plus restreintes que pour la construction qui, elle, nécessite une intériorisation des conduites plus poussée. Dans le premier type, le sujet utilise des liaisons qui lui sont données et dont il n'a pas besoin de comprendre la nécessité, alors que pour la construction, les liaisons doivent être élaborées. En cas de simple utilisation, les fonctions remplies par l'instrument n'ont pas besoin d'être dissociées de celles effectuées directement par l'action, le contrôle perceptivo-moteur est suffisant ; en revanche, en cas de construction, une fonction précise devra être attribuée à l'instrument, fonction qui définira simultanément l'instrument et les éléments mis à disposition pour sa réalisation. Ces démarches ne peuvent évidemment se faire qu'au niveau représentatif ; elles nécessitent donc la prise de conscience et l'intériorisation des schèmes, ce que nous espérons avoir déjà partiellement justifié par cette analyse.

3 La théorie des schèmes de Piaget

La donnée de base de la théorie de Piaget consiste à dire que pour connaître les objets, le sujet doit agir sur eux. Mais en quoi consiste cette action : Piaget dit tout d'abord que l'action est, de façon nécessaire et indissociable, une action sur l'objet et qu'elle trouve en lui un répondant causal qui réagit constamment, ce qui signifie en d'autres termes qu'une action n'est jamais sans effet. L'effet constitue ce qu'on peut appeler un état final, ce qui permet de définir l'action comme la transformation d'un état initial en un état final. On voit ainsi comment l'action fait intervenir les objets et le sujet d'une manière indissociable ou encore comment, par l'action, sujet et objet interagissent. De cette interaction découle une double organisation : la coordination des actions et la mise en relation des objets. Ces deux organisations sont solidaires. A partir de là, nous pouvons définir ce que Piaget appelle le schème d'une action : « Nous appelons schème d'une action ce en quoi une action est répétable, transposable ou généralisable, autrement dit sa structure ou forme par opposition aux objets lui servant de contenus variables. Mais, sauf dans le cas des comportements héréditaires, cette forme n'est pas constituée préalablement à son contenu, elle s'élabore en interaction avec les objets auxquels s'applique l'action en formation... par dissociation de ce qui relève de l'objet et de ce qui relève de son action en tant que transformation précisément » (Piaget, 1968, p. 205). Il faut préciser qu'à ce niveau, forme et contenu ne sont donc pas dissociés.

Pour bien comprendre cette notion, on pourrait définir le schème d'une action comme étant simultanément le produit d'une activité structurante antérieure, la structure de l'activité en cours et l'élaboration des structures ultérieures. Piaget exprime cette idée de la manière suivante : « Les schèmes sont le produit d'une activité continue qui leur est immanente et dont ils constituent les moments successifs de cristallisation... l'activité ne fait qu'un avec les schèmes eux-mêmes ; mais les schèmes se détachent peu à peu de l'activité organisatrice qui les a engendrés » (Piaget, 1936, p. 339) et ailleurs : « L'assimilation est construction de structures en même temps qu'incorporation des choses à ces structures » (Piaget, 1936, p. 364).

Ce qu'il faut définir à ce niveau d'analyse, c'est le processus qui relie le fonctionnement d'une structure et la structuration elle-même. Il faut le chercher, nous dit Piaget, dans la direction des autorégulations ou équilibrations actives. En fait il s'agit de *processus de corrections et de contrôles* appelés aussi processus rétroactifs qui consistent « à informer un système en action sur le résultat de ses actions et à les corriger en fonction des résultats obtenus » (Piaget, 1965, p. 250). Cette nécessité de correction, s'il est besoin de le préciser, provient du fait qu'« une forme est bonne relativement aux données qu'il s'agit de systématiser » (Piaget, 1936, p. 345). C'est ainsi que les schèmes initiaux constituent des bonnes formes relativement à un univers donné qui est très restreint. Dans la mesure où ces schèmes s'appliquent à un univers plus large en s'incorporant de nouveaux objets, il y a nécessité de correction. Et c'est cette correction même qui est la source de la structuration en cours. Les régulations contribuent simultanément à maintenir et à modifier l'équilibre relatif d'une organisation. Il s'agit là d'une formulation différente du processus d'accommodation et il n'est peut-être pas inutile d'en donner une version plus classique (bien que contemporaine) : "Un élément nouveau est assimilé s'il est intégré dans le cycle de l'organisation sans le détruire ; mais en s'intégrant, l'élément nouveau peut modifier le cycle d'organisation (schème) : on dit alors qu'il y a accommodation du cycle d'assimilation » (Piaget, 1967, p. 201).

Toutefois ce processus régulateur peut se présenter sous diverses modalités. Piaget en distingue deux types extrêmes entre lesquels on peut imaginer tous les intermédiaires possibles : le type inférieur, qui est celui que l'on a décrit ci-dessus et qui porte sur le résultat ou l'effet obtenu (il peut être décrit comme assurant une semi-réversibilité aux conduites) ; et le type supérieur, qui consiste à prévoir, à organiser l'expérience et réalise ainsi ce que l'on peut appeler une précorrection.

Ces processus nous permettent maintenant de définir sans difficulté deux notions fondamentales et très controversées, à savoir le *tâtonnement* et l'*expérimentation*. Elles peuvent être considérées comme deux variétés de régulations. Dans *La nais-*

sance de l'intelligence, Piaget écrivait, en commentant Claparède : «Le tâtonnement est l'expression même de la réorganisation en cours et du dynamisme dont les schèmes sont le produit statique... il suppose un processus permanent de correction et de contrôle actif.» Dans *Biologie et connaissance*, il dit : «Le tâtonnement consiste en régulations successives s'enchaînant selon la ligne d'une équilibration.» Quant à l'expérimentation, elle correspond au type supérieur de régulation qui a été défini comme organisation de l'expérience. Piaget écrit à ce propos : «Le contrôle devient expérimentation, il consiste à confronter une prévision avec une constatation» (Piaget, 1936, p. 344) ; il parle ailleurs de «l'activité expérimentale ou accommodatrice» (Piaget, 1937, p. 311). En aucun cas, il ne faut voir d'opposition entre tâtonnement et expérimentation ; à la limite même, on pourrait dire que la distinction est arbitraire ou encore que les deux termes sont identiques, soit en prenant le tâtonnement pour une expérimentation en action, soit en considérant l'expérimentation comme contenant des tâtonnements intériorisés.

C'est ainsi qu'à partir des schèmes réflexes initiaux, on voit s'édifier une succession de conduites sensori-motrices de plus en plus complexes dont les deux principes généraux sont : l'accommodation des schèmes d'assimilation conduisant à leur différenciation et l'assimilation réciproque des schèmes conduisant à leur coordination. Il s'ensuit à la fois un affinement dans l'enregistrement et un affinement dans les schèmes de réactions.

Ces éléments de base nous permettent de comprendre *l'extension croissante du milieu* (l'ensemble des objets extérieurs sur lesquels porte l'action) que le sujet appréhende au moyen des formes construites par ses instruments ou organes de connaissance. Comme on le voit, il s'agit d'un système ouvert dont l'organisation progressive l'amènera à une fermeture qui sera caractérisée par une structure d'ensemble. On peut dire que ces nouvelles formes de comportement prolongent celles des organes selon ce que Piaget appelle, en biologie, *une reconstruction convergente avec dépassement*.

C'est une reconstruction semblable qui va caractériser le passage des schèmes sensori-moteurs à la représentation. Le système d'ensemble du stade sensori-moteur, en même temps qu'il circonscrit un certain milieu, donne accès (par la fonction symbolique) à un milieu plus large qui nécessitera à son tour une nouvelle adaptation, ou encore une nouvelle reconstruction convergente avec dépassement, que Piaget appelle, à partir de ce niveau, l'abstraction réfléchissante. Ces reconstructions impliquent une analogie des processus formateurs et une origine commune.

L'apparition de la représentation va permettre la dissociation entre les formes et les contenus. Alors qu'au stade sensori-moteur l'activité ne fait qu'un avec les

schèmes eux-mêmes, aux stades ultérieurs, les schèmes représentatifs se détachent, se dissocient de l'activité. Cette dissociation entraîne celle des formes elles-mêmes de comportement du niveau antérieur en deux directions *complémentaires* «d'une part, une direction d'extériorisation ou d'accommodation au milieu, c'est-à-dire d'apprentissage, d'expérience et de connaissances physiques ; d'autre part, une direction d'intériorisation ou de structuration formelle» (Piaget, 1967). Seulement, avant que soit possible le jeu déductif des opérations, l'expérience joue simultanément un rôle nécessaire pour les deux directions. Et c'est précisément grâce à l'expérience et par abstraction réfléchissante que se constitueront les structures logico-mathématiques au sens strict de ce deuxième niveau. Au fur et à mesure que ces cadres logiques s'élaborent, ils sont utilisés dans la direction d'extériorisation par prise en considération des aspects dynamiques de l'action et donnent naissance aux connaissances physiques. Piaget déclare toutefois que les connaissances logico-mathématiques deviennent rapidement indépendantes de l'expérience.

Il est temps maintenant de mieux définir ce processus d'*abstraction réfléchissante*. Nous avons vu précédemment que ce processus n'était qu'un cas particulier du processus plus général de reconstruction convergente avec dépassement qui correspond en partie, dit Piaget, au processus neurologique d'intégration hiérarchique décrit par Jackson et Sherrington.

Selon Piaget, ce processus consiste «en premier lieu à dissocier d'un ensemble d'actions l'une d'entre elles (à prendre conscience de son existence), c'est-à-dire à remarquer son intérêt possible alors qu'elle avait été négligée... En second lieu, il s'agit de «réfléchir» (au sens physique du terme) l'action remarquée en la projetant sur un nouveau plan (la pensée par opposition à l'action)... En troisième lieu il s'agit de l'intégrer en une nouvelle structure, c'est-à-dire de construire celle-ci ; mais ce n'est possible qu'à deux conditions : a) la nouvelle structure doit être une reconstruction de la précédente (sinon il n'y a ni cohérence ni continuité) et b) elle doit aussi élargir la précédente en la généralisant par combinaison avec les éléments propres au nouveau plan de réflexion (sinon il n'y aurait aucune nouveauté, aucun dépassement)... Cette troisième étape caractérise une «réflexion, mais cette fois au sens psychologique du terme, c'est-à-dire un remaniement par la pensée d'une matière antérieure fournie à l'état brut ou immédiat (Piaget, 1967, p. 366).

Si l'on regarde attentivement les diverses définitions que Piaget donne de l'abstraction réfléchissante, il est intéressant de noter qu'il parle tantôt d'action (comme ci-dessus), tantôt des résultats de l'action, tantôt des caractères de l'action, tantôt encore des propriétés ou des formes de l'action, enfin des liaisons propres à l'action.

Piaget oppose ce processus d'abstraction réfléchissante à l'abstraction simple

(empirique, aristotélicienne) qui consiste à dissocier les qualités d'un objet et à retenir l'une d'entre elles en écartant les autres ou encore à tirer d'une classe d'objets leurs caractères communs. Dans ce cas, la connaissance est tirée de l'objet, elle recouvre ainsi tout ce que Piaget groupe sous le terme d'expérience physique, alors que dans l'abstraction logico-mathématique, la connaissance provient de l'action et l'on parle d'expérience logico-mathématique.

Le processus d'abstraction réfléchissante convertit donc l'organisation des schèmes d'action en une organisation des opérations logico-mathématiques au sens strict, qui apparaissent autour de 7-8 ans. Ces opérations se définissent comme des actions intériorisables et réversibles, coordonnées en un système d'ensemble. Il nous reste à examiner maintenant comment se caractérise la période transitoire ou préopératoire qui sépare ces deux organisations.

Les trois obstacles essentiels que Piaget envisage pour ce passage sont : 1) la nécessité de reconstruire sur le plan de la représentation ce qui était acquis sur le plan de l'action ; 2) la décentration que doit effectuer le sujet sur ce plan de la représentation ; 3) la coordination au niveau des échanges interindividuels ou sociaux. Il va donc de soi que cette intériorisation de l'organisation sensori-motrice et la cohérence à laquelle accède alors l'enfant ne résultent pas sans plus d'un «éclairage par la conscience» (Inhelder et Piaget, 1959, p. 286), mais que ces reconstructions et décentrations ont à nouveau leur origine dans les régulations rétroactives et anticipatrices qui définissent le facteur primordial de l'évolution : l'équilibration. «L'équilibre nécessairement «mobile» sera atteint lorsque... le sujet pourra anticiper non seulement le déroulement direct des étapes à exécuter mais aussi le déroulement de ces étapes en sens inverse, c'est-à-dire que sera constitué le système réunissant en un seul tout les anticipations et les rétroactions promues au rang d'opérations directes et inverses» (Inhelder et Piaget, 1959, p. 287).

4 Développements récents de la théorie de Piaget

Piaget s'est intéressé dernièrement à l'étude des fonctions et de l'identité. Il a été amené par ces études à mettre l'accent sur les caractéristiques positives de la période préopératoire (2 à 7 ans). Ces caractéristiques sont les fonctions constituantes et les diverses formes d'identité qualitative dont les premières sont celles de l'objet, du corps propre et du corps d'autrui. A partir de ces données, Piaget et Grize

(1968) ont défini une certaine logique préopératoire appelée logique des fonctions¹. Cette logique, dit Piaget, ne constitue que l'une des deux moitiés de la logique opératoire par le caractère orienté (à sens unique) des fonctions (correspondance «plusieurs à un» et non «un à plusieurs») lié à l'absence de réversibilité. Cette logique rend compte du primat si général de la notion d'ordre entre 4 et 7 ans. Mais ce qui nous intéresse ici, c'est la réalité psychologique recouverte par ces notions. Les fonctions constituantes, dit Piaget, expriment la dépendance du résultat d'une action par rapport à cette action elle-même. (L'action, précise-t-il, comporte un ensemble de dépendances ordonnées : entre les conditions de son effectuation et ses résultats, entre les objets servant de moyens et les objets terminaux ou entre une action et la suivante, etc.) Les fonctions résultent donc de l'application de schèmes aux objets, cette application revient à construire ou à utiliser des dépendances. Les fonctions ne relient pas les objets comme tels, mais leurs propriétés, et en ce sens, elles sont génératrices de classes d'équivalence. Cela revient à souligner l'importance de la «compréhension d'une fonction par opposition à son extension. Les fonctions constituent la source commune des opérations et de la causalité puisqu'elles précèdent des actions qui comportent toujours un aspect dynamique et causal et un aspect d'organisation structurale. Les dépendances relatives aux actions effectives du sujet sont la source commune des dépendances notionnelles et des dépendances physiques. Enfin le statut de la fonction est comparable à celui de l'espace dans le sens où les relations spatiales peuvent être tirées des objets par abstraction simple ou physique ou construites par abstraction réfléchissante à partir des coordinations générales de l'action. Nous voyons comment les conduites instrumentales que nous allons étudier font intervenir des dépendances de toute espèce : dépendances entre les déplacements de l'objectif et ceux de l'instrument, entre l'action du sujet et les déplacements de l'instrument, entre les propriétés de l'instrument et le dispositif, entre les diverses parties de l'instrument, entre des instruments à choix, etc. Quant aux identités qualitatives, Piaget les considère comme le produit de synthèses qui consistent à réunir les «appartenances qualitatives.» jugées constitutives de l'objet, donc essentielles, et à les dissocier des caractères non constitutifs de l'objet, appelés ses accidents ou changements accidentels ou propriétés variables. L'évolution de l'identité se caractérise par une diminution progressive d'extension sous le double effet de l'attention portée par l'enfant aux différences objectives et de la construction

1. On appelle fonction une application orientée (ou un ensemble de couples ordonnée, etc.) dont le caractère essentiel est l'univocité à droite, c'est à dire dans l'ensemble sur lequel est transporté l'ensemble source. Les fonctions comportent des structures de catégories. Une catégorie est un ensemble d'objets et de morphismes.

graduelle des relations quantitatives à partir des seules qualités et de leur variation intensive. L'identité joue donc un rôle fondamental dans la logique des fonctions en tant que trait d'union entre une compréhension prépondérante et une extension naissante. Piaget précise bien que les conservations ultérieures, ou invariants quantitatifs, auxquelles parvient l'enfant, ne dérivent pas des identités qualitatives puisque les conservations résultent d'une composition des transformations, alors que les identités ne reposent que sur une dissociation qui consiste précisément à éliminer les transformations. Pour terminer nous mentionnerons les distinctions introduites par Piaget entre différents types d'actions à propos de son étude actuelle de la causalité. Il oppose les actions qui donnent lieu à un réglage actif à celles qui ne donnent lieu à aucun réglage actif (l'audition, par exemple). Cette distinction nous intéresse directement, étant donné que Piaget cite l'action instrumentale comme un cas particulièrement net d'actions avec réglage actif qui provoquent une prise de conscience adéquate dans le détail des séquences en jeu. Les diverses relations sont comprises par le sujet grâce à ses propres tâtonnements, autrement dit en liaison avec une régulation continue de ses propres actes. Toutefois, précise Piaget, ces réglages peuvent n'être que le produit d'imitation avec régulations de copie et ne pas conduire à la découverte des relations impliquées dans certaines situations.

5 Portée théorique de nos expériences

Au terme de cette introduction, nous sommes en mesure de mieux préciser pourquoi les expériences de résolution de problèmes par la construction et l'utilisation d'instruments nous paraissent un domaine expérimental privilégié pour l'étude du processus de l'abstraction réfléchissante :

— Tout d'abord parce que ces épreuves situent le sujet dans un contexte fonctionnel où l'activité du sujet est orientée vers un but qui se traduit en échec ou réussite. Insistons bien sur ce point, car comment pourrait-on le confronter valablement à des épreuves basées sur les critères logiques du vrai et du faux que l'enfant ne possède pas encore à ce niveau ? Et surtout comment ces épreuves rendraient-elles compte de l'aspect de construction et d'organisation de la structure ultérieure, puisque l'enfant ne peut pas être informé sur la valeur de sa conduite ?

— Ensuite par l'accès direct que ces épreuves permettent d'avoir sur les mécanismes de régulations, par les corrections que le sujet apporte à ses constructions (les mécanismes n'ont par conséquent pas besoin d'être postulés).

— Egalement par la nature particulière de l'instrument qui, rappelons-le, entretient une complémentarité simultanément par rapport aux actions du sujet et par rapport aux objets auxquels il s'applique.

— Enfin par les rapports étroits que ces épreuves comportent entre actions, représentations et opérations.

Toutefois, pour déceler au moyen de ces épreuves une évolution génétique qui fournisse autre chose qu'une sorte de « précipité ou « résidu dont on ne parvient pas à dégager les éléments constructifs, certaines précautions sont nécessaires. De nombreuses situations expérimentales peuvent être considérées comme des « problèmes pièges, quelques-unes le sont volontairement à des fins précises, d'autres le sont indépendamment des intentions de l'auteur par ce qu'on peut appeler des impuretés expérimentales (situations « invraisemblables, indétermination trop grande de la tâche, difficultés inadéquates au niveau du sujet, etc.). Or si toute situation expérimentale présente un intérêt, il faut encore qu'il corresponde à celui du chercheur ! Et dans l'état actuel des connaissances psychologiques, on a avantage à partir de situations aussi épurées que possible, à moins que l'on ne désire se convaincre seulement de l'existence d'un développement ! Ces considérations rejoignent partiellement celles de Gréco (1963) (bien qu'il parle, lui, d'études synchroniques et non diachroniques comme nous) lorsqu'il déclare que « l'apprentissage expérimental d'une tâche, choisie assez complexe ou définie assez mystérieusement pour justement donner lieu à apprentissage, peut ne fournir aucune information quant aux structures intellectuelles à utiliser, et même donner quelques idées fausses sur la formation des structures ».

C'est pour éviter ces écueils que nous avons élaboré (ou repris) des situations simples, qui font intervenir de façon sélective certains schèmes d'actions très généraux (préhension, détour) dont on connaît le développement ainsi que la nature de l'organisation à laquelle ils parviennent à la fin de la période sensori-motrice (Piaget, 1936, 1937). Ces schèmes sont utilisables par l'enfant pour assimiler les situations au moyen de ses comportements mêmes. Mais nos situations empêchent une réalisation exclusivement agie et nécessitent une conceptualisation. Or, aux âges que nous étudions (4-8 ans), l'enfant est précisément en train d'élaborer ses « instruments conceptuels, élaboration qui correspond à l'intériorisation de ses schèmes sensori-moteurs.

En guise d'introduction aux expériences, examinons les différents niveaux d'organisation que nécessite l'exécution d'une tâche, selon les modifications qu'on y introduit.

Prenons comme exemple la tâche qui consiste à sortir un objet d'un récipient. En général une telle situation comporte plusieurs modalités d'exécution (renverser le récipient, le casser, etc.). Mais nous laisserons volontairement de côté les problèmes posés par le choix entre plusieurs types de conduites. Aussi imaginons que la situation

se présente de telle sorte que tous les sujets doivent se comporter de la même façon : plonger le bras dans le récipient et prendre l'objet ; il s'agit là d'une série d'actions coordonnées. On peut dire par conséquent qu'au niveau de développement où les actions du bébé ne sont pas encore coordonnées, la tâche constitue pour lui un problème ; alors que l'exécution sera immédiate et ne posera plus aucun problème lorsqu'il sera parvenu à une coordination suffisante de ses actions.

Dans la mesure où l'on introduit alors des obstacles qui empêchent la réalisation de ce comportement (en rétrécissant par exemple l'orifice du récipient) et où l'on fournit au sujet un instrument adapté à la tâche (un crochet, en supposant que l'objet à extraire soit surmonté d'une boucle), on pourra à nouveau distinguer deux niveaux d'organisation (différents des précédents) tels que pour le premier la tâche soit problématique et plus pour le second. Précisons qu'à partir de 2 ans une telle situation ne pose plus de problème à l'enfant, et que par conséquent l'organisation sensori-motrice suffit.

Enfin si l'instrument n'est pas donné au sujet et qu'il doit l'anticiper ou le construire à partir d'éléments qui, eux, sont donnés, c'est une organisation d'un niveau supérieur qui sera nécessaire pour que la tâche soit à nouveau réussie d'emblée ; plus précisément il faudra que le sujet soit capable d'une conceptualisation. Tel est le niveau de difficulté auquel se situent nos expériences.

A chaque niveau où la résolution constitue un problème, on caractérise habituellement les conduites observées d'«essais et erreurs ou de «tâtonnement. Nous ne reprendrons pas à leur sujet les controverses «spéculativement un peu vaines bien qu'historiquement fécondes comme dit Gréco (1967) et nous nous placerons d'emblée dans la perspective des mécanismes de régulations dont ces conduites traduisent le fonctionnement¹.

1. Nous tenons à exprimer ici toute notre reconnaissance à Mlle Thérèse Inglin et à Mme Christiane Widmer qui ont eu l'obligeance de déchiffrer et de dactylographier notre manuscrit.

Chapitre II

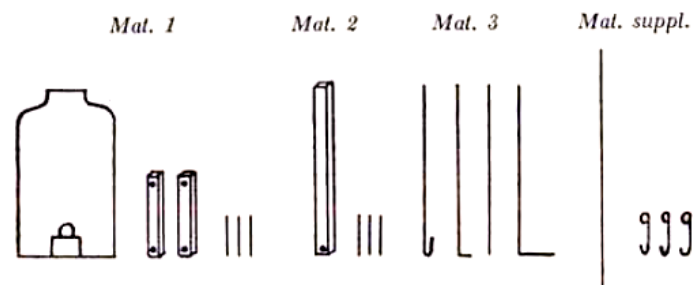
Constructions de crochets. Le bocal

La première expérience utilisée pour vérifier nos hypothèses n'est pas nouvelle. Nous avons repris le matériel d'une épreuve de Rey intitulée «Choix et confection d'instruments¹, dont il avait fait une première étude dans sa thèse. Ce matériel a déjà été réutilisé par Bussmann (1946) pour son étude du transfert. Par conséquent il peut paraître prétentieux d'avoir voulu reprendre à notre tour cette épreuve. Toutefois nous l'avons fait dans l'esprit de Guillaume et Meyerson lorsqu'ils ont repris certaines épreuves de Köhler ; ils voulaient étudier la nature des difficultés rencontrées par les singes dans leurs tentatives d'exécution, plus que leur possibilité de réussite. C'est ainsi que nous n'avons pas comparé les conduites obtenues avec les conduites attendues, mais essayé de dégager les organisations dans lesquelles elles s'insèrent pour en comprendre la signification. Alors que chez les singes l'organisation ne peut être qu'inférée à partir des conduites observées, avec l'enfant il est possible d'obtenir des anticipations et des justifications qui facilitent l'interprétation. Il est surprenant à cet égard que les études antérieures sur l'enfant n'aient pas exploité davantage ces possibilités (tout particulièrement les anticipations), d'autant plus que Bussmann en éprouvait la nécessité pour trancher entre certaines de ses hypothèses.

L'épreuve consiste à construire un instrument du genre crochet à partir de différents matériels pour sortir d'un bocal d'étroite embouchure un petit plot surmonté d'un anneau. Les matériels sont présentés aux sujets dans un ordre de complexité décroissante.

Le premier matériel (Mat. 1), donc le plus complexe, est constitué par deux baguettes égales (10 cm chacune) atteignant ensemble la hauteur du bocal (20 cm) et percées latéralement de petits trous à chaque extrémité et de trois fils métalliques souples (5 cm chacun). La solution consiste à attacher les deux bâtons au moyen d'un des fils de fer et à fixer un deuxième fil de fer à l'extrémité inférieure en le recourbant convenablement, de façon à pouvoir crocher le plot par son anneau.

1. Rey A., Six épreuves au service de la psychologie clinique



Le second matériel (Mat. 2) est constitué par une baguette de même hauteur que le bocal, percée latéralement d'un petit trou à une de ses extrémités et des trois fils métalliques souples du matériel 1. La solution consiste à fixer un fil métallique à l'extrémité du bâton en le recourbant convenablement.

Le troisième matériel (Mat. 3) est composé de quatre tiges métalliques rigides de même hauteur que le bocal. Trois tiges ont leur extrémité recourbée mais chacune différemment, une seule est adéquate. La quatrième tige est toute droite. Il ne s'agit donc pas de construire mais de choisir un instrument et de l'utiliser.

Des matériels supplémentaires ont été parfois utilisés comme compléments. Le matériel A est une longue tige métallique malléable; on montre aux sujets qu'on peut la plier. Le matériel B est composé de trois petits crochets qu'il faut mettre en chaîne (utilisé par Bussmann).

L'expérience se déroule comme suit en trois étapes :

1. Le bocal contenant le plot surmonté d'un anneau est présenté seul. On demande au sujet d'anticiper les moyens permettant de sortir le plot. La moitié des sujets seulement ont passé par cette première étape, de façon à pouvoir contrôler le rôle éventuel de ces anticipations sur les réalisations ultérieures.
2. On présente ensuite successivement les différents matériels (dans l'ordre 1-2-3) jusqu'à ce qu'on obtienne une réussite.
3. Après la réussite on présente à nouveau au sujet les matériels avec lesquels il n'est pas parvenu au but (dans l'ordre 3-2-1).

Pour les étapes 2 et 3 on demande aux sujets d'expliquer les raisons de leurs échecs ou de leurs réussites.

Nous allons commencer par analyser séparément la première étape appelée «anticipation des moyens».

1 Anticipation des moyens

L'analyse des moyens anticipés par les enfants pour la réalisation de l'épreuve nous paraît essentielle pour comprendre ultérieurement la signification de leurs conduites. En effet, comme nous allons le voir, des catégories très différentes d'instruments ont été proposées par les enfants. Si on peut faire l'hypothèse que l'instrument anticipé reflète les schèmes auxquels l'enfant assimile la situation, il y a pourtant la possibilité de se méprendre sur la signification de ces instruments si on n'examine pas avec assez d'attention la relation que l'enfant établit avec l'instrument. En effet, ces catégories définissent chacune des relations différentes entre le sujet et les objets. Si on imagine, comme nous l'avons fait un temps, que la réalisation de la tâche s'arrête à l'instrument anticipé, on commet des erreurs. Il faut aussi tenir compte de l'utilisation que le sujet veut en faire, c'est-à-dire de la part de la réalisation qui revient à ses actions (ce que l'enfant n'exprime pas toujours spontanément). Rappelons que l'instrument ne résout pas plus le problème posé qu'il ne transmet seulement l'action; s'il transmet l'action, il la transforme et la réalise partiellement. Par conséquent, dans les anticipations, ce n'est pas seulement les catégories d'instruments qui changent mais aussi le pouvoir que l'enfant leur attribue et celui qu'il attribue à ses actions. Examinons donc de ce double point de vue l'évolution des anticipations :

Dans la *première catégorie*, il s'agit d'instruments du type bâton. La fonction qui relie l'instrument à l'action est celle de prolonger. Ce n'est pas pour autant le seul but que se propose de réaliser l'enfant. Il a parfaitement compris la consigne et a bien l'intention de sortir le plot. Si le but attaché à l'instrument est d'atteindre l'objectif, le reste de l'exécution incombe à l'action. Le rôle de l'instrument est donc minime par rapport à celui de l'action, ce qui suppose un haut pouvoir de transmission de l'instrument. En fait nous parlerons dans ce cas de transmission directe ou absolue, tout d'abord parce que l'enfant ne dissocie pas son action de celle du bâton, ensuite parce que son action n'est pas conceptualisée. L'enfant est bien capable de faire le geste, mais il correspond à un schème complexe ou unité comportementale dont il ignore la composition. La décomposition de ce schème de préhension caractérisera précisément l'évolution de l'instrument. A ce niveau l'instrument ne remplit que la fonction d'un bras (qui fait d'ailleurs partie de ce schème complexe de préhension).

La *deuxième catégorie* est composée d'instruments du type pelle, cuillère (Dri 4;7 / Ade 5;1 / Mos 5;4 / Sta 5;6). Après le prolongement, c'est la préhension elle-même qui est attribuée à l'instrument mais de façon globale, tout d'abord à la manière d'une main non articulée. Dans la mesure où le schème de préhension

est décomposé et appliqué à l'objet, le pouvoir de l'action est du même coup attribué à l'objet et le rôle du sujet en diminue d'autant ; la transmission absolue du départ disparaît progressivement. La prise de conscience de l'action propre ne semble possible que grâce à cette double démarche d'application et d'attribution. On pourrait également parler d'une désolidarisation de son action. Cette démarche trouve son apogée dans des anticipations où tout se passe comme si l'instrument réalisait entièrement l'épreuve. Les seules attaches qui subsistent entre le sujet et sa production sont le manche ou la poignée « pour tenir. Il s'agit de cas limites dont on aurait pu constituer une catégorie séparée mais qui ne diffèrent pas essentiellement de la deuxième. Ces sujets anticipent des crochets ou des pinces qui réalisent l'action d'attraper (Phi 5;2 / Cri 5;4 / Yve 5;7 / Tin 5;2). La main non articulée des anticipations précédentes s'articule et reproduit la pince digitale. Citons le cas de Lio (5;0) qui anticipe une « pêche (= canne à pêche) et se fait une idée très particulière de cet exercice « le poisson se croche par le petit crochet. »

Prolongeant directement ces deux premières catégories, les deux suivantes en diffèrent pourtant considérablement. Alors que l'application des schèmes a donné naissance à un instrument plurifonctionnel, reproduisant la succession des actes qui composent le schème de préhension, il va, grâce à l'intériorisation des actions, perdre les traces de sa genèse pour devenir un tout ayant des propriétés indépendantes de l'action et pouvant par conséquent la transmettre.

La *troisième catégorie* est constituée par des instruments du type pince. Si on laisse de côté la transformation de la force qui n'est naturellement pas envisagée par ces enfants, ce type d'instrument effectue simultanément la même action que celle qu'on lui imprime ; de ce point de vue c'est un cas de transmission idéale. L'action propre retrouve ainsi une place prépondérante, l'instrument ne faisant en quelque sorte que la reproduire, ce qui permet à l'enfant dans ses propos de scotomiser pour ainsi dire la participation de l'instrument : « j'ouvre la tenaille et puis je prends le bout de bois (plot) », dit Dub (5;11) ; Fra (7;1) dit : « je le pincerai (le plot) puis je tirerais la pince ». Ces propos montrent clairement que la dissociation entre l'action propre et les propriétés de l'objet n'est pas complète. Mais en même temps que l'objet quitte sa dépendance des schèmes d'action, une nouvelle dépendance s'instaure entre l'instrument et le dispositif. En effet, l'instrument s'élabore en complémentarité avec le dispositif. Bal (8;0) déclare qu'il faut « quelque chose assez mince pour entrer et pour prendre ». Fra (7;1), déjà cité ci-dessus, après avoir anticipé une pince y renonce en déclarant « non, c'est trop grand (= large) ». Cette recherche de complémentarité conduit l'enfant à la quatrième catégorie d'instruments du type canne à pêche (fil + crochet) qui marque la fin de cette évolution. Alors que la

complémentarité avec le dispositif était encore globale et relative dans la catégorie précédente, en particulier avec l'objectif qui n'était pas décomposé, elle se trouve complète avec cette catégorie. L'anneau qui surmonte le plot devient primordial et c'est en rapport avec lui que le crochet est anticipé. Dans leurs anticipations ces sujets dissocient complètement la part de l'action effectuée par l'instrument et celle qu'il transmet. Certains formulent cette action de l'instrument et presque tous décrivent son utilisation. Voici un bel exemple : Lon (8;11), en dessinant sa canne à pêche, fait les commentaires suivants : « un bâton, la ficelle qui descend, un crochet puis ça l'accroche » ; il explique alors son utilisation : « j'enfile le crochet là-dedans (anneau) puis après je tire en haut ». Les formules des autres sont souvent plus elliptiques ; en voici quelques exemples Mir (6;6) : « un long fer qui a un petit crochet en bas ; on essaierait avec le crochet de le tirer ». Pro (8;0) : « une ficelle puis un crochet ; j'essaierais d'accrocher dans le trou (anneau) et puis je le monterais ». Dar (6;2) : « une barre courbée pour qu'on puisse l'enfiler dans le crochet (anneau) ».

Malgré des différences superficielles, il est tout de même surprenant de constater l'équivalence des solutions proposées par ces différents enfants (les cas non cités sont semblables). On peut naturellement dire que tous les enfants élaborent des schèmes d'action identiques et par conséquent que l'assimilation d'une situation à ces schèmes conduit obligatoirement à des instruments semblables. Nous pensons que cette similitude est inexplicable sans faire intervenir un principe d'économie représenté par l'accommodation toujours croissante à la situation présentée qui introduit cette complémentarité entre l'instrument et le dispositif, ce qui est une garantie de l'élégance des solutions adoptées et du rejet des solutions trop onéreuses, telle la pince. Tout recours à l'expérience antérieure sous forme de situations analogues déjà résolues par le sujet, auxquelles la situation actuelle serait associée, n'expliquerait pas plus l'uniformité des solutions proposées par les sujets que la découverte initiale de la solution de la situation référentielle.

Cette genèse de l'instrument est assez spectaculaire. Elaboré par des fonctions constituantes qui confèrent à l'objet les propriétés de l'action, l'instrument réalise finalement des fonctions constituées. Des rapports de complémentarité s'établissent alors entre l'instrument et le dispositif. D'une transmission directe ou absolue on passe à une transmission relative, en ce sens que l'action transmise est dissociée des propriétés de l'objet.

Du point de vue de la causalité, le sujet attribue initialement à l'instrument ses schèmes d'action (démarche corrélative à leur application), pour ensuite élaborer au moyen des opérations les liens qui unissent l'instrument et le dispositif relativement à leurs propriétés, puis relativement aux rapports entre leurs composantes.

Enfin, nous voyons au travers de cette genèse comment les schèmes d'action, après avoir été appliqués et attribués à l'objet, s'intériorisent en opérations. La prise de conscience des actions semble s'effectuer grâce à leur application.


2 Résultats généraux

Les catégories d'instruments anticipés par les sujets nous ont permis de saisir les différents niveaux d'organisation dont ils étaient capables. Les matériels que nous fournissons ensuite successivement aux sujets correspondent à la quatrième catégorie. Il nous faut donc examiner maintenant comment les sujets vont se comporter en face de ces matériels. Ceux-ci vont-ils suggérer à l'enfant l'instrument adéquat ou faudra-t-il attendre qu'ils soient capables de l'anticiper pour le construire et l'utiliser ? Les matériels 1 et 2 supposent que le sujet soit capable de considérer les objets comme les fragments d'un objet composé, par conséquent qu'il leur prête des significations adéquates, enfin qu'il soit alors capable de les composer correctement en leur faisant subir les transformations nécessaires. Le troisième matériel suppose que l'enfant soit capable de prêter aux éléments des instruments des significations précises, qu'il puisse par conséquent les décomposer, saisir les rapports entre leurs parties et comprendre les relations de ces instruments avec la structure du dispositif, enfin qu'il leur attribue un pouvoir de transmission adéquat.

Par cette analyse on peut faire l'hypothèse que les sujets qui ont anticipé des instruments appartenant aux catégories I et II et éventuellement III ne parviendront pas davantage à construire l'instrument qu'à l'utiliser ; en fait, ce n'est pas tout à fait le cas. Mais nous pouvons dire d'emblée qu'aux quatre catégories d'instruments anticipés correspondent quatre stades dont les conduites sont nettement distinctes. Donnons-en rapidement les caractéristiques principales.

Dans le *premier stade*, les sujets tentent de réaliser l'épreuve avec un des objets mis à leur disposition, objets qui ont tous pour eux la même signification relativement à l'épreuve : prolonger leur action. Ils découvrent rapidement l'insuffisance de chaque objet du matériel 1 et tentent de les juxtaposer sans toutefois trouver le moyen de les réunir. Quant au matériel 2, le grand bâton satisfait leur attente. En effet, il prolonge suffisamment le bras pour atteindre le plot et comme le reste de l'exécution incombe à leur action, ils ne mettent pas en doute sa valeur ou généralisent l'application antérieure : « il faudrait un plus grand bâton. Parmi les instruments du matériel 3, la tige droite est généralement choisie, et les autres instruments, lorsqu'ils sont essayés, sont généralement retournés. La reprise des matériels 2 et 1 ne donne pas lieu à des conduites nouvelles.

Dans le *second stade*, l'application des schèmes de préhension entraîne une dif-

férenciation des éléments du matériel 1 qui ne sont plus considérés uniquement sous l'angle du prolongement. Des réunions d'éléments apparaissent, les petits fers sont souvent ajoutés aux bâtons soit pour constituer un crochet « pour attraper, soit pour l'allonger. Toutefois ils ne sont jamais envisagés comme pouvant réaliser la fonction de relier. Cette fonction ne serait réalisable pour eux qu'avec de la colle. Avec le matériel 2, le fer est à nouveau associé à la tige mais il est censé remplacer l'action de saisir. Inutile de préciser que ce crochet n'a généralement pas les caractéristiques favorables attendues et que les essais auxquels il est soumis n'entraînent qu'exceptionnellement la réussite. Ce crochet est généralement conçu à la manière d'une pince mais « il ne se ferme pas, ce que déplorent les sujets. Dans le matériel 3, les sujets trouvent leur bonheur avec la tige fortement recourbée  et déclarent : "parce qu'elle a un crochet". A l'exception de deux cas, aucun sujet ne parvient à la réussite lors de la reprise des matériels 2 ou 1.

Si l'application progressive des schèmes constitue l'objet et ses propriétés, l'attribution de l'action à l'objet tend progressivement à inhiber l'activité constructive du sujet, à tel point que certains sujets ne semblent plus capables d'aucune construction. Ils ont une représentation rigide d'un instrument. En effet, dans la mesure où les schèmes s'intériorisent, leur application constitue une image et l'objet n'est plus vu alors dans une perspective fonctionnelle mais confronté à l'image ainsi construite par le sujet. C'est une relation que le sujet établit entre l'objet et l'image ; l'objet est alors déclaré semblable ou différent et par suite accepté ou rejeté ; ce type de conduite marque la transition entre le stade II et III.

Au *troisième stade*, bien qu'il s'agisse des sujets ayant anticipé des instruments du type pince, ils ne tentent généralement pas de réaliser cet objet, ou alors abandonnent rapidement leur idée ; ils parviennent progressivement à réaliser l'instrument correct avec le matériel 1. Les éléments fournis au sujet ne sont plus conçus isolément pour l'exécution d'une fonction précise et rajoutés les uns aux autres en reproduisant la succession des actions concrètes. Ils sont considérés comme partie d'un tout et transformés de façon à constituer ce tout et ensuite à s'ajuster au dispositif. Cet ajustement entre instrument et dispositif se fait progressivement.

Au *quatrième stade*, l'instrument est d'emblée réalisé entièrement sans nécessité d'ajustement. Ceci est rendu possible par l'intériorisation complète des schèmes d'action.

Cinquante-deux sujets de 4 à 8 ans ont été interrogés¹.

La distribution en % des quatre stades décrits est la suivante (les nombres absolus de sujets sont entre parenthèses).

1. Tous nos remerciements à M. André Barthassat pour sa collaboration et son aide précieuse

		I	II	III	IV
4; 0 - 4;11	(N=9)	67(6)	33(3)	-	-
5; 0 - 5;11	(N=21)	24(5)	57(12)	14(3)	5(1)
6; 0 - 6;11	(N=15)	-	13(2)	40(6)	47(7)
7; 0 - +	(N=7)	-	-	30(2)	70(5)

3 Premier stade

Les quatre stades que nous venons de décrire définissent des coupures qui correspondent globalement à celles effectuées par Rey et Bussmann pour caractériser l'évolution des conduites dans cette épreuve. Aussi commencerons-nous l'analyse de chaque stade par un bref rappel des critères retenus par ces auteurs et de l'interprétation qu'ils en donnent. Précisons bien toutefois que le matériel utilisé par ces auteurs n'est pas le même que le nôtre ; Bussmann n'utilisait que des assemblages de crochets et Rey des assemblages de crochets et des tiges à recourber.

C'est ainsi que Rey caractérise le premier stade par une incapacité à résoudre spontanément le problème, alors que Bussmann parle d'action à distance et du caractère préinstrumental des conduites. Les conduites observées témoignent, pour Rey, d'une incompréhension des exigences de la situation qui est imputable à l'état d'organisation de l'intelligence et, pour Bussmann, d'une inadéquation aux conditions physiques et spatiales du dispositif, qui provient entre autres du développement insuffisant des facteurs intellectuels. On peut effectivement parler d'incompréhension et d'inadéquation relativement à une norme de réussite absolue. Mais nous nous attacherons à montrer quelle compréhension et quelle adaptation ces conduites reflètent du point de vue de l'enfant et à quel développement intellectuel elles correspondent, en précisant quelles conditions seront nécessaires pour passer à une organisation supérieure de l'épreuve. Enfin ces auteurs énumèrent différentes méthodes ou caractéristiques des conduites de ce niveau, tels la substitution, le contact optico-dynamique, etc., ainsi que d'autres facteurs explicatifs, tels le manque d'inhibition, l'absence de modèle interne, sans toutefois justifier leur absence et les conditions de leur apparition.

La caractéristique la plus générale des conduites de ce stade est que l'enfant prête à tous les instruments qui lui sont présentés la même signification, il les considère tous relativement à la seule fonction d'atteindre qui définit par son application leur propriété : la longueur. Nous retrouvons la caractéristique des anticipations, ce qui n'est pas étonnant lorsque nous présentons à l'enfant des bâtons, mais ce qui l'est davantage lorsque nous lui présentons par exemple l'instrument adéquat. Ces résultats viennent bien confirmer l'évolution que nous avons mise en évidence

à partir des anticipations et qui se caractérise par une décomposition progressive du schème complexe de préhension en reproduisant l'ordre de sa formation : à ce niveau, seule l'atteinte de l'objectif, donc le prolongement du bras, serait attribuée à l'objet, le reste du schème, c'est-à-dire la préhension même, ne pouvant être qu'exécutée directement par l'action en imprimant à l'instrument. Que font ces sujets lorsqu'ils sont confrontés avec le matériel 1 ? Après quelques essais (si ce n'est d'emblée) ils constatent l'insuffisance des éléments relativement à la fonction qu'ils leur assignent et les déclarent trop petits. A l'intérieur du stade, l'évolution constatée consiste en une diminution des manipulations : certains sujets déclarent même la tâche impossible avant toute manipulation.

Examinons pour commencer les sujets qui effectuent de nombreuses manipulations. Après avoir introduit des éléments séparés dans le bocal, les sujets visent par leurs manipulations à combler l'insuffisance des éléments qui remplissent chacun séparément une partie de la fonction. Ces tentatives sont de deux types. La plus élémentaire consiste à prendre en main deux éléments et à les introduire côte à côte dans le bocal ; on appellera ce type « juxtaposition ».

Lac(4;8). Pas très bavarde. Commence par introduire un bâtonnet puis introduit les deux bâtonnets. Après cette tentative elle s'interrompt. On lui demande pourquoi elle ne réussit pas et elle répond qu'elle ne sait pas.

Clo(4;4). Introduit d'emblée les deux bâtonnets dans le bocal puis déclare : « c'est trop fond » (= le bocal est profond). On lui demande encore pourquoi il ne parvient pas : « c'est trop petit » (les bâtonnets) dit-il.

Cette conduite constitue une façon symbolique d'additionner la valeur des bâtonnets ; nous l'avons également constatée avec les petits crochets. On la retrouve chez le sujet suivant dans sa première tentative ; il passe ensuite au deuxième type qui consiste à placer l'un en dessus de l'autre deux ou trois éléments en les tenant par leur point de contact ; on appellera ce type « superposition » :

Nik(5;1). Introduit tout d'abord côte à côte un bâtonnet et un petit fer (juxtaposition). Puis essaie de planter le petit fer à l'extrémité du bâtonnet et s'exclame : « ah ! j'en mets deux ». Elle met alors bout à bout deux bâtonnets et un fer en déclarant : « je les mets tous en même temps puisque ça va pas » (superposition). Persévère longtemps dans ses essais. Questionnée elle dit : « c'est trop petit les bâtons ; quand je les mets comme ça (superposition), si je le tiens tout en haut y en a un qui tombe ! » Malgré sa constatation elle effectue de nouvelles superpositions. Requestionnée elle déclare à nouveau : « c'est trop petit ».

Tos(5;0). Plonge un bâtonnet dans le bocal et en introduisant partiellement sa main parvient à toucher le plot qu'il essaie de hisser contre les parois. Questionné

sur son échec il dit : « parce que je le lève comme ça (fait le geste) puis il ne vient pas ». Il veut dire par là que le plot ne se soumet pas à son action. On lui demande alors ce qu'il faut faire. Tos dit : « un autre bout de bois ». Il prend le deuxième bâtonnet et répète ses tentatives. Il justifie alors son échec en déclarant : « parce qu'ils sont trop petits ». Questionné sur les possibilités de réussite il suggère : « si on les mettait les uns par dessus les autres » mais il ajoute qu'il faudrait du papier collant. On lui demande alors ce que l'on peut faire sans papier collant et Tos dit qu'on ne peut pas y arriver « parce qu'il est trop petit ». On lui demande enfin ce qu'il faudrait avoir : « un plus grand bout de fer ».

Nous voyons comment ces sujets prennent conscience de la nécessité de joindre les éléments, ce qu'ils réalisent, soit par l'action directement, comme Nik qui déplore que ça tombe si elle ne tient pas, soit en faisant appel à un élément extérieur tel que le papier collant, comme Tos, réaction typique du deuxième stade. Joindre constitue un schème qui à ce niveau n'est pas réalisable autrement que par l'action propre au même titre que la préhension, ou alors en faisant appel à un objet dont c'est la propriété absolue comme la colle, moyen artificiel pourrait-on dire, de réaliser cette action ! Ces schèmes sont hiérarchiquement supérieurs à celui d'atteindre ; ils se rapportent tous deux aux activités manuelles. Or les articulations de la main ne sont pas objectivées à ce niveau, seule l'articulation du bras l'est dans la possibilité d'allongement qu'elle offre.

Citons enfin des sujets qui déclarent d'emblée la tâche irréalisable, estimant tout de suite la longueur des éléments insuffisante. Si un bâtonnet est néanmoins introduit dans le bocal par ces sujets, l'acte prend une signification différente que précédemment, le but n'étant plus de remplir la fonction d'atteindre mais de comparer, de mettre en relation des dimensions.

Flo(5;3). Introduit un bâtonnet dans le bocal et constate sa longueur insuffisante. Déclare qu'il faut tourner le bocal. L'expérimentateur lui dit que dans ce jeu c'est défendu. Elle reste alors inactive. L'expérimentateur lui demande si elle veut essayer, elle acquiesce. Il lui demande si c'est possible et elle répond que non. Questionnée elle répond : « parce qu'elles sont pas assez longues (les baguettes), on peut pas faire (le jeu) ».

Nel(5;2). Reste inactive. L'expérimentateur lui demande comment on pourrait faire, elle répond : « prendre la baguette puis on va la mettre dans le trou là (anneau) ». On lui propose d'essayer, Nel ajoute alors : « mais les baguettes, elles sont trop petites ». L'expérimentateur lui demande si on peut quand même arriver. Elle répond : « je ne crois pas ».

Ces derniers sujets témoignent d'une possibilité de structuration plus avancée que l'on peut attribuer à une intériorisation complète du schème de prolongement

qui peut être par conséquent inhibé. Il devient ainsi possible au sujet de qualifier l'objet sans lui appliquer effectivement le schème et de mettre en relation la longueur de l'instrument et la profondeur du bocal. On pourrait parler du passage d'une perspective fonctionnelle à une perspective conceptuelle. La perspective fonctionnelle conduit l'enfant à des applications successives qui l'entraînent à des manipulations (quelle correction ou adjonction effectuer sur les objets pour qu'ils remplissent la fonction qui leur est assignée). Ces manipulations donnent naissance à des assemblages d'éléments. En revanche, dans la mesure où l'enfant qualifie initialement l'objet d'une propriété sans l'intermédiaire de son action, il passe à une perspective conceptuelle.

On comprend que sans abandonner cette perspective fonctionnelle le sujet ne parviendrait jamais à élaborer des invariants, faute de pouvoir qualifier de façon stable l'objet à ses différents moments, afin de pouvoir ensuite relier ses états par les actions intériorisées qui deviennent des opérations.

Dans notre analyse nous n'avons pas mentionné les tentatives de préhension directe ni celle de retournement du bocal qui sont indéniablement intelligentes. Elles se retrouvent à tous les stades malgré les interdictions généralement formulées dans la consigne et posent par conséquent le problème du choix entre différentes modalités d'exécution, qui nous paraît extérieur à notre étude.

Si notre analyse peut paraître un peu arbitraire jusqu'ici, voyons comment les réactions de ces enfants en face du matériel 2 viennent la confirmer. Tous les sujets s'emparent avec satisfaction de la grande baguette et se livrent alors à de nombreuses manipulations pour sortir le plot selon différentes techniques que Rey avait déjà signalées : en prenant appui contre les parois du bocal ou en essayant d'introduire la baguette dans l'anneau du plot. Toutefois nous n'avons pas retrouvé le procédé qui consiste à mettre en contact optique la tige ou le bâton avec l'anneau du plot et à retirer vivement l'instrument dans l'espoir d'entraîner l'objectif. Les deux enfants cités par Rey qui présentent cette conduite sont plus jeunes que ceux que nous avons interrogés et d'autre part l'un d'eux se réfère explicitement à la pêche à la ligne et se contente de reproduire de façon identique cet exercice qu'il ne comprend pas, en plongeant sa tige et en la retirant vivement. On peut supposer que l'autre procède à la même assimilation, étant donné la situation de pêche évoquée par plusieurs enfants (cf. anticipations).

Rey avait aussi été frappé dans son étude par la persévérance des sujets malgré leurs échecs successifs. Il dit que « faute de posséder une vue nette de l'ensemble de la situation l'enfant se laisse absorber par une activité immédiate et vaine » et caractérise de succès partiel ce contact avec l'objectif au moyen des tiges. Du point

de vue de l'enfant il nous paraît plus juste de parler de succès total, tout d'abord parce que l'instrument correspond à son anticipation, ensuite par la façon dont ces sujets expliquent leur échec : «on peut mais j'arrive pas, disent-ils ; la première partie de cette formulation : «on peut ou «ça va, traduit bien le fait que les conditions sont satisfaites, que la fonction est remplie par l'instrument, et la deuxième partie : «j'arrive pas», montre que le reste de la réalisation incombe à l'action du sujet ; d'autres déclarent : «il (le plot) ne veut pas venir», formule qui ne traduit pas une pensée animiste, mais qui signifie : «il ne se soumet pas à mon action». Cette interprétation n'est en fait valable que par rapport aux conduites obtenues avec le matériel 1 où aucun sujet n'adopte cette attitude et n'exprime ainsi son échec (sauf Tos qui, en introduisant partiellement sa main, se comporte avec la petite baguette comme les autres avec la grande).

Mais les réactions des sujets ne sont pas toutes semblables. Au niveau le plus élémentaire, les sujets se contentent de généraliser l'application antérieure comme si l'instrument ne satisfaisait pas la fonction : «il faudrait un plus grand bâton», disent-ils, ceci par indissociation entre l'action qu'ils attribuent à l'objet et celle qu'ils lui impriment.

Clo(4;4). L'expérimentateur commence par lui demander s'il pense réussir avec ce nouveau matériel. Clo répond par un signe affirmatif et dit : «parce que c'est beaucoup grand». Il saisit alors le bâton, l'introduit dans le bocal et maltraite le plot. Il essaie ensuite de le hisser contre les parois du bocal. Il finit par déclarer : «c'est un peu petit». L'expérimentateur lui demande ce qu'il désire et Clo répond : «une baguette un peu plus grande». On lui indique encore la présence du trou à l'extrémité de la baguette et les petits fers, en lui demandant si on ne peut rien faire. Clo dit que non.

Pac(4;10). L'expérimentateur essaie de lui faire verbaliser ses intentions : «on va prendre le grand bâton puis prendre le petit bois». On essaie de lui faire préciser davantage. Pac parvient à une formulation meilleure : «je vais le prendre avec le bâton». On la laisse alors expérimenter. Elle introduit le bâton dans le bocal et essaie de le hisser contre la paroi. Après ses échecs elle déclare : «mais il monte pas». L'expérimentateur lui demande ce qu'il faudrait et Pac répond : «un plus grand encore». L'expérimentateur lui signale la présence des petits fers et l'encourage. Pac introduit un fer dans le trou du bâton et introduit le montage à l'envers dans le bocal. Puis elle retire le fer et reprend ses tentatives précédentes. De guerre lasse, elle s'interrompt et dit : «il est assez grand celui-là». L'expérimentateur lui demande à nouveau ce qu'il faudrait (avoir ou faire) et Pac répond avec un certain étonnement : «un plus grand... ça alors!»

Tos(5;0). Introduit le bâton et essaie comme les précédents de hisser le plot contre les parois. Signalons que le geste ainsi effectué correspond à une préhension

de pleine main. Persiste longuement dans sa technique ; «on pourrait arriver, dit-elle, mais il ne vient pas». L'expérimentateur la rend attentive à la présence des petits fers, sur quoi Tos déclare : «on pourrait arriver avec un grand bout de bois». Elle reprend ses essais. L'expérimentateur l'interrompt et lui demande pourquoi elle n'arrive pas : «parce qu'on n'arrive pas», répond-elle. L'expérimentateur lui demande ce qu'il faudrait (faire ou avoir) : «un plus grand, plus grand», dit Tos.

Bien qu'elle généralise l'application comme les deux premiers sujets cités, Tos déclare, comme feront les sujets suivants, «qu'on pourrait arriver» montrant par là qu'elle a pris conscience que l'instrument remplit la fonction qui lui est attribuée. Toutefois son action est encore mal dissociée de l'objet.

Tap(4;5). Introduit le bâton et essaie de faire monter le plot en le coinçant contre le bocal. On lui demande alors si c'est possible, elle répond : «on peut mais je n'arrive pas à le mettre là (= à lui faire franchir le rétrécissement du bocal)». L'expérimentateur lui signale le trou du bâton et les fers et l'encourage. Tap déclare : «on ne peut pas».

Nik(5;1). Comme tous les précédents, essaie de remonter le plot en le coinçant contre la paroi du bocal puis s'interrompt et change de technique, essaie d'introduire le bâton dans le crochet du plot. Abandonne spontanément. On la questionne et Nik déclare : «ça va, mais on n'arrive pas à l'attraper». L'expérimentateur lui demande pourquoi et elle répond : «on arrive mais il ne veut pas venir». Elle reprend alors ses essais pour introduire la baguette dans l'anneau et dit finalement : «c'est trop gros».

La seconde technique utilisée par Nik est supérieure à la première. Elle témoigne d'une meilleure accommodation au dispositif et conduit l'enfant vers la solution. On la retrouve chez le sujet suivant :

Nel(5;2) : Essaie d'emblée d'introduire le bâton dans l'anneau qui surmonte le plot ; abandonne rapidement ses essais et dit : «il est trop gros le bois». On lui signale les fers. Elle en introduit un dans le trou du bâton mais sans conviction, introduit le montage dans le bocal, le fer tombe, Nel s'interrompt. L'expérimentateur lui demande ce qu'il faudrait, elle répond : «un long fer» ; on lui demande pourquoi : «parce qu'il est tout fin le fer», dit-elle, entendant par là qu'elle pourra l'introduire dans l'anneau.

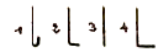
A ce niveau de l'analyse on peut se demander si les matériels présentés à l'enfant sont impropres et inadéquats à susciter l'idée du crochet. Mais tel n'est pas le cas, c'est ce que nous allons voir avec le matériel 3. En effet, lorsqu'on propose à l'enfant les différentes tiges, il choisit généralement la tige droite. Or on pourrait encore penser qu'il s'agit d'une simple persévération, que les matériels précédents ont induit une procédure de laquelle l'enfant ne parvient pas à se détacher. Mais

dans la mesure où ces sujets choisissent une tige coudée, soit ils l'utilisent à la manière du bâton en prenant appui contre la paroi du bocal, soit ils la retournent pour plonger dans le bocal l'extrémité droite. Rey, qui n'avait pas utilisé dans sa thèse les matériels 1 et 2, cite dix sujets pour son premier stade dont sept présentent cette conduite; les trois autres choisissent rapidement le crochet adapté et en usent correctement; ils témoignent par conséquent d'une organisation différente et nous ne les classerions pas dans ce stade. Enfin, les justifications données par les sujets fourniront encore d'autres preuves.

Avant de citer des exemples, il faut signaler que les extrémités des tiges présentaient de petites aspérités qui permettaient dans certains cas, en prenant appui contre la paroi, de sortir le plot. Nous appellerons ces réussites «négatives». Il faut tout de suite préciser que ces réussites sont l'exclusivité des sujets de ce stade, car avec une organisation différente de l'épreuve cette technique ne sera même pas essayée et la tige droite d'emblée rejetée. C'est volontairement que nous n'avons pas perfectionné le matériel, estimant que cette particularité était significative. D'autre part nous étions le plus souvent soulagé de voir l'enfant réussir, l'interrogatoire étant déjà assez long et frustrant!

Examinons maintenant quelques conduites caractéristiques. On retrouve avec les tiges cette application généralisée du schème de prolongement, généralisation abusive qui ne parvient pas à tenir compte du contexte, qui ne parvient pas à s'accommoder à la situation (faute de dissociation suffisante entre sujet et objet). On voit surtout comment pour tous ces sujets la longueur est devenue la propriété référentielle qui, rappelons-le, résulte de l'application de ce même schème.

En voici des exemples :



Clo(4;4). Prend le crochet fortement recourbé et le plonge dans le bocal; après un essai infructueux, le retourne. Ne parvenant pas à sortir le plot, Clo attribue son échec à la longueur de l'instrument: «parce qu'il est trop petit». Prend ensuite les autres qu'elle retourne avant toute tentative. Parvient finalement à une réussite négative qu'elle explique en déclarant: «parce que celui-ci était beaucoup grand».

Jac(4;8). Choisit la tige droite. Après plusieurs tentatives, on l'interrompt pour lui rappeler les autres tiges. Choisit 2 et dit: «celui-là parce qu'il est un peu plus grand». On lui fait constater qu'ils ont tous la même grandeur. Elle fait quelques essais, avec la partie recourbée, à l'extérieur du bocal, puis le tourne correctement et parvient à sortir le plot mais en prenant appui contre la paroi. Elle justifie sa réussite en déclarant: «parce qu'il est un peu plus grand».

Ce dernier exemple est très révélateur: même lorsque Jac utilise l'instrument correct, elle lui imprime les mêmes mouvements qu'à la tige droite, comme si le geste

seulement était efficace pour la préhension; cette particularité traduit bien l'incompréhension de la signification de la partie recourbée de même que la justification par la grandeur seule. En voici un autre exemple:

Pac(4;10). Prend la tige droite. On lui demande ce qu'elle va faire; «je vais mettre le fer dans le petit trou». Exécute et parvient à une réussite négative. On remet le plot au fond du bocal et spontanément Pac décide qu'elle va essayer la tige 4. Echoue et dit: «il est trop grand ce carré (partie recourbée); il faut prendre celui-là (tige 1) pour aller dans le petit trou mettre dedans (anneau)». Echoue et saisit finalement l'instrument correct qu'elle utilise comme la tige droite en prenant appui contre la paroi.

Bien que le geste conserve toute son efficacité, on voit comment progressivement les parties recourbées deviennent fonctionnelles. Examinons encore un autre cas proche de celui-ci:

Tos(5;0). L'expérimentateur commence par demander à l'enfant s'il anticipe une réussite. Tos répond par l'affirmative et saisit la tige droite: «avec ça, on va pouvoir mettre là-dedans (anneau)». Essaie, échoue et dit: «je peux presque le sortir». L'expérimentateur lui demande les raisons de son échec, Tos ne dit rien mais saisit une autre tige (le grand coude 4). Echoue, l'abandonne et prend l'instrument adéquat avec lequel il réussit. Il détaille alors son procédé où le geste se surajoute au rôle du crochet. On lui demande pourquoi la tige droite ne convient pas; Tos déclare: «c'est la même grandeur que le bâton». On lui demande de justifier la valeur de l'instrument correct et il dit: «il est plus grand que celui-là (tige droite)».

Citons pour terminer un cas particulièrement représentatif de ce stade:

Tap(4;5). Débute comme Tos avec la tige droite qu'elle introduit aussi dans l'anneau du plot et tente de le sortir en prenant appui contre la paroi. Après plusieurs échecs, l'expérimentateur lui demande si les autres instruments n'iraient pas. Tap saisit une autre tige (le grand coude) et tente de le redresser dans le but de l'allonger. L'expérimentateur l'interrompt et Tap prend alors l'instrument adéquat en déclarant: «je crois qu'on arrive par là (indique la partie recourbée)». Malgré cela elle n'utilise pas rationnellement le crochet et prend appui contre la paroi. Echoue, abandonne l'instrument et prend la tige fortement recourbée en disant: "on peut le prendre comme ça". Constate l'impossibilité, reprend la tige 4 puis retourne à la tige droite avec laquelle elle parvient à une réussite négative. On lui demande de l'exécuter une seconde fois, elle n'y parvient pas. L'expérimentateur lui montre la solution et demande à Tap de refaire le jeu. Elle parvient à sortir le plot mais prend toujours appui contre la paroi.

Si nous venons de citer ce dernier exemple avec autant de détails, c'est pour montrer les limites bien précises des possibilités des enfants de ce stade et le rôle bien circonscrit qu'ils attribuent à l'instrument. La préhension reste entièrement agie

et son attribution nécessite une organisation dont ces sujets sont manifestement incapables.

On peut dégager de ces conduites que, imprimant son action à l'objet, l'enfant lui confère des significations qu'il parvient progressivement à dissocier d'elle. Pour les plus jeunes sujets qui utilisent les petits bâtons sans parvenir à justifier leur échec, l'instrument a bien la signification d'un prolongement et ceci dès les conduites très primitives du bâton, mais leur action et celle du bâton ne sont pas dissociées et cette signification est seulement agie et non conceptualisée. Dans la mesure où l'instrument ne remplit pas les conditions désirées, l'enfant s'engage soit dans une perspective fonctionnelle en essayant d'allonger l'objet, soit dans une perspective relationnelle, il le déclare trop petit, il faudrait un plus grand. En revanche, dans la mesure où l'instrument remplit les conditions qui lui sont attribuées, lorsque le sujet échoue, soit il généralise l'application antérieure, soit il attribue la cause de l'échec au pouvoir de son action «on peut mais j'arrive pas».

De nombreuses méprises sont possibles relativement à la signification de l'activité du sujet, selon qu'il manipule activement ou qu'il ne manipule pour ainsi dire pas. Entre le sujet qui multiplie les tentatives pour atteindre l'objectif avec des instruments trop courts ou qui les superpose en faisant le joint avec sa main, et le sujet qui d'emblée déclare la tâche impossible en invoquant la longueur insuffisante des éléments, lequel possède le niveau d'organisation supérieur ? Présentée de cette façon, la question devient ridicule. Mais si le déroulement de l'interrogatoire est différent, que l'expérimentateur sollicite l'activité du sujet qui déclare la tâche impossible et que celui-ci saisit un des éléments et le plonge dans le bocal sans effectuer d'effort particulier, on sera tenté de parler d'action à distance. Par opposition, les enfants qui font des manipulations nombreuses seront considérés comme voulant agir mécaniquement sur l'objectif. Or pour nous ce déclin de l'activité au cours du stade est significatif ; il sera encore plus marqué, comme on le verra, au stade suivant.

Les substitutions dont parle Rey, qui consistent dans le passage d'un élément à un autre semblable au premier, de même que la persévérance dans l'utilisation d'un élément (cf. baguette du matériel 2) certifient que, pour le sujet, les conditions qu'il a définies pour la réussite de l'épreuve sont remplies ; malgré l'échec, l'instrument conserve sa valeur. Nous l'avons particulièrement bien vu dans les expressions de l'enfant qui déclare «on peut mais j'arrive pas».

Enfin, si on parvient par des suggestions ou des démonstrations à faire utiliser aux enfants de ce stade le crochet adéquat, il est frappant de constater leur manière de s'en servir : en dépit de la fonction réalisée par le crochet qui leur échappe, ils

impriment à l'instrument des mouvements de préhension comme ils faisaient avec le simple bâton et utilisent aussi les parois comme appui ; ce mode d'utilisation donne une impression de maladresse. Comme on le comprend, cette «maladresse» n'explique pas les difficultés du sujet, elle n'est qu'une conséquence de l'organisation effectuée par lui, c'est-à-dire de ses intentions qui ne sont pas adaptées à l'instrument. N'est-ce pas une démonstration frappante de leur incompréhension de la fonction du crochet et de l'efficacité qu'ils accordent en revanche à leur action ? Rey avait d'ailleurs constaté, en reprenant ces sujets après quelque temps, que les démonstrations effectuées à la première passation étaient sans effet sur la seconde pour les enfants de ce stade.

4 Deuxième stade

L'évolution que nous constatons correspond à une décomposition progressive du schème de préhension. Ce schème constitue initialement une unité comportementale (qui a, comme on le sait, sa genèse au niveau sensori-moteur). Atteindre en prolongeant le bras en constitue un fragment qui est, comme nous l'avons vu, appliqué à l'objet au stade précédent. Saisir avec la main en constitue l'autre fragment qui est à son tour appliqué à l'objet sous des formes de plus en plus précises.

A partir de ce deuxième stade, les éléments des matériels fournis à l'enfant ne sont donc plus considérés uniquement sous l'angle du prolongement mais encore sous l'angle de la préhension ; ils n'ont plus pour unique fonction celle de prolonger mais aussi celle de crocher. Nous voyons par conséquent apparaître des assemblages que l'on pourrait appeler plurifonctionnels : à un élément destiné à prolonger est ajouté un élément destiné à prendre ; mais comme nous l'avons déjà signalé à propos des anticipations, cette délégation des schèmes d'action à l'objet se fait pour ainsi dire au détriment du rôle que le sujet attribue à son action, tant et si bien que tout se passe comme si l'instrument réalisait lui-même l'action.

Ces caractéristiques générales permettent de déceler les divergences qui nous séparent de Bussmann. Alors qu'elle caractérisait d'action à distance les conduites du stade précédent, elle parle, pour ce stade, d'utilisation d'instrument comme prolongement de la main et de tentative d'agir mécaniquement sur l'objectif. S'il fallait utiliser le terme d'action à distance, il caractériserait davantage pour nous les conduites de ce stade, étant donné, comme le dit Bussmann, qu'il s'agit d'un instrument de préhension. A vrai dire, elle ne l'entend pas dans la même acception que nous. Cette expression, selon nous, est à prendre au sens littéral ; il s'agit effectivement pour l'enfant d'un instrument qui doit effectuer la préhension sans le recours de son action. L'interprétation de Bussmann est directement tributaire

du matériel qu'elle a utilisé et qui l'empêchait de saisir les diverses intentions de l'enfant.

Bussmann, enfin, attribue les progrès réalisés par les enfants de ce stade à deux mécanismes : le premier, perceptivo-moteur, revient à dire que l'enfant voit les instruments dotés de certaines qualités ; le second mécanisme est un besoin préexistant de quelque chose pour accrocher. Le second est une formulation maladroite de l'anticipation du sujet et le premier, s'il existe, n'est pas explicatif puisque, comme on le sait, l'analyse perceptivo-motrice est sous la dépendance de l'opérativité.

Rey, de son côté, est moins spéculatif et montre comment, à ce niveau, les enfants sont encore incapables de construire seuls un crochet. Ce qui constitue pour lui la nouveauté de ce stade est que l'enfant sait utiliser les suggestions qui lui sont faites, sans toutefois parvenir à donner au crochet la courbure appropriée. « L'enfant est capable de donner un sens à la suggestion parce que son intelligence, dit Rey, a atteint un état d'organisation supérieure. Ce point de vue, sans être faux, n'est cependant que d'un apport mineur.

Examinons maintenant plus en détail les particularités des conduites de ce stade. Ce qui nous paraît central, et que l'on peut déceler sous diverses formulations dans les analyses de Rey et Bussmann, c'est que l'instrument n'est plus simple prolongement du bras mais également prolongement de la main sous forme de quelque chose pour attraper. Rey constate bien que les enfants sont capables après suggestion de recourber le fil sans toutefois parvenir à l'instrument adéquat. Génératrice de propriétés, cette conduite ne rend possible qu'une dissociation partielle du sujet et de l'objet. D'autre part, ces applications sont ordonnées et ne peuvent se faire que successivement ; la rétroaction du sujet est par conséquent limitée. Il ne peut en effet apporter que des modifications successives à sa construction. Rey avait remarqué la chose ; il écrit à ce sujet : « Les corrections apportées créent d'autres difficultés ; en effet, au lieu de redresser le fil pour le recourber, l'enfant cherche à modifier la première courbure, ce qui a pour effet d'entraîner des déformations mettant hors d'usage l'instrument. »

Enfin, ces applications successives donnent naissance à une représentation imagée de plus en plus précise de l'instrument adéquat. Cette image, tant qu'elle est le produit de ces applications, a un caractère rigide ; comme le schème, initialement elle n'est pas décomposable. De plus, dans la mesure où cette image se constitue, c'est à partir d'elle que le sujet effectue le contrôle de son action qui tend à être inhibée dans la mesure où les instruments fournis ne correspondent pas à sa représentation.

Le qualificatif de « pré-instrumental » introduit par Bussmann peut être intéres-

sant à relever dans la mesure où il ne s'agit pas réellement jusqu'ici d'instrument au sens où nous l'avons défini, c'est-à-dire d'objet qui, tout en facilitant l'action, la transmette également ; à ce niveau l'instrument réalise l'action !

Avec le matériel 1, les enfants de ce stade commencent d'emblée par déclarer les éléments trop petits, mais ils n'en concluent pas pour autant que la situation est impossible. Ils ne se contentent pas non plus de superposer les bâtonnets en faisant le joint avec la main et n'impriment plus aux instruments des mouvements de préhension ; l'instrument ne doit plus suppléer seulement à l'action du bras dans sa possibilité d'atteindre, comme au stade précédent, mais à celle de la main dans ses activités de tenir, prendre, pincer, etc. Cette application des différents schèmes manuels ne se porte pas exclusivement sur le crochage du plot mais également sur l'assemblage des deux bâtons. Pas plus qu'au stade précédent l'instrument ne transmet l'action du sujet ; il en réalise des portions toujours plus vastes et cette réalisation se fait en reproduisant les actions dans l'ordre où elles sont exécutées et sans souci des connexions qui les relient ; il s'agit d'un bras et d'une main dépourvus de centre moteur. Ces assemblages d'éléments rappellent les premières formes de classifications décrites par Piaget sous le nom de réunion individuelle d'éléments.

Or quel est l'objet usuel qui reproduit le plus grossièrement l'action de la main ? C'est la cuillère, qui constitue l'anticipation type des sujets de ce stade. Et quelle est la matière qui réalise d'elle-même l'assemblage d'objets ? C'est la colle ! Il est en effet frappant de voir que la majorité des sujets de ce stade sollicitent de la colle, qui représente pour eux le joint idéal. L'évolution au cours de ce stade consistera à substituer à ces reproductions globales et grossières de l'action de la main des reproductions plus précises du type de la pince pouce-index. Pour ce stade nous n'examinerons pas successivement les conduites des enfants avec chaque matériel, nous citerons d'emblée tout le protocole, ou alors la partie qui nous intéresse, en indiquant toujours de quel matériel il s'agit.

Commençons par un sujet qui généralise la colle en tant qu'« assembleur universel ». Toutefois il ne serait que d'un intérêt restreint s'il se contentait de réclamer de la colle ! Mais il réalise des « crochets » qui ne deviendraient agissants que par l'adjonction de colle. Signalons que c'est le sujet qui a anticipé la « pêche »... miraculeuse.

Lio(5;0). Mat. 1. Introduit un bâton puis un fer et déclare : « c'est trop petit ». Questionné sur ce qu'on pourrait faire il dit : « il faudrait mettre le fer là (trou du bâton), faire un petit crochet là, mettre comme ça ». Accompagne son discours par l'action et essaie son instrument : « ça va pas, ça doit coller (le crochet) pour coller là-contre (anneau du plot) puis monter ; il faut de la colle au bout ». L'expérimentateur lui demande ce qu'on peut faire sans colle. Lio répond : « on ne peut pas,

il faut quelque chose qui ait de la colle». Avec le mat. 2 Lio déclare d'emblée : «ah ! mais y'a pas de colle ça ne va pas». Il réalise toutefois un montage identique au précédent, l'essaie et dit : «on ne peut pas, c'est pas ça qui gêne (anneau), c'est ça (le fer) parce qu'il n'y a pas de colle au bout». Avec le mat. 3 il essaie successivement les tiges en commençant par la tige droite et en terminant avec la bonne tige au moyen de laquelle il parvient à sortir le plot. L'expérimentateur lui signale qu'il n'y a pas de colle à l'instrument et lui demande comment il a réussi. Lio répond : «oui, mais avec le petit crochet là». On lui donne alors à nouveau le mat. 2 mais il ne parvient pas à construire un «crochet» adéquat. On lui demande pourquoi il a réussi avec la tige : «faut pouvoir tourner dans le bocal pour que le crochet s'enfile là-dedans». Son expression reflète bien cette attribution de l'action à l'objet.

Signalons que tous les sujets de ce stade enfilent un fer à l'extrémité inférieure d'un des bâtons pour symboliser, à des degrés divers, la préhension comme l'a fait Lio. Mais plus la préhension se décompose finement, moins la construction se trouve adaptée à la tâche. Ce développement inverse entre le degré d'analyse et l'adéquation au dispositif favorise, si l'on peut s'exprimer ainsi, quelques-uns des sujets les moins avancés du stade, comme c'est le cas pour le sujet suivant :

Gad(5;0). Mat. 1. Essaie comme Lio avec un bâton puis un fer et les déclare «trop petits». Enfile alors un fer dans le trou d'un bâton, essaie et justifie son échec : «parce que ça (bâton) c'est trop petit, puis ça (fer) c'est trop petit». Avec le mat. 2 enfile à nouveau dans le trou un fer sans lui faire subir la moindre transformation. Plonge sa construction dans le bocal et au second essai parvient à sortir le plot. Il explique sa réussite en disant : «parce que celui-là il est grand». On repasse au mat. 1, il effectue un nouvel essai puis cherche dans sa poche «quelque chose de grand». Ne trouvant rien il s'interrompt et déclare qu'on ne peut pas réussir. Avec le mat. 3 il choisit initialement la tige fortement recourbée.


Examinons d'autres cas au travers desquels nous verrons différentes réalisations des actions de la main.

Ade(5;1). Déclare d'emblée : «c'est trop petit». Introduit tout de même un bâton pour vérifier sa prédiction et dit : «j'arrive pas avec celui-là, puis l'autre j'arrive pas ; c'est la même longueur». L'expérimentateur lui demande alors ce qu'il faut faire. «Mettre ça là-dedans (fer dans le trou du bâton)», dit Ade, «puis on met dedans puis on essaie de l'attraper». Exécute, essaie et dit : «j'arrive pas, il faut qu'on mette quelque chose pour que ça tienne» (pour que le fer tienne dans le trou). L'expérimentateur l'encourage à poursuivre ses essais. Finalement Ade déclare : «on n'arrive pas parce que c'est trop petit ; il faut quelque chose de plus long». Avec le mat. 2 elle se trouve en face des mêmes difficultés : «on pourrait mais ça tient pas, si vous trouvez une ficelle, on pourrait le faire tenir (le fer)». L'expérimentateur lui indique les petits fers. Elle confectionne une bague qu'elle enfile dans le bâton et

parvient à faire tenir l'autre petit fer. Réussit. On lui donne à nouveau le mat. 1. Après de nombreux essais elle dit qu'il faut «mettre encore une autre baguette avec de la colle».


Le recours à la ficelle est de la même nature que le recours à la colle. Toutefois la ficelle n'attache pas toute seule, il s'agit d'un objet sur lequel porte une action. Avec l'exemple suivant nous allons voir apparaître l'idée d'une pince (reproduisant la pince pouce-index).

Tin(5;2). Introduit un bâton dans le bocal et dit : «j'arrive pas, c'est pas assez grand». Elle superpose alors les deux bâtonnets en disant : «faudrait le coller pour le faire plus grand». L'expérimentateur lui demande comment on peut faire sans colle. Tin déclare ne pas savoir et répète son intention : «il faudrait les coller avec du scotch» ! On lui présente alors le mat. 2 ; Tin introduit le bâton dans le bocal et s'exclame : «oh ! mais il bouge dis-donc». Mais son enthousiasme tombe rapidement et elle déclare : «on arrive à le bouger seulement». L'expérimentateur lui demande ce qu'il faudrait : «une chose pour enlever les clous, mais assez grand ; je sais pas

comment ça s'appelle. On lui demande de dessiner. Voici son dessin :  On passe au mat. 3. Après une hésitation elle choisit l'instrument correct et parvient à sortir le plot. L'expérimentateur lui demande pourquoi elle est arrivée : "parce que j'ai fait comme ça (geste)", répond-elle. On lui redonne le mat. 2 mais Tin ne parvient pas à confectionner un instrument adéquat. Elle renonce rapidement, lassée.

Tin a l'idée d'une pince mais elle n'essaie pas de la réaliser avec le matériel qui lui est offert. En revanche, les sujets suivants vont tous tenter de la réaliser. De même que Tin, le sujet suivant n'entreprend aucune construction avant d'avoir pu réaliser le premier but qui consiste à atteindre le plot, cette condition ayant, semble-t-il, acquis un caractère de nécessité.

Cri(5;4). Introduit un bâton et constate qu'il est trop petit. «On va prendre une plus grande baguette», déclare-t-elle d'emblée. Malgré des encouragements répétés, Cri ne démord pas de son idée. On lui fournit par conséquent le mat. 2. Après avoir essayé la baguette seule elle demande : «comment est-ce qu'on fait pour mettre les crochets ?» Il est frappant de voir qu'avant toute transformation elle dénomme ainsi les fers, révélant par là son intention, démonstration étonnante des applications «signifiantes» auxquelles procèdent ces sujets. Elle introduit un fer dans le trou du

bâton et le replie en forme de pince :  Essai. Ressert la pince. Nouvel essai. Abandon qu'elle motive ainsi : «parce que le crochet il se ferme pas ; on peut presque arriver». Avec le mat. 3 elle prend successivement les tiges à l'exception de celle qui est droite. Termine par l'instrument correct et réussit l'expérience. L'expérimentateur lui demande pourquoi elle a réussi, Cri répond : «parce qu'il y a

une petite barre en bas». On repasse au mat. 2 avec lequel Cri tente à nouveau de réaliser une pince !

L'instrument qui a permis la réussite n'est pas encore «décomposable» à ce stade. Cela confirme bien le fait que l'ordre des applications ne peut pas s'inverser. La démarche du sujet est comme on le voit essentiellement proactive, il peut répéter ses assemblages, modifier l'extrémité de sa construction en resserrant les deux bras de la pince par exemple, mais ne parvient pas à réorganiser l'ensemble en fonction de ses échecs. Toutefois certaines rétroactions sont possibles, comme on va le voir dans l'exemple suivant :

Lad(5;0). Mat. 1. Réalise d'emblée une pince à la manière de Cri (mat. 2). L'expérimentateur lui demande le rôle du petit fer ; Lad répond que c'est «pour prendre». Après essai, il déclare : «il est pas assez long, il faut quelque chose de plus grand». Il a l'idée d'ajouter un fer à l'autre extrémité afin d'allonger sa construction ; mais une fois construit il lui donne une autre signification : «un pour le tenir (l'instrument) et un pour le tirer (le plot)». Après chaque essai il modifie l'écartement de la pince. Même technique avec le mat. 2, puis régresse à des procédés du premier stade (appui contre la paroi). Après avoir réussi avec l'instrument tout confectionné (mat. 3) Lad parviendra péniblement à reproduire l'instrument avec le mat. 2.

Il est frappant de constater chez Lad comment l'élément rajouté à l'extrémité supérieure de son instrument pour l'allonger change brusquement de signification : une fois construit, l'action lui confère une autre fonction, celle d'un manche «pour tenir». Une démarche plus représentative de ce stade pour allonger l'instrument consiste à ajouter un élément à l'extrémité inférieure comme le fait Yve :

Yve(5;7). Comme Cri il dénomme d'emblée les petits fers comme des crochets : «on plante les crochets comme ça ; il faudrait un trou que d'un côté» (c'est-à-dire il ne faudrait pas que le trou traverse le bâton). Enfile un fer dans un bâton et essaie. Il donne alors au fer une forme de pince à la manière des sujets précédents. Essaie sa nouvelle construction et conclut : «il faudrait toucher le plot mais le main est trop haute, il faut mettre encore un crochet». Ajoute un deuxième fer qu'il relie au précédent et lui donne à nouveau une forme de pince. Echecs répétés.

Multiplier les exemples deviendrait fastidieux. Mais les deux derniers cas cités nous permettent de voir comment les sujets parviennent petit à petit à prêter des significations différentes à un même élément : les petits fers sont utilisés simultanément «pour prendre» et «pour allonger».

La limite vers laquelle tendent les conduites de ce stade nous semble annoncée par les conduites de Cri et Tin avec le mat. 1 dans leur refus de manipuler, qui

montre que pour elles l'instrument doit remplir certaines conditions nécessaires et que, faute de les trouver satisfaites dans les éléments présentés, elles se refusent à toute action. On retrouve l'évolution caractérisée au premier stade où d'une perspective que nous avons appelée fonctionnelle on passe à une perspective relationnelle. Nous allons encore citer pour illustrer cette limite le bel exemple de Ven :

Ven(5;11). Déclare d'emblée le problème insoluble : «on ne peut pas, parce qu'il est trop long (le bocal)». Malgré des sollicitations répétées de l'expérimentateur, Ven refuse d'entreprendre toute action. On lui présente alors le mat. 2, Ven commence par dire : «on peut» ; mais comme il reste inactif, on lui demande d'essayer. Il déclare alors la tâche impossible. Etonné, l'expérimentateur lui montre à nouveau le trou de la baguette et la malléabilité des fils, puis lui indique que la baguette est assez longue, puis sollicite sa participation ! Ven persiste à déclarer l'épreuve impossible et justifie sa détermination : «parce que là il n'y a pas un machin comme ça (= un coude)». L'expérimentateur lui demande si le matériel ne permet pas de le réaliser. Ven répète que c'est impossible. On lui présente alors les petits crochets qu'il refuse en disant : «parce qu'ils sont trop petits». On passe finalement au mat. 3 ; il choisit l'instrument correct.

L'instrument est entièrement détaché des schèmes d'action dont il est issu. Il constitue un tout ayant des propriétés bien définies. Mais il n'est pas décomposable. Le programme qui guidait l'activité de l'enfant se déroulait dans le temps et les régulations représentatives ne portaient que sur les résultats de l'action. Maintenant le programme s'est détaché des cadres temporels liés au déroulement de l'action et le contrôle représentatif s'effectuera dès lors sur les transformations. Si cette évolution se solde par un bénéfice notoire pour l'enfant, elle s'accompagne aussi d'une régression momentanée de ses possibilités de réalisation. Seule une réélaboration va permettre à l'enfant de tirer le bénéfice du nouveau statut de l'instrument.

Cette analyse va nous permettre de mieux comprendre pourquoi la réussite est également si tardive avec les petits crochets utilisés plus particulièrement par Bussmann. Il peut paraître surprenant que relier deux crochets constitue une difficulté aussi grande que de joindre deux bâtonnets par un petit fer et de confectionner et fixer un crochet ; et pourtant c'est bien le cas. Ceci montre encore que la signification des objets est relative, à ce niveau, au contexte dans lequel ils se situent et à l'action anticipée. Cependant on a plus de facilité à comprendre comment les enfants placés en face de bâtonnets et de petits fers peuvent leur attribuer successivement au cours de leur développement, tout d'abord à tous la même signification de prolongement, puis des significations différentes de crochet et de joint, pour parvenir ensuite progressivement à les composer ensemble. Mais il en est exactement de même pour les crochets qui sont vus initialement sous l'angle du prolongement,

puis sous celui des différents types de préhension, saisir, joindre, la seule différence étant leur décomposition progressive. Petits fers et parties recourbées des crochets doivent être considérés comme «crochet relativement au but de saisir le plot et comme «joint relativement au but de l'atteindre.

On peut aussi se demander comment un enfant qui possède des jouets comme un train parvient à accrocher locomotive et wagons par des dispositifs très semblables aux crochets, et pourquoi il parvient si tardivement à ces assemblages dans le contexte de cette expérience. Mais, il faut bien le préciser, la difficulté dans notre épreuve n'est pas dans l'assemblage en tant que tel, c'est-à-dire en tant qu'action. La difficulté consiste à décomposer le schème complexe auquel la situation est assimilée (préhension) en ses composantes ou schèmes élémentaires qui constituent des buts intermédiaires; ensuite, à déterminer quelles portions respectives de l'action vont être réalisées par l'objet et par le sujet lui-même. Et ce n'est que par rapport à un but intermédiaire que l'assemblage des crochets devient significatif. Mais ce dont il faut encore tenir compte, c'est que la partie recourbée du crochet n'est initialement prise en considération que relativement au crochage du plot lorsque cette fonction est attribuée à l'objet (après l'avoir été directement à l'action); il faut ensuite qu'il soit rapporté à la réalisation d'un but intermédiaire (joindre pour allonger). Une telle analyse permet de mieux saisir toute la distance qui sépare l'assemblage de wagons de celui des crochets.

Pour conclure, rappelons brièvement les caractéristiques essentielles de ce stade. Le schème complexe de préhension a été complètement disséqué et ses composantes ont été attribuées séparément aux divers éléments en leur conférant les pouvoirs mêmes de l'action. L'instrument est la réunion de ces divers éléments qui sont chacun pourvus d'un pouvoir autonome, telle la «pince» qui est censée «pincer» le plot. La succession de ces éléments reproduit la succession des actions. Sujet et objet ne sont par conséquent que partiellement dissociés. Seuls les cas limites de ce stade parviennent à une dissociation complète et anticipent un instrument possédant des propriétés stables, mais au détriment des réalisations dont ils sont incapables, faute de pouvoir décomposer l'objet anticipé.

5 Troisième stade

On se souvient que les anticipations des sujets de ce stade étaient des instruments du genre pince et nous avons montré comment ce type d'instruments constituait un cas privilégié de transmission dans lequel l'action effectuée correspond à l'action transmise. Après l'examen des conduites du deuxième stade, on serait tenté de sourire de cet isomorphisme. Mais les pinces réalisées au deuxième stade et celles

anticipées au troisième reflètent des organisations très différentes comme nous allons le voir. Au second stade l'instrument ne transmet pas une action. Il est formé d'un certain nombre d'éléments réunis dont chacun remplit une fonction précise. Ses propriétés sont la somme des propriétés de ses éléments constitutifs. La pince, qui en constitue une des extrémités, possède elle aussi une propriété indépendamment du reste de la construction et conserve avec l'action du sujet des rapports de dépendance fonctionnelle. En revanche, la «pince anticipée à ce stade est un instrument qui possède pour les sujets une propriété essentielle (non pas une de ses parties, mais l'ensemble) : reproduire à distance l'action qu'on lui imprime, donc la transmettre. Du second stade au troisième, on passe d'une simulation de l'action par l'instrument à une transmission de l'action; organisation radicalement nouvelle qui marque l'apparition de ce qu'on pourra véritablement appeler un instrument.

Rey et Bussmann caractérisent le troisième stade par la réussite obtenue après tâtonnement. Rey déclare que le sujet, après s'être convaincu de l'échec des procédés primitifs, se résout spontanément à confectionner un crochet; il attribue une fois encore cette nouveauté au niveau de développement du sujet. Bussmann montre comment, à ce stade, l'enfant parvient à une vue d'ensemble des éléments divers (de la boucle du crochet et de son bout recourbé), qui lui permet de combiner les crochets en un seul. Elle explique également que cette conduite nécessite l'établissement de deux relations : une relation de complémentarité entre les éléments et une relation de l'instrument combiné avec le problème.

Mais notre démarche consiste à montrer comment les conduites des stades précédents étaient nécessaires pour que l'enfant parvienne à dominer l'épreuve. Ces conduites antérieures ne sont pas abandonnées, elles sont intégrées dans les nouvelles qui naturellement les dépassent et les corrigent. Les schèmes d'action, dont l'application a permis de construire les qualités des objets, ne sont plus attribués à l'objet. Ce dernier possède alors des qualités ou propriétés indépendantes de l'action. Action et objet étant distincts, le sujet peut établir des relations entre eux et du même coup conférer aux instruments un pouvoir de transmission. Les applications antérieures ont d'autre part rendu possible l'intériorisation des schèmes, ce qui permettra au contrôle représentatif de se conjuguer aux régulations perceptivo-motrices pour porter alors sur les actions-transformations et plus seulement sur les résultats de l'action. L'instrument et l'action étant distincts, c'est avec le dispositif que s'établissent alors des dépendances ou fonctions constituées afin de réaliser la complémentarité qui doit les unir. L'anticipation d'une pince révèle davantage la nouvelle nature des rapports sujet-objet qu'un mode de résolution de l'épreuve. En effet, ces sujets, mis en face du matériel 1, n'essaient pas, dans la majorité des cas,

de construire une pince, et s'ils le font, c'est en général pour abandonner rapidement cette tentative. Mais l'instrument adéquat n'est pas pour autant réalisable d'emblée. Malgré sa nouveauté l'organisation actuelle, comme on vient de le montrer, s'inscrit directement dans le prolongement des précédentes et en conserve à ce niveau quelques séquelles. En effet, la rétroaction dont ces sujets sont capables n'est encore que partielle. Aussi ce n'est que par étapes qu'ils parviennent à coordonner les différentes parties de l'instrument et à les ajuster au dispositif.

Commençons par examiner les sujets qui, confrontés avec le matériel 1, tentent de réaliser une pince. On pourrait penser qu'après avoir anticipé ce moyen, l'enfant ne parvient pas à s'en détacher. Mais tel n'est pas le cas : sur les quatre sujets qui présentent cette conduite (avec le matériel 1) un seul avait anticipé une pince, deux autres avaient anticipé des variétés de crochets et le quatrième n'avait pas été soumis à cette épreuve préliminaire. Inversement, on voit que ce n'est pas le matériel fourni à l'enfant qui suscite ce type d'instrument, il est inutile de le rappeler. La pince caractérise donc bien une organisation originale de la tâche à ce niveau. Elle concrétise la possibilité de véritables compositions d'éléments constituant un tout, pourvu de certaines propriétés indépendantes de l'action du sujet, mais destiné toutefois à transmettre son action.

Voici tout d'abord le plus jeune sujet de ce stade :

Mad(5;2). Commence par introduire deux petits fers écartés en forme de pince dans le bocal puis les retire. Elle dispose alors côte à côte les deux bâtons qu'elle relie à une de leurs extrémités par un fer (réalise ainsi une deuxième pince). Essaie son montage et déclare : «c'est un tout petit peu trop grand (le bocal)». Elle ressort sa construction et dit : «c'est dommage qu'il n'y a pas un trou là (sur la section du bâton), comme ça on pourrait enfiler les petits fers, ça rallongerait». L'expérimentateur lui demande alors si on pourrait faire autrement. Mad prend un bâton et enfle un fer dans chacun de ses deux trous, puis retire le fer supérieur et essaie de le planter sur la section du bâton et de relier l'autre bâton de cette même façon. Abandonne son idée et ne conserve qu'un bâton muni d'un fer à son extrémité inférieure. Confectionne un crochet avec le fer. L'instrument est trop court. Elle modifie le crochet de façon à l'allonger un peu. Après plusieurs essais, elle s'exclame brusquement : «je vais remettre un bout de fer puis j'arriverai, j'en suis sûre, j'en suis sûre, j'en suis sûre!» Ajoute le deuxième bâton au moyen d'un fer, montage correct, et réussite.


Mad, en plus de la pince, présente toutes les conduites typiques de ce stade : prolongement par emboîtement, recherche des complémentarités du matériel, façonnage d'un crochet, combinaison crocher-allonger. Mais avant de passer à l'examen de ces diverses conduites caractéristiques, examinons encore les sujets qui désirent

réaliser une pince. Certains, comme Mad, après avoir constaté l'impossibilité de cette solution, l'abandonnent et parviennent à organiser différemment les données. D'autres restent fixés à cette solution comme s'il s'agissait du seul type d'instruments possible et bien qu'ils voient d'emblée parfois l'impossibilité de le réaliser. Cette attitude les conduit à refuser d'agir et à déclarer la tâche impossible. Sommes-nous en présence d'une caractéristique individuelle ? Nous ne le pensons pas, étant donné que les sujets qui refusent d'agir faute de pouvoir réaliser leur idée sont sensiblement plus âgés (6 ; 6 et 6 ; 8) que ceux qui abandonnent assez rapidement ; nous retrouvons par conséquent à ce stade l'évolution constatée dans les deux stades précédents. Plus le schème assimilateur s'impose solidement, plus il est caractéristique de l'organisation du sujet. Nous pouvons donc considérer ces réactions comme les plus typiques du stade.

Examinons à ce propos le cas de Mar :

Mar(6;6). Hausse les épaules et n'entreprend aucune action. L'expérimentateur lui demande d'essayer. Hausse à nouveau les épaules. Sur la sollicitation répétée de l'expérimentateur, Mar saisit les deux bâtons qu'elle tient écartés comme les bras d'une pince, les introduit dans le bocal et déclare : «ils sont trop courts». Nouveaux encouragements. On lui demande comment il faut faire. Mar dit : «il faut des plus grands bâtons». Elle se décide toutefois à agir et enfle un fer dans le trou d'un bâton. Observe l'extrémité du bâton et déclare : «il faut un trou là (sur la section inférieure) pour mettre le fil de fer puis ça fait plus long». On lui demande alors comment faire pour faire plus long. Elle superpose les deux bâtons et dit : «on peut pas faire parce qu'on n'en a pas deux» (elle entend deux de cette longueur). L'expérimentateur, qui n'a pas compris sur le moment la conduite de Mar, continue à l'encourager. Mar attache les deux bâtons par un fer mais sans conviction. Elle hausse à nouveau les épaules et finit par dire qu'«on ne peut pas ; il faut deux bâtons». On lui montre qu'elle en a deux et elle répond : «ils ne sont pas assez long. Ce n'est qu'avec le matériel 2 qu'elle parviendra à renoncer à son idée de pincer le plot.

Il est remarquable de voir comment Mar organise d'emblée le matériel et le considère impropre à la réalisation de son idée. Si l'expérimentateur n'avait pas insisté autant, on aurait pu penser qu'elle était incapable d'attacher les deux bâtons pour en fabriquer un plus long. Mais cette action n'avait pas de sens pour elle étant donné qu'elle en voulait deux pour réaliser une pince.

On retrouve chez Mar une conduite typique de ce stade déjà présentée par Mad. Ces deux sujets ainsi que d'autres cas souhaitent que le bâton possède un trou sur une de ses sections (supérieure ou inférieure) :  de façon à pouvoir construire un instrument d'une longueur suffisante en emboîtant un petit fer dans le bâton. L'ap-

parition de cette conduite à ce stade précis ne nous paraît pas fortuite. Il s'agit selon nous d'une réalisation concrète d'une addition partitive. Nous ne pensons pas pour autant qu'un enfant plus jeune n'est pas capable d'emboîter deux tiges, d'autant moins que W.Köhler est parvenu à le faire réaliser à ses chimpanzés ! Mais comme nous avons déjà eu l'occasion de le voir au stade précédent, cette action peut être insérée dans différents contextes, ou encore se référer à des buts plus ou moins lointains. D'autre part elle peut s'inscrire dans une perspective "fonctionnelle" comme dans une perspective "logique". A ce stade, ce sont deux éléments différents que le sujet identifie comme appartenant à un même tout et qu'il tente d'emboîter : il ne s'agit plus de réunion individuelle d'éléments mais de la réalisation d'un tout. Cette interprétation nous paraît la seule qui puisse rendre compte de l'apparition aussi tardive de cette conduite ou de sa généralisation dans la problématique de Bussmann.

Il est temps de citer d'autres cas qui présentent cette conduite. Signalons au préalable que les deux sujets que nous allons examiner débutent par une autre conduite typique (cf. Mad également) que nous appellerons «recherche des complémentarités du matériel : les différents éléments du matériel sont d'emblée vus comme complémentaires, donc comme parties d'un tout présumé, si bien que l'enfant s'oriente souvent pour commencer dans l'exécution de ces complémentarités sans tenir compte de la tâche elle-même. On en prend conscience lorsque l'enfant regarde le bocal. Après avoir réalisé sa construction ; généralement il la démonte en partie. Ces enfants procèdent comme s'il s'agissait d'un puzzle où l'on sait que tous les éléments sont nécessaires à la réalisation et qu'il n'existe qu'une façon de les composer. C'est ainsi que les petits fers seront automatiquement enfilés dans les trous des bâtons. Mais cette attitude est rapidement abandonnée comme nous allons le voir :

Dub(5;11). Prend d'emblée un bâton et un fer et demande : «on le met là (trou) ?». L'expérimentateur lui dit de faire comme il l'entend. Dub exécute, prend un second fer et demande : «de l'autre côté ?» (= dans le second trou). Ces questions dénotent bien qu'il s'agit d'une pure recherche de complémentarité des éléments du matériel. L'expérimentateur répète alors la consigne et Dub interrompt sa construction. Il conserve un bâton muni d'un fer recourbé «pour attraper le plot. Essaie et dit : «on n'arrive pas, parce qu'il est trop petit le bâton. On l'encourage à poursuivre sa recherche. Dub persévère avec son instrument dont il modifie le crochet de façon à allonger le tout. En introduisant ses doigts, parvient à sortir le plot. L'expérimentateur lui demande ce qu'il faut faire pour réussir sans introduire les doigts. Dub répond : «il faudrait faire un trou là (section), puis on met un bout de fer». Il n'a pas d'autre idée.

A part les conduites d'emboîtement et de recherche de complémentarité, Dub offre une troisième conduite représentative de ce stade : la combinaison crocher-allonger. Comme on vient de le voir, Dub, après avoir construit un crochet et constaté l'insuffisance de son instrument du point de vue de sa longueur, utilise le fer à la fois pour allonger sa construction et crocher le plot.

Fra(6;8). Prend les deux bâtons, les place devant lui, introduit deux fers dans les trous du premier et le troisième fer dans un trou du second et demande : «avec les deux (constructions) ou seulement avec une ?» Neutralité de l'expérimentateur ! Fra prend le premier bâton muni des deux fers et l'introduit dans le bocal. Il déclare : «je peux pas ; il faudrait un petit trou là (section inférieure), ça ferait plus long ; je ne peux pas mettre la main dedans parce qu'après je ne pourrai plus la sortir». Nouveaux essais ; en introduisant ses doigts comme Dub, il parvient à sortir le plot. On lui rappelle qu'il ne doit pas introduire ses doigts. Fra s'exclame alors : «ah ! il faudrait avoir une plus longue main». L'expérimentateur répète l'interdiction. «Un plus long bout de bois», dit alors Fra. Il juxtapose alors les deux bâtons et les relie avec un fer. Réussite.

Un dernier type de conduite est encore représentatif de ce stade ; on l'appellera «réalisations successives». Les sujets commencent par construire un instrument de grandeur suffisante. Faute de crochet ils ne parviennent pas à sortir le plot et détruisent leur première réalisation. Ils construisent alors un instrument muni d'un crochet mais négligent leur premier point de vue. Nouvel échec et nouvelle destruction. Ce n'est que dans une troisième ou quatrième construction qu'ils réussissent à coordonner ces deux points de vue. La caractéristique majeure de cette conduite, c'est la destruction des constructions qui n'ont pas conduit à la réussite. Il s'agit d'une rétroaction complète mais elle n'est possible qu'en action, ce qui définit ses limites. Certains sujets détruisent également l'instrument adéquat après avoir réussi l'épreuve, comme le cas cité ci-dessous qui ne veut pas que le prochain sujet sache tout de suite comment faire ! Il semble que cette décomposition leur procure un vif plaisir.

Bel(6;5). Introduit un bâton dans le bocal, le repose, prend le second et dit : «je veux voir si l'autre il va. S'arrête ensuite quelques instants puis s'exclame : «ah ! j'ai une idée !» Relie les deux bâtons par un fer, plonge son instrument dans le bocal puis déclare «ça va pas mon idée». Détruit son instrument. L'expérimentateur l'encourage. Il fixe un fer à l'extrémité d'un bâton et confectionne un crochet. Constate l'insuffisance de sa construction, la détruit et refait la première toujours sans crochet, l'essaie puis déclare «je vais encore prendre ces deux fers». Il fixe le premier, lui attache le second qu'il recourbe. Il essaie son instrument et dit : «je devrais faire un petit peu plus crochet ici» (= recourber davantage le dernier fer). Exécute et réussit à sortir le plot. Il le réintroduit toujours avec l'instrument qu'il

détruit ensuite en disant : «il faut le défaire parce qu'autrement l'autre va tout de suite savoir comment faire» !

Lorsque les rétroactions pourront s'effectuer intérieurement, l'évolution des conduites sera achevée. On parlera de réussites immédiates, elles caractériseront le quatrième stade. Dans les conduites de Bel, nous voyons également dans le façonnage du crochet une recherche de complémentarité avec le dispositif. Cette complémentarité n'est pas atteinte d'emblée, elle nécessite à ce stade un ajustement progressif que Bel traduit de façon amusante par sa formulation : «je devrais faire un peu plus crochet. Il s'agit en fait d'une fonction constituée qui relie l'instrument (le crochet ici) au dispositif (l'anneau du plot).


La complémentarité de l'instrument avec le dispositif et celle des éléments du matériel entre eux sont devenus possibles à ce stade parce que l'instrument, élaboré durant les deux premiers stades, a été entièrement dissocié des particularités de l'action. Il est devenu un tout constitué de parties qui lui sont rattachées par des rapports en élaboration et constituable à partir des éléments par leur composition. Mais en fait ces rapports ne font que s'établir, ils ne sont pas encore maîtrisés à ce stade. Notamment les deux fonctions principales du schème de préhension (dans cette situation) ne sont pas encore coordonnées au niveau représentatif. Les exemples cités nous montrent comment ces fonctions sont bien dissociées, mais ne peuvent être juxtaposées sans réelles coordinations. Tout au plus ces sujets parviennent à les superposer dans ce que nous avons appelé les combinaisons crocher-allonger. Aussi les rapports entre l'instrument et ses composantes nécessitent-ils quelques réglages pour être entièrement dominés.

La causalité connaît une évolution corrélative : dans la mesure où les objets peuvent être qualifiés indépendamment des actions qui leur sont appliquées, les propriétés de l'action ne leur sont plus attribuées et l'enfant peut alors établir les rapports qui unissent les objets. L'instrument peut donc à ce niveau transmettre l'action. Une intériorisation complète des démarches du sujet (dont certains cheminements n'étaient possibles à ce stade qu'en action) va permettre la réalisation immédiate de l'instrument comme nous allons le voir au stade suivant.

6 Quatrième stade

La complémentarité qui doit relier l'instrument au dispositif n'était obtenue au stade précédent que par ajustement progressif. Or, comme nous l'avons déjà annoncé, cette complémentarité est obtenue à ce stade dès l'anticipation. Les instruments du type canne à pêche réalisent parfaitement cette complémentarité avec le dispositif, particulièrement entre l'anneau et le crochet.

Aucun sujet de ce stade n'anticipe uniquement une pince. Ceux qui néanmoins en anticipent une donnent ensuite une seconde ou troisième anticipation du type canne à pêche. On peut donc bien une fois de plus considérer la pince comme une étape où le sujet ne tient compte que d'une partie des données de la situation. La prise en considération de la situation entière ne peut conduire qu'à un instrument qui utilise en particulier l'anneau qui surmonte le plot et l'étréoussure du col du bocal. Dans ce sens la canne à pêche constitue elle aussi un niveau d'organisation nettement distinct.

Quant à la complémentarité des éléments du matériel entre eux, elle était découverte ou recherchée par les sujets du troisième stade mais sans qu'ils établissent directement de rapport avec le but à atteindre, alors qu'à ce stade le rapport est immédiat ; il devient évident pour les sujets que ce matériel a été composé pour être assemblé de façon à réaliser un long crochet. On pourrait penser que cette évidence est due à la parenté qui existe entre les anticipations des sujets et le mode de résolution «imposé» par le matériel, et que par conséquent il pourrait en être de même au stade précédent si le matériel se prêtait à la construction d'une pince. Ceci nous paraît un faux problème : comme nous l'avons dit (mais il est utile de le répéter) les anticipations ne sont pas un mode strict de résolution de l'épreuve ; elles symbolisent bien davantage le degré d'organisation du sujet et la nature de ses rapports avec les objets. Les pinces du troisième stade marquent l'accès de l'instrument à un statut d'indépendance (!) et du même coup l'apparition de son pouvoir de transmission ; en revanche les rapports entre ses parties ne sont pas dominés. D'autre part, si la pince constitue un mode de résolution possible, il est moins adéquat que l'instrument imposé par le matériel () qui est particulièrement bien adapté à la situation.

Ces remarques permettent par ailleurs de comprendre la nature coercitive du matériel qui ne permet la réalisation que d'un type d'instruments. Les variantes que l'on peut introduire dans sa réalisation sont très restreintes. On peut tout au plus réaliser l'allongement au moyen d'un fer sans le deuxième bâton et on peut fixer ce fer, soit au sommet du bâton, soit à son extrémité inférieure en disposant les crochets en chaîne. Ces solutions se rencontrent mais elles sont rares, bien que tout aussi adaptées. Citer des exemples ne présente par conséquent que peu d'intérêt. Toutefois confirmons l'achèvement de cette évolution par l'examen de quelques conduites. Tout d'abord, relativement à cette complémentarité des éléments qui est d'emblée mise en rapport avec le but à atteindre, citons un exemple extrême :

Tas(5 ; 11). Construit d'emblée un instrument correct en reliant les deux bâtons

par un fer et en fixant un deuxième fer à l'extrémité inférieure auquel il donne la forme correcte. Toutefois il enfle le troisième fer à l'extrémité supérieure de sa construction, ce qui est inutile mais épuise les complémentarités des éléments du matériel. Voici comment il rend compte de sa réalisation : «il faut mettre un fer là-dedans, puis l'autre ici puis l'autre ici ; puis il faut faire un crochet».

Voici un autre exemple :

Pro(8;0). Commence par demander : «il faut mettre les fers dans les trous?» comme s'il se centrait sur cette seule complémentarité. Mais encouragé à réaliser l'épreuve il construit immédiatement l'instrument adéquat. Voici le compte rendu qu'il fait de sa construction «il faut mettre un morceau de fer (crochet), attacher l'autre bâton avec un fer puis ça fait une petite canne à pêche».

Par sa dernière expression, *Pro* montre comment l'assemblage des éléments a pour lui une signification d'ensemble : «ça fait une canne à pêche».

La première inspection du matériel définit immédiatement pour tous les sujets de ce stade un programme de construction. Malheureusement peu d'entre eux expriment leurs intentions. En voici tout de même deux exemples : *Dar* (6;2), dès sa prise de contact avec le matériel, déclare «je veux les accrocher (les bâtons) pour les faire plus longs, sinon on n'arrive pas au bout», et *Lou* (8; 11) déclare aussi d'emblée : «il faudrait accrocher ces bouts de bois» Voici un dernier exemple de la façon dont un sujet exprime sa réalisation : *Mir* (6;6). «j'ai tout mis ensemble, tout accroché les petits fers et les petits bois».

Pour terminer mentionnons encore un sujet qui résout le problème par une variante : *Dan* (6; 4), au lieu d'assembler les deux bâtons, construit une chaîne de trois crochets à l'extrémité d'un bâton ; voici son récit «j'accroche les deux fers là (1 à 2) et puis les deux là (2 à 3) pour faire plus long ; là (troisième fer) j'ai plié (pour faire un crochet)».

Si ce matériel s'est avéré très intéressant pour mettre en évidence les différents niveaux d'organisation des sujets, il ne permet pas de préciser bien davantage les caractéristiques de son achèvement, à savoir : la complémentarité idéale entre l'instrument et le dispositif, la coordination des diverses fonctions réalisées par l'instrument, la maîtrise complète des rapports entre ses parties.

7 Conclusions

Pour bien saisir la progression des conduites dans cette épreuve, il faut comprendre que la situation est assimilée, à tous les niveaux, au schème complexe de préhension et que l'évolution se caractérise tout d'abord par sa décomposition en schèmes élémentaires transposés sur un nouveau plan, décomposition qui permet la

construction d'instruments qui simulent l'action du sujet ; ensuite par le regroupement de ces schèmes élémentaires (transposés) en un nouveau schème d'ensemble, qui rend possible l'anticipation d'un instrument dissocié de l'action qu'il transmet ; et enfin par la différenciation de ce nouveau schème d'ensemble, c'est-à-dire la composition des rapports entre ses constituants et son ajustement aux situations auxquelles il s'applique. Si l'on confronte l'évolution des conduites dans cette épreuve à celle du schème de préhension, on est frappé par leur analogie. Le développement de ce schème sensori-moteur s'effectue entre 4 et 12 mois. Il débute par des mouvements du bras en direction de l'objet convoité, la main étant transportée passivement ; la préhension est alors un «empaument». A ce niveau ce sont les articulations supérieures (épaules, coudes) qui déterminent les mouvements de la main. Le schème s'affine ensuite jusqu'à la réalisation de la pince pouce-index ; on parle de la digitalisation de la préhension ; c'est alors la main qui détermine le jeu complexe des articulations des membres supérieurs. Mais à cette étape le schème connaît encore une évolution : son ajustement aux objets extérieurs. Par la suite ce schème pourra s'appliquer à différentes tâches prenant alors diverses significations ; on retiendra en plus de sa signification première de préhension celle de joint ; c'est ce que Piaget appelle la recherche de moyens nouveaux par différenciations des schèmes connus, qui caractérise le cinquième stade sensorimoteur (10-12 à 16-18 mois).

En outre, durant cette évolution s'effectue entre 8 et 10 mois ce que Piaget a appelé la dissociation des moyens et des buts, qui suppose «une articulation mobile des schèmes élémentaires composant le schème total».

Si notre analyse des conduites est claire, nous devrions pouvoir nous passer d'explicitation cette analogie qui nous paraît devoir sauter aux yeux. Toutefois, en guise de conclusion, nous allons l'ébaucher. Durant les deux premiers stades qui caractérisent en fait une seule étape, le sujet, grâce à la fonction symbolique, parvient progressivement à se dissocier de son action. Il y parvient en appliquant aux objets, de façon à les rendre signifiants, des éléments toujours plus nombreux de son action (schèmes partiels). L'unité comportementale (que constitue le schème) est brisée pour se dissocier en deux composantes : l'une qui demeure motrice et l'autre qui s'objective à proprement parler en devenant instrument. La composante motrice se restreint jusqu'à l'objectivation complète du schème en un instrument plurifonctionnel qui figure ou représente ses différentes composantes. En même temps l'objet-instrument quitte progressivement la dépendance qui le rattachait à l'action. C'est ainsi que l'instrument réalise tout d'abord dans le premier stade le rôle des articulations supérieures (épaules, coudes) qui permettent d'atteindre l'objet. Dans le second stade on assiste à la «digitalisation de l'instrument» sous la forme grossière de la cuillère dans les

anticipations, jusqu'à la simulation de la pince pouce-index dans les constructions. Cette évolution que l'on peut appeler proactive (et qui reproduit la loi céphalo-caudale) va brusquement s'inverser pour devenir rétroactive de la même façon que la main qui, de dirigée, est devenue dirigeante. Ainsi la pince simulée et dirigée du second stade devient «dirigeante au stade suivant.

La deuxième étape, qui comprend les stades III et IV, voit réapparaître l'action qu'on peut appeler opératoire parce que dirigée et surtout contrôlée par la représentation. Dissociée des objets qui sont alors qualifiés, l'action parvient à les composer. L'instrument opératoire est né ; il constitue un tout dont les rapports entre les composantes doivent encore s'affiner ; c'est le passage du troisième au quatrième stade. Durant cette seconde étape l'instrument est progressivement ajusté à la situation à laquelle il se rapporte, à la manière dont la pince digitale s'ajuste aux objets extérieurs. Enfin cette dernière étape voit apparaître la différenciation de la signification du «crochet qui peut être simultanément utilisé pour joindre et pour prendre.

Alors qu'à son achèvement la préhension est considérée comme un «acte cortical», ce qu'il faut entendre comme un acte appartenant à une organisation d'ensemble (le groupe des déplacements), l'instrument à son achèvement s'insère lui aussi dans une organisation d'ensemble (les structures de groupement) qui définit les relations logiques et causales entre l'instrument et ses éléments et entre l'instrument et la situation.

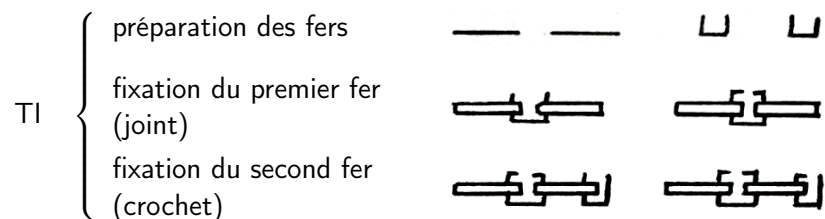
Chapitre III

Contrôle : Reproduction de la construction de l'instrument avec le matériel 1

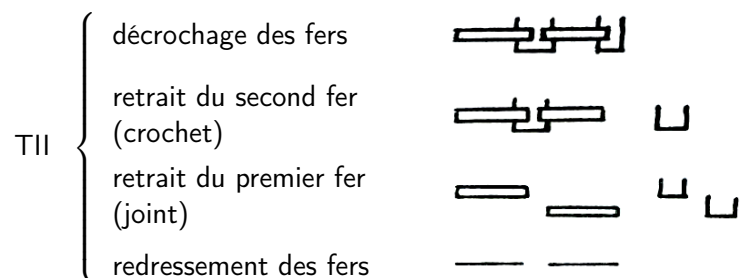
L'analyse que nous venons de faire nous a permis de voir comment l'enfant parvenait spontanément à organiser la situation qui lui était présentée et nous avons pu mettre en évidence deux types d'organisations franchement différentes : une première organisation qui donne naissance à un instrument plurifonctionnel dont les éléments sont juxtaposés, et une seconde qui définit sa composition d'ensemble et ses rapports avec le dispositif. On peut se demander toutefois dans quelle mesure l'enfant serait capable, quel que soit son niveau d'organisation, de comprendre la construction de l'instrument si elle lui était montrée. A première vue l'entreprise semble vaine étant donné qu'on ne peut assimiler des données qu'aux schèmes que l'on possède et que, comme nous l'avons vu en étudiant la mémoire (Piaget et Inhelder, 1968), une situation est toujours transformée en fonction du niveau d'organisation du sujet. Il est tout de même intéressant de voir comment l'enfant va saisir les liens entre les différentes parties de l'instrument et quelle reproduction va permettre sa compréhension. Mais il ne faut pas oublier que la construction ne prend sa signification d'instrument que par l'utilisation qu'on en fait. On peut par conséquent examiner si cette construction est plus facilement assimilable lorsqu'on connaît au préalable son utilisation, donc sa signification d'ensemble, ou au contraire s'il est plus facile d'analyser sa composition sans connaître son utilisation ultérieure (sans vouloir anticiper sur les résultats, nous avons vu précédemment que les constructions réalisées par les sujets ne prenaient une signification en tant que tout qu'à partir du troisième stade ; on pourrait par conséquent supposer que la différence des techniques ne devrait pas modifier les réalisations des sujets avant ce stade). Ce sont les différents points que nous avons voulu éclaircir dans ce contrôle au moyen des deux techniques suivantes :

Dans la première technique (TI) on confectionne de façon standardisée l'instrument sous les yeux du sujet sans qu'il connaisse au préalable l'utilisation qu'on en fera. Une fois construit, on montre au sujet son utilisation, après quoi on fait

disparaître le matériel et on lui demande de raconter l'expérience. On fournit alors le matériel au sujet en l'invitant à reproduire l'instrument.




Dans la deuxième technique (TII) on commence par montrer au sujet l'utilisation de l'instrument (confectionné en son absence), après quoi on le démonte sous ses yeux, également de façon standardisée. On demande alors au sujet, comme pour la première technique, un récit et une construction.



Alors que la première technique fournit au sujet la succession exacte des manipulations qu'il faut exécuter, mais sans qu'il en connaisse l'aboutissement, la seconde lui fournit l'ordre inverse des manipulations mais qui se rapportent à un tout dont il a vu l'utilisation. Soixante sujets ont été interrogés pour ce contrôle (trente par technique)¹. Voici brièvement les résultats obtenus; les sujets se répartissent en quatre groupes qui, comme on le verra, correspondent aux quatre stades de l'épreuve de base.

Pour le *premier groupe* de sujets, les techniques n'entraînent pas de modification dans les résultats. Ces sujets se contentent pour la plupart d'enfiler les fers dans les trous des bâtons; quelques-uns les plient après les avoir enfilés et parviennent grossièrement à reproduire la construction. Mais aucune de ces constructions n'est utilisable. Rin (4;7), TI, dit : «il faut plier, je sais pas comment»; Ste (4;11), TI : «j'arrive pas à faire»; Mic (4;7), TII : «j'arrive pas à faire, je sais pas»; Sab

(4;10), TII : «je sais pas comment le mettre». Cependant, lorsqu'on demande à ces sujets la signification des fers, ils sont capables (on ne l'a pas demandé à tous) de dire que le premier fer (joint) «c'est pour tenir» et le second «pour attraper». Dans leur récit ces enfants commencent par évoquer l'action effectuée et ensuite plus ou moins exhaustivement le matériel : Rin (4;7), TI : «on a tiré un truc qui était dans un pot et dessus il y avait deux bois qui tenaient avec du fer et aussi encore un bout de fer»; Sab (4;10), TII : «vous avez pris le plot et enlevé les machins du chose qui a pris le plot»! La conception de l'instrument, «le chose qui prend», est assez syncrétique à ce niveau, c'est le moins qu'on puisse dire; et pourtant les «machins qui le composent ont déjà des significations et même, pour le premier fer, une nécessité car, comme dit Rin, sans le premier fer «il faudrait un grand fer». Au premier abord ces résultats paraissent contradictoires avec notre étude antérieure où nous avons vu que les différents éléments du matériel avaient tous pour le sujet la même signification. Cependant, il n'y a rien de contradictoire : comprendre le rôle d'un objet, lui attribuer une signification fonctionnelle est possible par assimilation à l'action propre, mais cela ne veut pas dire pour autant que ces sujets comprennent la manière dont l'objet réalise cette fonction ni qu'ils saisissent dans quelles relations il doit être avec les autres objets; la preuve en est faite par les reproductions que fournissent les sujets ainsi que par leur récit où l'on voit une fois de plus que c'est l'action qui à ce stade est efficiente et qui réalise la préhension (on a tiré, vous avez pris, on a enlevé), les intermédiaires n'étant pas mentionnés (*cf.* transmission absolue).

Les sujets du *deuxième groupe* sont centrés sur le crochage du plot; il n'est généralement plus question dans leur récit de «prendre le plot mais de le «crocher», «pêcher» etc. D'autre part ils établissent une dépendance entre cette action et l'instrument : Tir (4; 9), TII «vous avez croché le machin avec ce machin»; Cur (5; 8), TII : «on a enlevé avec un bout de fer le plot qui était dedans (le bocal)»; Zum (5; 11), TI : «vous l'avez pêché avec le fer»; Rob (5; 4), TI : «on a accroché le plot». La plupart de ces sujets parviennent à donner à l'instrument une signification d'ensemble. Nombreux sont ceux qui commencent par dire : «c'était une grue», «c'était une canne à pêche», ou encore «une balançoire». Mais ces dénominations, qui disparaissent chez les sujets plus âgés, traduisent l'attribution du schème de préhension à l'objet : «la grue a pris le plot», «il faut quelque chose qui accroche, comme un crochet d'une grue» ou «on le prend avec du fer comme un tire-bouchons». On ne sera par conséquent pas étonné de savoir que plusieurs de ces sujets donnent au fer de l'extrémité une forme de pince () comme le faisaient les sujets dans leur construction spontanée : TI, Pie (4;5), Ben (4;11),

1. Nous remercions vivement M^{lle} Catherine BESSON et M^{me} Marie-Thérèse PETER-ANEX pour leur collaboration efficace.

Zum (5;11), Cor (6;10); TII, Ren (5;9), Ser (5;11).

A partir de ce deuxième groupe les réalisations sont influencées par la technique de présentation. La seconde technique n'offre pas au sujet la possibilité d'une reproduction «directe de la présentation. Elle nécessite une réorganisation de l'épreuve qui consiste essentiellement à inverser l'ordre et le sens des actions observées. Ainsi, sans être capables de comprendre les rapports qui unissent les éléments, les sujets de la première technique sont néanmoins en mesure d'enregistrer la séquence des actions à exécuter, d'autant mieux que leur démarche à ce stade est essentiellement proactive. D'autre part ils n'assimilent pas d'emblée les objets à la fonction qu'ils réalisent ultérieurement puisqu'ils l'ignorent. Mais ces différences ne sont pas tellement importantes, car comme on le sait, le sujet tend de toute manière à réorganiser les données, on vient d'en avoir un bel exemple avec les pinces ci-dessus.

On peut dire que les réalisations des sujets de la technique II se rapprochent davantage des conduites spontanées, l'organisation ou réorganisation n'étant pas secondée comme avec la technique I par une succession d'actions conduisant au but. Voici un exemple caractéristique de la nature de l'aide apportée par la technique I :

Ben(4;11) donne le récit suivant de la présentation «vous avez pris des bouts de fer, vous les avez tordus et (vous avez pris) les deux bouts de bois et vous les avez tordus encore (les fers) et vous avez mis un bout de fer au bout de la canne à pêche; vous avez attrapé le plot par le fer». On lui fournit le matériel. Ben reproduit fidèlement la construction en suivant les «règles» qu'il vient d'énoncer. Il parvient à sortir le plot. Pendant que l'expérimentateur remet le plot dans le bocal, Ben manipule son instrument et en modifie fortuitement le crochet. Veut essayer à nouveau. Après un premier essai, il façonne le dernier fer en pince. Persévère et ne parvient plus à sortir le plot. Lorsqu'il raconte comment il avait fait pour réussir, il parle de hameçon.

Bien que d'emblée Ben ait donné à l'instrument une signification d'ensemble (canne à pêche), il n'en a visiblement pas compris la composition. Il parvient toutefois à la reproduire en appliquant systématiquement la séquence des actions de l'expérimentateur qu'il a enregistrée sans difficulté. Lorsque sa construction est modifiée accidentellement, il est obligé d'organiser lui-même le matériel et donne une production typique de son niveau.

On retrouve ce phénomène chez les sujets du *troisième groupe*. Avec la technique I ils parviennent d'emblée à la réussite alors qu'avec la technique II ils n'y parviennent que progressivement; leurs constructions diffèrent souvent du modèle et présentent une certaine originalité. Pour les opposer aux sujets de ce groupe, on peut schématiser les récits du groupe précédent par les expressions suivantes «vous

avez croché (le plot) avec un fer» et «vous avez accroché les bâtons avec un fer». Ces applications de l'action aux objets leur confèrent des propriétés. En revanche, pour le troisième groupe de sujets, les objets peuvent être qualifiés indépendamment de l'action qui porte sur eux ou alors l'action transforme l'objet pour qu'il remplisse une fonction précise. Les récits prennent la forme suivante Bri (6;2), TI : «vous avez fait un crochet pour aller prendre»; Bru (5;10), TI : «tu as fait un crochet pour le prendre»; Luc (7;1), TI : «tu as mis les fers dans les trous des bâtons pour les accrocher»; Lis (6;8), TII : «il y avait un fer pour que ça tienne». Cette dissociation progressive entre action et objet donne à ce niveau des expressions surprenantes par leur redondance : Duf (6;0), TII : «vous avez accroché les crochets»; Pat (6;5), TI : «le dernier crochet vous l'avez enfilé là et fait un crochet».

Enfin, un *quatrième groupe* de sujets restituent fidèlement dans leur récit le déroulement de l'expérience. Ceux de la première technique ne précisent généralement pas la signification de chaque action qui est mise implicitement en relation avec l'instrument entier dont l'utilisation est donnée en dernier lieu. Voici deux exemples : Mar (7;0) : «vous avez pris un bâton, enfilé un fer et dans l'autre (bâton) aussi; vous avez mis un bout de fer plié (crochet) et pris le plot», et Wet (8;9) : «vous avez pris les bâtons et les fils de fer, vous avez enfilé dans un trou et dans le trou de l'autre bâton; vous avez mis au bout d'un bâton un bout de fer, vous avez replié et recourbé; vous avez pris (dans la main) le bout (de l'instrument) sans crochet et vous avez tiré le plot avec le bout (de l'instrument) qui avait un crochet». Les récits obtenus avec la seconde technique font mieux apparaître l'organisation d'ensemble dont ces sujets sont capables : Tur (7;8) : «vous avez un petit crochet et un autre au milieu pour tenir; vous avez pris le plot accroché; vous avez ôté le petit machin au bout, vous avez ôté le petit fer qui tient les bâtons». Bel (8;3) : «deux bâtons avec le crochet au bout; vous avez pris le plot puis enlevé les barres de fer et déplié (les barres)». Paz (9;2) : «vous avez pris deux bouts de bois rattachés avec un fer et il y avait un crochet au bout et avec le crochet vous avez pris le plot et vous l'avez sorti et vous avez enlevé les séparations des bois (joint) et le crochet». Quelle que soit la technique, tous les sujets parviennent aussi aisément à reproduire la construction. Rappelons qu'à ce niveau ils seraient tous capables de la trouver seuls.

Ce contrôle vient confirmer et enrichir notre analyse de l'expérience de base. Nous voyons comment les sujets parviennent dans une première étape (les deux premiers groupes) à donner des significations de plus en plus précises à la construction qui leur est présentée. Cette construction est finalement censée réaliser l'action à la manière d'une grue. Mais ces sujets ne comprennent pas comment les objets peuvent

réaliser l'action, faute précisément de ne pouvoir la dissocier de l'objet sur lequel elle porte. On retrouve là cette double démarche d'application et d'attribution des schèmes d'action aux objets. Toutefois la technique I nous a montré comment ces sujets étaient capables de reproduire correctement la séquence des actions nécessaires à la construction de l'instrument, pour autant qu'elle n'interfère pas avec les significations que le sujet introduit lorsqu'il rattache cette construction à la situation. Dans une seconde étape (troisième et quatrième groupes) on voit s'élaborer les rapports causaux qui unissent l'instrument à ses parties et à la situation. L'action est dissociable des objets sur lesquels elle porte et les objets sont qualifiables indépendamment de l'action en cours. Chaque partie est tout d'abord mise en relation avec sa fonction particulière et ensuite avec la construction tout entière ; cette dernière mise en relation traduit bien une compréhension générale de la situation. Alors que dans la première étape l'objet-instrument symbolise les fonctions du schème, dans la seconde il les réalise par les relations qui le lient aux autres objets et à l'action du sujet.

Chapitre IV

Construction d'instruments coudés pour la réalisation de détour. La trappe

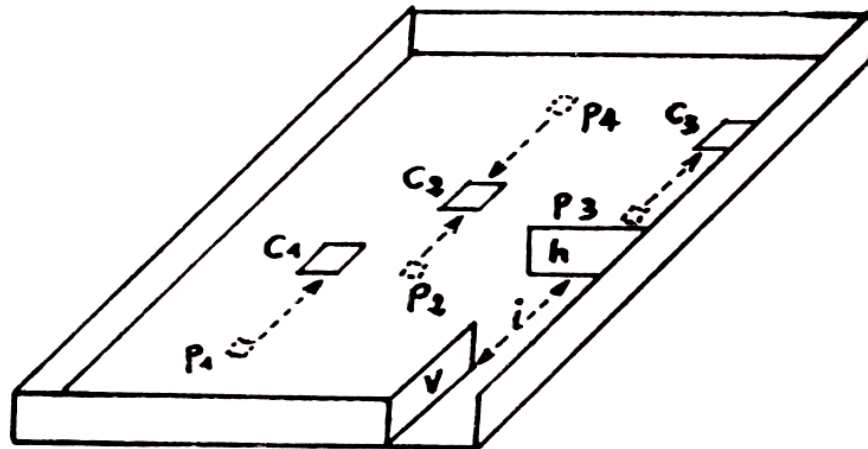
Dans leur étude sur «l'usage de l'instrument chez les singes», Guillaume et Meyerson avaient imaginé deux catégories de problèmes de détour : le détour avec le bâton et le détour sans instrument. Dans la première catégorie, le bâton n'est toujours utilisé que comme prolongement du bras et les diverses tâches consistaient (pour les deux catégories) à faire effectuer un détour à l'objet convoité, soit au moyen d'un bâton, soit directement avec la main (au travers d'un grillage). Ils voulaient déterminer entre autres si la difficulté de ce type d'expériences venait de l'usage du bâton ou si elle était liée au détour lui-même. Ils concluaient leur étude en déclarant que ce n'est pas telle technique (avec ou sans bâton) qui constitue une difficulté pour l'animal, mais que c'est le détour lui-même qui est difficile, signalant notamment que le geste effectué avec le bâton est de la même nature que la préhension. Ils opposaient d'autre part leurs expériences, dans lesquelles c'est l'objet qui doit être déplacé, aux expériences de détour avec le corps tout entier ou détour de locomotion, estimé plus facile par W. Köhler déjà, et n'exigeant aucune invention selon Guillaume et Meyerson.

A quel âge l'enfant maîtrise-t-il ces situations ? Comme on le sait par les études de Piaget, le détour de locomotion est accessible à l'enfant dès la fin de la période sensori-motrice ; il témoigne avec l'objet permanent de l'achèvement de cette organisation. La conduite du bâton est également accessible dès ce niveau. Signalons que certaines expériences de Rey ont montré qu'en compliquant un peu ce type de situations, il fallait attendre cinq ou six ans pour qu'elles soient entièrement dominées par l'enfant.

Que va-t-il se passer si le détour n'est plus réalisé par le sujet, par son déplacement ou par le déplacement qu'il fait subir aux objets (directement avec la main ou par l'intermédiaire d'un bâton) mais est réalisé par l'instrument lui-même ? S'agit-il d'une nouvelle catégorie ou cette situation se ramène-t-elle à une des précédentes ? Dans quelle mesure la transmission de l'action par le simple bâton est-elle de même

nature pour le sujet que celle réalisée par des tiges coudées? Si l'étude antérieure nous permet déjà de répondre en bonne partie à ces problèmes, nous allons voir comment les particularités de la présente recherche nous fourniront davantage de données sur les types de corrections effectuées par les sujets.

1 Matériel et technique

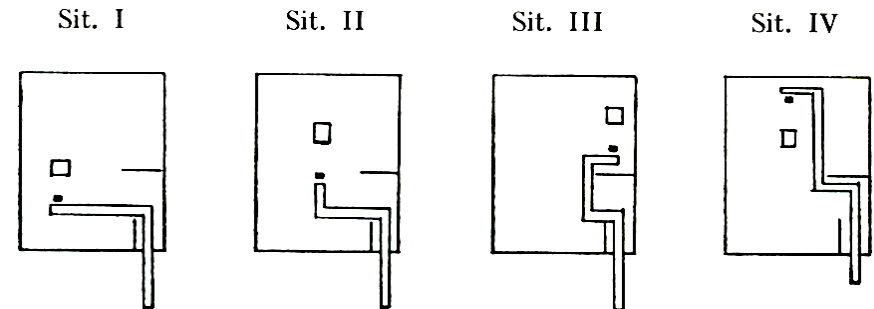


Le dispositif (cf. figure) se présente sous la forme d'une boîte (sans couvercle) dont la base rectangulaire mesure 25/30 cm et la hauteur 4 cm. Sur une des parois latérales de la boîte a été aménagée une ouverture large de 5 cm et deux cloisons (v et h) ont été ajoutées à l'intérieur, de façon à réaliser un petit couloir d'entrée. Sur le fond de la boîte on a collé trois carrés de différentes couleurs (c_1 , c_2 , c_3). On dispose d'un petit cube de bois noir (plot) de 1 cm de côté pour lequel différents emplacements sont prévus p_1 , p_2 , p_3 et p_4). La tâche consiste à déplacer le plot d'une de ces positions jusque sur le carré qui se trouve au-dessus ou au-dessous. Quatre situations sont donc réalisables : de p_1 à c_1 (sit. I), de p_2 à c_2 (sit. II), de p_3 à c_3 (sit. III) et de p_4 à c_2 (sit. IV). Ces différents déplacements doivent s'effectuer au moyen d'instruments (tiges coudées) que l'on actionne de l'extérieur par l'ouverture latérale après avoir posé l'instrument dans la boîte. La direction de ces déplacements est toujours la même ainsi que la distance (l'amplitude) des déplacements (5,5 cm) qui est légèrement inférieure à l'intervalle séparant v et h ($i=7,5$ cm). Seule varie la nature des détours à réaliser pour atteindre le plot. Précisons que les détours nécessaires pour atteindre le plot ne sont pas forcément suffisants

ou adéquats pour permettre son déplacement.

Les instruments sont construits au moyen de petites plaquettes rectangulaires en plastique (LEGO)¹, toutes identiques, de 16/64 mm, qui peuvent s'emboîter les unes sur les autres (par un système de bouton-pression), soit en prolongement les unes des autres, soit à angle droit.

Voici les instruments réalisant les parcours les plus simples pour les quatre situations : La technique se déroule comme suit :



Après avoir fait décrire le matériel au sujet, on lui indique qu'il faut pousser le plot sur un carré mais de l'extérieur de la boîte. On lui demande alors en guise d'anticipation ce qu'il faudrait avoir pour réaliser l'épreuve et on lui suggère ensuite un crayon ou une règle. On a demandé à certains sujets de dessiner l'instrument anticipé, soit sur un schéma reproduisant le jeu, soit sur une feuille blanche. Puis on propose au sujet de construire «quelque chose qui lui permette d'exécuter la tâche au moyen des legos²»

On précise qu'une fois l'instrument posé dans le jeu, il s'agira de l'actionner de l'extérieur sans passer par-dessus les cloisons. Pour mieux faire comprendre aux plus jeunes on dispose d'un couvercle transparent que l'on pose sur le jeu une fois l'instrument introduit. La construction et les corrections de l'instrument s'effectuent en dehors de la boîte. La majorité des enfants ont été interrogés sur les quatre situations dans l'ordre 1 à 4, la première tenant lieu partiellement de démonstration (pour contrôler les éventuels effets de set, un groupe de sujets a été interrogé sur les situations dans l'ordre 3, 2, 4). Pour mieux saisir le degré et la

1. LEGO est à l'origine la marque de fabrique de ce matériel. Comme il est devenu un terme générique, nous l'utiliserons comme nom commun

2. Tous les enfants sont familiarisés avec les légos. Cependant, étant donné l'usage particulier qu'on en fait dans l'expérience, et le nombre élevé des possibilités d'assemblage, on précise au sujet qu'il n'y a qu'une variété de pièces et qu'elles doivent être assemblées soit en prolongement l'une de l'autre, soit à angle droit avec un recouvrement de 16/16 mm.

nature de l'organisation dont l'enfant est capable, on le questionne sur les raisons de ses échecs et des corrections effectuées. Parfois après réussite d'une situation, on a détruit la construction en demandant au sujet de la reproduire. Des modifications à la construction effectuée ont été suggérées ou des instruments à choix ont été proposés¹.

2 Résultats généraux

Schématiquement, l'évolution générale des conduites à cette épreuve se caractérise par deux grandes étapes : la première illustre la genèse de l'instrument et sa dissociation progressive de l'action qui porte sur lui ; la seconde, son ajustement au dispositif par l'établissement de rapports entre ses éléments constituants.

La première étape, qui groupe les deux premiers stades (I et II), montre comment l'application progressive des différents schèmes d'action constitue cet objet-instrument. Dans le premier stade (I) seule la fonction de prolonger lui est initialement attribuée (IA) (relativement au but d'atteindre l'objectif), ensuite celle de contourner (IB). Les autres fonctions sont directement dépendantes de l'action. Dans le second stade (II), la fonction de pousser est abusivement attribuée à l'instrument, elle introduit la prise en considération de la direction qui rend possibles des coordinations nouvelles. Ces applications sont ordonnées, elles se déroulent dans le temps par étapes et donnent à l'instrument un caractère fragmenté dont la composition peut être comparée à ce que Piaget appelle les réunions individuelles d'éléments dans les premières formes de classification. Ces applications définissent de même l'orientation essentiellement proactive du sujet, la subordination à l'action ne rendant possible qu'une rétroaction partielle.

Enfin, l'application de ces schèmes aux objets rend en même temps possible leur intériorisation, qui lorsqu'elle sera achevée donnera un statut opératoire à l'instrument.

Constitué, l'instrument perd son caractère fragmenté. C'est le début de la seconde étape, qui comprend elle aussi deux stades (III et IV). La fonction de déplacer, transmise par l'instrument, établit une dépendance entre l'instrument et le dispositif. Dans le troisième stade, les liens sont établis relativement à la longueur des segments, alors que dans le quatrième, ce sont les rapports entre les différentes parties (de l'instrument et du dispositif) qui sont déterminants. L'intégration se fait dans un système opératoire qui permet aux sujets une rétroaction complète dans les corrections apportées à leurs constructions. L'achèvement de ce système est attesté

1. Nous remercions chaleureusement M^{lle} Claudine DELÉTRAZ pour sa précieuse collaboration et sa patience dans le relevé minutieux des conduites.

par l'associativité des détours, qui n'est possible qu'à ce stade.

Cinquante-quatre sujets de 4 à 8 ans ont été interrogés. Vingt-neuf d'entre eux ont été repris après quelques mois (4 à 10 mois). Les secondes passations seront marquées d'un astérisque (*) après l'indication de l'âge. Nous analyserons ultérieurement le problème des deux passations successives. Dans l'analyse qui suit, nous avons utilisé aussi bien les premières que les secondes passations, ce qui donne un total de quatre-vingt-trois protocoles¹.

La distribution en % des quatre stades décrits est la suivante (les nombres absolus de sujets sont entre parenthèses) :

		I	II	III	IV
N=12	4; 6 - 4;11	92(11)	8(1)	-	-
N=22	5; 0 - 5;5	40(9)	45(10)	15(3)	-
N=13	5; 6 - 5;11	5(1)	55(7)	40(5)	-
N=20	6; 0 - 6;11	-	10(2)	80(16)	10(2)
N=16	7; 0 - +	-	-	40(6)	60(10)

3 Premier stade

Les plus jeunes sujets de 4 ans ont de la peine à comprendre les conditions mêmes de l'expérience. Toutefois la suggestion d'un crayon est acceptée et ces enfants persévèrent dans leur action sans mettre en doute la possibilité de parvenir à effectuer la tâche. A aucun moment, d'ailleurs, la réalisation de l'épreuve ne leur paraît impossible et leur échec n'est pas mis en relation avec les particularités du dispositif. Entre deux baguettes la préférence est donnée à la plus grande, mais c'est l'action qui est responsable de l'échec et de la réussite. Si on fournit à l'enfant l'instrument adéquat, il ne parvient pas à le placer correctement dans le jeu, faute de comprendre la signification de sa forme.

Nous ne nous sommes pas attardés à ces premières conduites. Si elles sont utiles à connaître comme point de départ, le matériel n'est pas conçu pour analyser davantage les possibilités des sujets de ce niveau inférieur.

Nous avons classé ces premiers sujets dans un sous-stade A avec des sujets d'un niveau d'organisation légèrement supérieur, pour lesquels la réalisation de la tâche reste à peu près semblable et est toujours très directement rattachée à l'action ; l'instrument tient lieu avant tout d'un prolongement de cette action. L'enfant ac-

1. Nous tenons à remercier très vivement ici les enseignants des écoles enfantines et primaires de Balxert, Meyrin et Tremblay qui nous ont toujours accueilli avec sympathie et bienveillance.

cepte encore les suggestions de la règle et du crayon et il ne confectionne ensuite spontanément que des instruments rectilignes. On peut parler à ce stade d'une transmission globale et directe, l'objet devant transmettre de façon fidèle les mouvements effectués par le sujet. L'enfant pense pouvoir imprimer à l'objet les actions qu'il désire exécuter : «on le tourne», «faudrait le tourner», disent-ils. Cependant, au cours des essais, l'enfant parvient à ne plus attribuer exclusivement ses échecs à son action mais également à l'instrument et aux obstacles. Voici un premier exemple de cette régulation élémentaire :

San(4; 5). Sit. I. Après avoir accepté la suggestion de la règle et après avoir constaté son échec, elle déclare : «on peut pas le tourner, il est trop grand». Elle accepte alors la suggestion du crayon et constate à nouveau l'impossibilité : «on peut pas le tourner non plus». Lorsqu'on lui demande ce qu'il faudrait, elle indique une longueur intermédiaire entre le crayon et la règle. L'expérimentateur lui construit avec des légos l'instrument désiré ; «on peut non plus pas le tourner», déclare-t-elle. Elle s'empare alors d'un seul légo et après avoir essayé, le déclare «trop petit». Elle se livre alors à des constructions rectilignes, successivement de 2, de 3, de 5, de 4, de 2, de 5 et de 3 légos. Interrompte alors et interrogée sur les raisons de ses échecs, elle se réfère aux obstacles en déclarant : «parce que l'entrée, c'est trop petit. Enfin on lui rappelle la possibilité d'assembler des légos à angle droit et elle réussit.

Lorsqu'on passe à la deuxième situation (sit. II), *San* déclare d'emblée : «j'arriverai avec un truc comme avant». La seule variation qu'elle introduit, c'est la grandeur relativement à l'éloignement plus grand de C_2 . «Je l'ai fait grand», déclare-t-elle (effectivement, elle a construit un instrument dont les deux segments sont plus grands que précédemment). Essai : «je l'ai fait trop grand». Elle commence par le raccourcir à ses deux extrémités, puis supprime le deuxième segment pour se livrer à des variations successives de la longueur de la tige qui lui reste, comme pour la sit. I. Interrogée sur ses échecs, elle déclare qu'il faudrait construire «comme avant» et construit à nouveau un instrument coudé, etc. Placée devant des instruments à choix, elle les accepte tous et choisit le seul qui soit rectiligne. Après l'avoir essayé elle déclare : «il est trop grand».

On pourrait conclure qu'à ce niveau l'enfant n'effectue que des constructions rectilignes par incompréhension de la consigne, par persévérance dans le type d'instrument suggéré par le bâton ou le crayon, d'autant plus que lorsqu'on suggère à l'enfant un instrument coudé il parvient à exécuter la tâche ; par conséquent, sans parvenir à anticiper le moyen adéquat, il en saisirait l'organisation et le principe. Il n'en est rien et pour de nombreuses raisons. Tout d'abord les expressions de l'enfant telles que «tourner la baguette» reflètent bien la manière par laquelle il essaie ensuite de résoudre le problème. Il est particulièrement frappant d'observer la façon

dont les sujets utilisent l'instrument coudé en lui imprimant, en plus de la poussée, des mouvements de rotation, seule l'action étant efficace pour effectuer le détour, ce qui donne une impression de maladresse. Cette réaction nous rappelle celle de plus jeunes enfants buvant leur sirop avec une paille et qui inclinent néanmoins le verre. D'autre part, lorsqu'on passe d'une situation à une autre, il y a bien transfert ou généralisation de l'instrument coudé ayant conduit à la réussite, mais la compréhension, la signification n'y est pas, puisque après échec le sujet (*San*) supprime le deuxième segment, montrant bien par là qu'il ne présente aucune nécessité. Repris après quelques mois, ce même sujet n'effectue à nouveau que des constructions rectilignes. Enfin les contrôles effectués pour le problème de la transmission confirmeront encore notre point de vue.

Si nous avons rapporté les conduites de *San* avec autant de détail, c'est d'une part à cause de son caractère représentatif, mais aussi parce que nous voudrions mettre tout l'accent sur la cohérence de son comportement et l'organisation qu'elle reflète à un niveau nettement préopératoire. Une fois de plus, s'agit-il d'une «activité immédiate et vaine qui empêche l'enfant de prendre le recul nécessaire à une vue d'ensemble», comme le déclare *Rey* (1934, p. 83), ou encore est-ce «faute d'esprit critique ou faute d'esprit inventif, faute de faire des efforts pour améliorer son outillage (p. 84-85) ? Dans sa conclusion, *Rey* parle beaucoup plus justement en déclarant que «l'enfant a une grande difficulté à voir l'outil indépendamment de l'activité qu'il lui imprime ou qu'il désire lui imprimer (p. 223).

Citons quelques autres exemples qui reflètent la même organisation :

Gon(4;6). Accepte la suggestion du crayon. Après essai, déclare : «ça va pas, il est trop long...». L'expérimentateur demande si on peut tout de même arriver : «oui, si on le tourne comme ça». Après son nouvel échec, *Gon* se réfère aux obstacles : «j'arrive pas parce que il y a ce bois (paroi latérale)». Il ajoute pourtant : «je crois qu'on peut» et reprend ses essais infructueux. Il prend une meilleure conscience des obstacles qu'il voudrait éviter en perçant une deuxième entrée. La suggestion de la règle n'est que partiellement acceptée : «je crois qu'elle est trop longue ; faudrait la tourner». Après échec il la déclare insuffisante, en rapport à nouveau avec les obstacles : «non y'a ce machin» (v). Qu'est-ce qu'il faudrait ? «un machin tournant». On lui propose alors des instruments, il en choisit un coudé et réussit. Il justifie sa réussite en déclarant : «parce qu'il est long».

Alors que pour *San* le détour était entièrement fonction de son action, on assiste avec *Gon* à l'attribution progressive de cette action à l'instrument, mais encore sous la forme agie : «un machin tournant» (faute d'une dissociation suffisante entre le sujet et son action). Il s'agit de la transposition du schème au niveau représentatif par son application répétée ; transposition qui, une fois achevée, permettra alors au

sujet d'anticiper l'instrument coudé. Voici un autre exemple très significatif de ce passage :

Phil(4;6). Anticipe pour la sit. I «un bout de bois qui tourne là». Il refuse la suggestion du crayon en déclarant : «non parce qu'il (le dispositif) tourne de ce côté». «Il (instr.) doit tourner comme ça pi après comme ça pour pousser». Malgré cette anticipation qui paraît traduire une représentation correcte, Phil construit ensuite un instrument rectiligne en déclarant : «peut-être que ça tourne pas», témoignant par là d'une dissociation insuffisante ; l'action doit encore pour lui être effectuée «activement» par l'instrument. Après son échec il se centre comme les sujets précédents sur la longueur de son instrument : «il faut faire plus grand. Après suggestion du coude il réussit. Il justifie alors l'insuffisance d'un instrument rectiligne : «parce qu'il est trop long».

Nous voyons à travers ces exemples comment l'action est progressivement déléguée à l'objet qui est censé la réaliser. Citons encore l'idée de Mar (5;1) d'une tige en matière plastique qui effectuerait de manière agie le détour. Toute cette évolution s'inscrit dans une même organisation de la tâche où le but à réaliser au moyen de l'instrument est d'atteindre l'objectif. Alors que pour les plus jeunes l'implication était directe : pour atteindre il faut quelque chose de long, elle se double progressivement d'une seconde : pour atteindre il faut quelque chose qui tourne. Cette nouveauté caractérise le second sous-stade B.

C'est ainsi que les sujets du stade IB parviennent à anticiper un instrument coudé et témoignent par là même d'une intériorisation complète du schème du détour ; mais comme nous allons le voir, ce schème n'est pas directement généralisable :

Dan(4;9). Après avoir proposé de supprimer successivement tous les obstacles, elle refuse la suggestion du crayon «parce qu'il va tout droit, il peut pas tourner». L'expérimentateur lui demande ce qu'il faudrait avoir ; «un petit bout de bois comme ça qui va là et là». On lui fournit les légos avec lesquels elle confectionne rapidement l'instrument adéquat. A la situation II, Dan construit à nouveau un simple coude mais globalement plus grand. Après avoir échoué, elle déclare : «il faut ôter h». Malgré des encouragements, Dan continue à affirmer que seule la suppression de l'obstacle permettrait de réussir l'épreuve. Placée en face des instruments à choix, elle sélectionne les instruments ayant un deuxième coude à l'exclusion des autres. Elle ne parvient cependant pas à justifier la valeur de cet instrument autrement qu'en affirmant la nécessité de ce troisième segment. Pour la troisième situation, ce n'est à nouveau que par la suppression de *h* que Dan anticipe la solution de la tâche. Le choix, cette fois, n'est que partiellement correct. Elle identifie deux instruments différents par insuffisance de coordination des différents tournants.

Nous voyons comment, pour ce sujet, atteindre le plot constitue la solution du problème ou tout au moins la seule fonction attribuée à l'instrument, le reste

étant laissé à l'action. C'est ainsi que *l'instrument* construit pour la situation II, qui permet d'atteindre le plot, n'est pas mis en défaut après l'échec et la démarche du sujet consiste à déterminer ce qui gêne son *action*.

Alors que Dan ne parvient pas à résoudre la sit. III, un autre sujet qui présente les mêmes conduites qu'elle pour les sit. I et II parvient à généraliser ce schème du détour dans la résolution des situations III et IV dont voici un exemple :

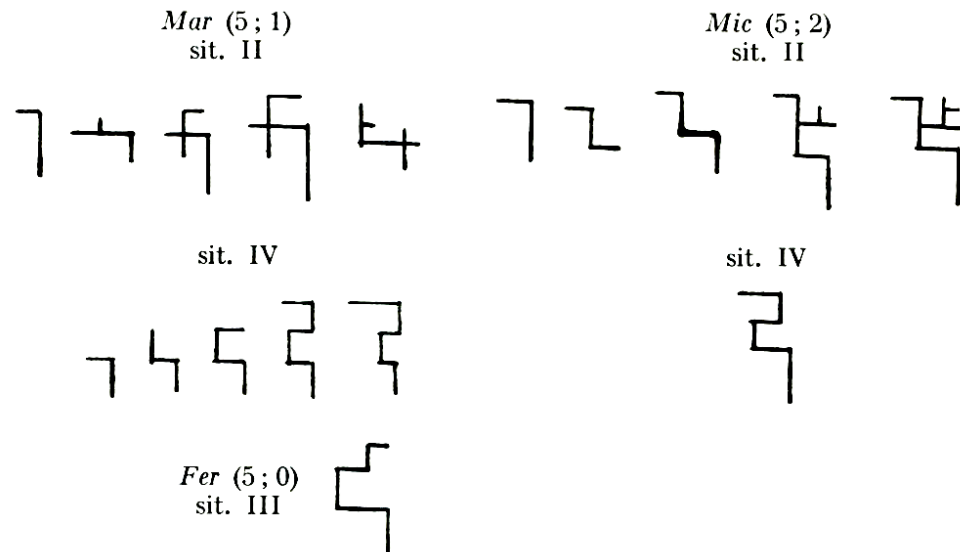
Cat(4;11). Sit. I et II. Mêmes conduites que Dan. Sit. III. Construit à nouveau un simple coude plus grand que pour les sit. I et II et déclare ne pas pouvoir arriver sans supprimer *h*. On passe alors à la situation IV où elle généralise le schème du détour simple en prolongeant son instrument par une série de coudes successifs



; toutefois, elle n'est pas capable d'accommoder ce schème pour réussir la situation particulière. On repasse alors à la sit. III qu'elle réussit en procédant par étapes.

Enfin nous trouvons quelques sujets pour lesquels la généralisation s'étend à toutes les situations. Caractérisant la fin de ce premier stade, ils annoncent également le suivant. L'application systématique du schème du détour relativement à la fonction d'atteindre constitue un programme qui permet à ces sujets de réaliser des instruments pour n'importe quelle position du plot. Mais deux limitations essentielles restreignent considérablement l'efficacité de ce programme : son déroulement temporel, qui traduit sa dépendance encore très grande de l'effectuation de l'acte, et l'absence de prise en considération de la direction (qui pourrait se traduire à ce niveau par «s'approcher de»), qui constituera la conquête du deuxième stade alors que la première limitation persistera.

Une remarque importante reste à faire : On a toujours demandé aux sujets d'effectuer leurs constructions en dehors de la boîte. Cependant on en a autorisé certains à construire leur instrument à l'intérieur de la boîte (ce qui modifie partiellement la nature du problème). C'est le cas pour quelques-uns des exemples cités ci-dessous. Systématisation et limitations donnent aux constructions de ces sujets un aspect assez pittoresque dont voici quelques exemples :



Ces derniers cas annoncent, comme nous l'avons déjà signalé, les conduites du second niveau où cette attribution progressive des schèmes à l'objet se poursuit pour ne plus remplir la seule fonction d'atteindre. Mais avant de passer à l'analyse de ce second stade, nous voulons faire une remarque au sujet des anticipations graphiques demandées à certains sujets.

Avant de laisser au sujet la possibilité de construire un instrument avec les légos, on a demandé à certains d'entre eux, lors des premiers interrogatoires, de dessiner sur un schéma reproduisant le jeu l'instrument qu'ils allaient construire. Or, à ce niveau, les sujets dessinaient des tracés qui semblaient figurer grossièrement la forme correcte des instruments. Que signifiaient ces dessins ? S'ils correspondaient réellement à l'anticipation d'un instrument, pourquoi un tel décalage avec les constructions ? Finalement, en les comparant à ceux fournis par des sujets plus avancés, il nous est apparu clairement que ces dessins ne correspondaient pas à des anticipations d'instruments mais réalisaient simplement des chemins ou des cheminements menant de l'entrée jusqu'à l'objectif. Information précieuse qui témoigne bien de la prise en considération des obstacles et des détours, détours que le sujet est capable d'agir dans le temps comme il le fait avec son tracé au crayon, mais qu'il ne peut initialement pas (et ensuite seulement très progressivement) attribuer à l'instrument.

D'autre part, nous avons demandé à quelques sujets des reproductions graphiques différées des instruments en fin d'expérience. Ces dessins reproduisaient

exactement ce que le sujet avait pu construire spontanément, c'est-à-dire de simples coudés pour les situations I et II avec éventuellement un prolongement supplémentaire pour les situations III et IV, même lorsque dans l'épreuve du choix l'instrument correct avait été utilisé avec profit.

A propos de ces choix d'instruments proposés aux sujets après leur construction, il faut signaler qu'ils confirment notre analyse. Alors que les plus jeunes choisissent la simple barre droite, ceux qui commencent à attribuer le détour à l'instrument les acceptent tous « parce qu'ils tournent », sauf précisément la simple barre ; enfin ceux qui parviennent à généraliser ce schème acceptent pour la situation II, par exemple, tous ceux qui ont trois « lignes » ou plus.

4 Deuxième stade

A la fin du premier stade le sujet est équipé d'un programme qui devrait lui permettre d'atteindre le plot où qu'il soit situé à l'intérieur du rectangle. Mais, est-il besoin de le rappeler, l'expérience ne se limite pas à ce but, de sorte que cette difficulté surmontée, le sujet doit en affronter d'autres. D'une façon un peu imagée on pourrait dire également que cette première étape était nécessaire et qu'avant d'être achevée elle empêchait le sujet de prendre en considération les autres données. Ce langage anthropomorphe n'est destiné qu'à faire comprendre l'organisation progressive que nous décrivons et qui ne dépend pas, bien entendu, d'un choix délibéré du sujet mais qui reflète simplement le processus de l'intériorisation des schèmes (lui-même dépendant du développement du schéma corporel) et pouvant se traduire par un processus d'équilibration.

La nouveauté de ce stade consiste en une dissociation nouvelle entre les fonctions d'atteindre et de déplacer. Tout se passe alors comme si cette dissociation ne pouvait pas se faire sans que ce schème d'action de déplacer ou de pousser soit à son tour attribué à l'objet-instrument. Le programme du sujet, qui ne comportait qu'une seule fonction — atteindre — relative aux propriétés de longueur et de tournant, s'enrichit d'une seconde fonction — pousser — qui introduit une nouvelle propriété : la direction. Cette nouvelle propriété enrichit toute l'organisation antérieure et va permettre ainsi des coordinations nouvelles. A ce niveau de l'analyse, il ne faut pas oublier que ces différents schèmes d'action se déroulent dans le temps en se succédant les uns aux autres. Leur application est également ordonnée. Cette particularité paralyse encore à ce stade les réalisations des sujets qui se contenteront de juxtaposer les segments remplissant ces différentes fonctions. On retrouve là la réplique d'une conduite décrite par Piaget pour les classifications et qu'il a appelée « réunions individuelles d'éléments ». Le passage du successif au simultané

caractérisera le troisième stade, où l'instrument perdra son caractère morcelé et de construction par étapes pour devenir un tout (dont les propriétés ne seront plus la somme de ses composantes) entièrement réalisable avant son utilisation.

Examinons cette attribution abusive de la fonction de pousser à l'instrument. Il est en effet amusant et déconcertant de voir un certain nombre des sujets de ce stade construire un instrument de trois segments pour la première situation. Lorsqu'on demande à ces sujets l'utilité du troisième segment, ils déclarent : Cri (4;11) : «ça pourrait pas partir autrement» ; Ste (5;0) : «ça fait pousser là» ; Cha (5;1) : «c'est pour la direction» ; Pas (5;11) : «c'est ça qui pousse», Cor (6;0) : «ça peut pousser». Toutes leurs constructions ont d'ailleurs cette particularité de se terminer par un segment vertical ayant toujours cette même fonction de pousser : «c'est la raie pour pousser», dit Rie (5;3). Notons en passant que cette conduite s'avère avantagieuse pour la situation II.

Cette nouveauté marque l'apogée de la révolution effectuée par le sujet dans son attitude vis-à-vis des objets : alors qu'initialement il n'attribuait qu'un rôle minime à l'instrument par rapport au pouvoir de son action propre, tout se passe comme si à ce niveau l'instrument était investi de toute l'efficacité et l'action reléguée à un rôle insignifiant. Cette démarche paraît nécessaire pour une prise de conscience adéquate des différentes actions. Avant de s'intérioriser, le schème d'action est dans un premier temps attribué à l'objet ; le sujet pourra ensuite le réincorporer ou encore le réfléchir sur un autre plan, définissant ainsi le processus de l'abstraction. Pour revenir à la notion de direction, nous avons eu par ailleurs l'occasion de voir avec Piaget combien cette notion était fondamentale pour toute l'évolution de la causalité offrant une première caractérisation de la force.

Cette prise en considération de la direction, qui conduit l'enfant à figurer la poussée par un segment vertical, montre à nouveau le caractère morcelé des constructions à ce niveau : il ne s'agit pas d'un instrument mais d'un ensemble de parties juxtaposées ayant chacune un rôle précis : prolonger, contourner, atteindre, pousser. Seule l'extrémité supérieure de l'instrument est modifiée par des adjonctions ou des suppressions d'éléments. La rétroaction est donc encore très limitée. A ce propos il faut citer une conduite très fréquente à ce niveau : la destruction complète de la construction effectuée, pour la recommencer à nouveau. Le sujet traduit bien par là son incapacité à renverser l'ordre de ses applications successives et la nécessité pour lui de repartir à zéro (il s'agit bien là de la particularité fondamentale des fonctions, à savoir d'être ordonnées). Citons à ce propos le cas de Dan (5;3) * qui, à la situation III, détruit quatre fois de suite sa construction, obtenant à chaque essai un même résultat qu'elle estime insatisfaisant !

Avant de citer quelques exemples caractéristiques de ce niveau, il est temps d'ouvrir une parenthèse sur la part d'aléa intervenant dans les constructions des sujets. Considérons la situation III par exemple, où le hasard est souvent déterminant. Appelons *a*, *b*, *c*, etc. les différents segments de l'instrument en commençant par son extrémité inférieure. A ce niveau, les sujets construisent généralement pour



cette situation un instrument de 5 segments *a*, *b*, *c*, *d*, *e*. Le segment *e* est donc destiné à pousser, c'est à peine nécessaire de le rappeler. A ce stade les sujets ne sont pas capables de prendre en considération l'écartement des segments *b* et *d*, qui définit l'amplitude du déplacement. Aussi la longueur donnée au segment *c* est partiellement aléatoire (il faut deux légos). Le sujet qui donne par hasard à *c* la longueur correcte a beaucoup plus de chance de procéder à des corrections le conduisant à la réussite ; c'est ainsi que Cha (5;1) y parvient même sans correction : malgré la présence de *e* il pousse le plot avec *d* tout en déclarant *e* nécessaire ! Par contre la majorité des sujets ne donnent pas à *c* la longueur suffisante et finissent rapidement par déclarer la situation impossible. Voici un exemple :

Rie(5;3). Construit un instrument de 5 segments, l'essaie et déclare : «il est trop grand, faut ôter *e*». Il exécute et essaie : «faut ôter *h* (cloison)». On lui demande ce qu'il faut faire si on ne peut pas ôter *h* : «faut un plus petit légo (pour *e*)». On lui en fournit un. Nouvel essai puis dit : «faut un plus grand (solution initiale) mais ça n'ira pas parce que c'est ça (*h*) qui gêne». Elle considère la situation insoluble.

Il est aussi intéressant de noter que les sujets de ce niveau déclarent la situation impossible plus rapidement que les sujets de la fin du stade précédent. En effet, le programme étant plus riche il se trouve également plus contraignant : il limite en quelque sorte le champ des possibles en augmentant le caractère nécessaire de la construction effectuée.

Cette parenthèse terminée, citons encore quelques exemples de ce niveau :

Cri(4;11). Construit un instrument adéquat pour la situation II et l'utilise avantagusement. On lui demande alors l'utilité du troisième segment : «pour que ça soit plus long, il faut que ça pousse dans le carré». Toutefois, lorsqu'on lui présente un instrument de deux segments mais de même longueur que le sien, il commence par l'accepter. Après échec, il déclare simultanément *a* trop long et la nécessité d'ajouter *c*. On voit comment à ce niveau encore, l'instrument conserve, malgré son caractère morcelé, une propriété globale : sa longueur.

Ina(5;11). Construit un simple coudé pour la situation II et essaie de propulser le plot. Puis brusquement l'idée : «ah ! si on en mettait encore un comme ça (*c*) ça pousserait quand même». Ajoute *c* et réussit. Lorsqu'on lui présente ensuite un

simple coude elle le refuse : «il en faudrait un comme ça (c)», dit-elle, puis l'accepte tout de même quelques instants après en déclarant «oui on peut faire comme ça (geste de pousser)».

Dans ce dernier exemple on voit comment le sujet parvient progressivement à dissocier ce qui est effectué par l'objet de ce qui est effectué par l'action, ou encore à rendre à l'action ce qui lui revient ! Ce début de dissociation annonce les conduites du troisième stade.

Signalons encore que si on détruit les constructions réalisées par les sujets de ces deux premiers stades et qu'on leur demande de les reproduire, la deuxième construction nécessite le même cheminement que la première. On serait tenté de dire : les mêmes tâtonnements. Cependant nous pensons que ce terme est à l'origine de trop de confusions pour qu'il soit possible de l'utiliser à profit. Nous dirions même qu'à aucun moment un sujet ne procède par tâtonnements mais qu'il exécute toujours un programme qui se déroule d'étape en étape. La résolution de tout problème, de toute tâche, s'effectue inévitablement par étapes, que celles-ci soient des actions extériorisées ou des opérations internes. Un certain réalisme fait penser que la solution est déterminée pour le sujet lorsque ces étapes s'effectuent intérieurement, alors que la solution serait indéterminée pour le sujet lorsque les étapes sont extériorisées. Nous pensons que la solution est tout autant déterminée dans le second cas : à toute étape le sujet appliquera à la situation un certain nombre de schèmes bien précis qui détermineront de façon stricte l'étape suivante. On peut se demander alors pourquoi les secondes constructions diffèrent souvent des premières. C'est en fonction de la part d'aléa ou d'indétermination intervenant dans les constructions, comme on l'a signalé précédemment. En effet, un certain nombre de *données ne sont pas signifiantes* pour le sujet et néanmoins peuvent avoir un rôle déterminant dans la solution. Il va sans dire que ces données n'ont que peu de chance d'être traitées deux fois de la même manière, mais modifieront en cas de différence l'analyse qu'effectuera le sujet aux étapes suivantes de sa construction (relativement à ce qui est signifiant pour lui). La grande différence entre ce type de programme (par applications successives) et les programmes ultérieurs dont certaines étapes s'effectueront intérieurement, réside dans la possibilité de rétroaction, c'est-à-dire du déroulement du programme dans les deux sens, comme on l'a vu précédemment.

Pour terminer, mentionnons les choix qu'effectuent les sujets de ce stade après leur construction. Ils confirment les particularités signalées, plus spécialement le fait qu'à ce stade les sujets n'ont encore qu'une représentation fragmentaire des instruments. Leurs choix sont par conséquent dirigés par un caractère dominant de la construction, qui est bien entendu le plus souvent la présence d'un dernier élément

vertical ; les instruments qui en sont dépourvus sont soit rejetés «parce qu'il en faut un comme ça (Ina 5;11) ou «parce qu'il doit y en avoir un ici» (Cor 6;0), soit acceptés pour autant qu'ils soient modifiés «il faudrait juste en mettre encore un là» (Mar 5;1 *). On retrouve dans ce dernier exemple la subordination de toutes les conduites de ce stade à l'action.

5 Troisième stade

Dans les deux premiers stades nous venons de voir comment l'application des différents schèmes d'action permettait l'élaboration de l'instrument. Cette organisation s'accompagne d'un type de causalité spécifique qui consiste à attribuer aux objets les schèmes d'action qui l'ont constitué. L'instrument reste donc imprégné jusque-là des caractéristiques de l'action autant dans sa définition que dans sa construction. Sa construction traduit d'ailleurs bien le caractère ordonné des fonctions. Telle est ce qu'on pourrait appeler la naissance de l'instrument, engendré par les schèmes d'action ! Produit des fonctions constituantes, on pourra dire à partir du troisième stade qu'il réalise des fonctions constituées ou opératoires. Des dépendances entre les schèmes d'action et l'instrument, on passe à des dépendances entre l'objet-instrument et les objets-buts. De cause agissante, si l'on peut dire, l'instrument est devenu moyen.

Ce passage est dû à l'intériorisation des schèmes qui deviennent opératoires, c'est-à-dire réversibles. L'instrument peut alors être anticipé avant d'être construit et utilisé, ce qui le dégage considérablement des cadres de l'action ; ses propriétés peuvent être dissociées des actions qu'il transmet. Il constitue ce que j'appellerais un tout, en ce sens que le sujet ne va pas d'emblée, en cas d'échec, lui ajouter ou retrancher une partie, mais il va en modifier les éléments composants.

Cette nouvelle conception de l'instrument, dont les propriétés sont dissociées de l'action qu'il transmet, se traduit dans toute une série d'expressions des sujets. L'action de pousser, qui était attribuée à l'instrument au stade précédent, est rendue possible, donc transmise par l'instrument. Celui-ci réalise les détours. Rud (5;9) : «je le prends puis ça tourne et puis je pousse» ; Pie (7;1) : «ça tourne et on peut pousser». On voit comment ces sujets distinguent clairement leur action propre des liaisons inhérentes à l'instrument. La limitation essentielle de ce niveau, c'est l'impossibilité de prendre en considération les rapports entre les différentes parties de l'instrument et du dispositif lors des corrections effectuées (c'est le défaut corollaire à son nouveau statut : devenu un tout, il n'est plus décomposable). C'est encore en termes de longueur que raisonnent les sujets de ce stade. Ceci est dû à une indifférenciation partielle entre la distante de l'objectif par rapport au sujet et le

déplacement relatif du plot. Alors que les échecs dans l'utilisation de l'instrument confectionné étaient rattachés par les sujets du premier stade à leur action et aux obstacles, par ceux du second stade à l'élément manquant de l'instrument, ils sont rattachés par ceux du troisième stade à la longueur des différentes parties et non encore aux rapports qui les relient. Ces parties ne sont momentanément plus différenciées, elles sont équivalentes et même, si l'on peut dire, sur-équivalentes.

Les conduites les plus caractéristiques apparaissent à la situation II. Les sujets construisent systématiquement pour cette situation un simple coude et déclarent : «je prends ça et je pousse». Après avoir constaté leur échec, ils déclarent généralement le manche de leur instrument trop grand (en établissant la relation : si je touche la paroi, c'est parce qu'il est trop grand) et en diminuent la longueur ; cette correction est répétée plusieurs fois et l'item est souvent déclaré alors impossible ; d'autres déclarent inversement le manche trop court (en établissant la relation : si je n'atteins pas le but, c'est qu'il est trop court). Enfin certains sujets vont dans la direction des rapports entre segments en modifiant la position du segment *b* par rapport à *a* ou en supprimant l'élément supérieur du segment *a*, ou enfin en effectuant des compensations entre segments.

Examinons quelques exemples. Signalons, pour commencer, les sujets qui effectuent la correction la plus élémentaire : n'atteignant pas l'objectif, ils déclarent leur instrument trop court et rallongent le segment *a* avant de décider que la situation est insoluble à cause de la cloison. En voici un exemple :


Lor(6;0). Construit pour la situation II un simple coude identique à celui utilisé pour la situation I. Après son échec, déclare qu'on ne peut pas réussir «parce qu'il y a la paroi, elle gêne pour aller plus loin». Décide ensuite qu'il faut «faire plus grand». Elle allonge *a*, essaie et dit qu'«on ne peut rien faire», toujours à cause de la petite paroi.

Mais en fait, cette conduite est plutôt transitoire et l'attitude qui consiste à déclarer le manche trop long est beaucoup plus fréquente et nous semble aller davantage dans la direction d'une objectivation correcte de l'insuffisance. En voici des exemples :

Pac(6;2). Après avoir construit un simple coude pour la situation II globalement plus grand que pour la situation I, elle l'essaie et le déclare «trop grand là (*a*)». Elle diminue *a* successivement d'une unité puis de 2. Après échec elle déclare : «c'est trop petit, il gêne (*h*)». Elle défait entièrement sa construction et reconstruit un simple coude, l'essaie, raccourcit à nouveau *a* puis décide que la situation n'est pas possible.

Ant(5;10). Construit un simple coude mais seul le segment *a* est allongé par

rapport à la situation I. Après avoir échoué il déclare : «il y a ça (*h*), Il faut ôter la petite paroi». Puis décide : «faut faire plus petit». Exécute la correction, essaie et dit à nouveau : «faut faire encore plus petit». Toutefois il n'exécute pas cette correction et rajoute alors un troisième segment. Il parvient alors à la réussite. Reprise après la situation IV, cette situation donne à nouveau lieu à la même anticipation. Ant construit un simple coude dont il modifie ensuite la longueur de *a* pour ne parvenir ensuite que très progressivement par adjonctions successives d'éléments (fixés dans le sens de la longueur) à construire une troisième partie qui lui permet de réussir

l'épreuve :  !

Ce n'est donc qu'en recourant à une stratégie d'un type inférieur qu'il surmonte le problème.

Fra(5;10) *. Départ identique aux précédents, raccourcit *a*. Puis rallonge *b* et enfin rajoute un troisième segment et réussit. On lui suggère alors à nouveau un simple coude qu'elle refuse : «non, parce qu'il a un trop long manche». Elle le raccourcit, l'essaie, hésite et enfin rajoute *c* ! Lorsqu'on lui demande d'expliquer l'insuffisance du simple coude, elle ne sait pas.

Cette conduite particulière n'est pas spécifique à la situation II. Mais, par la composition même de l'épreuve, les autres situations sont devenues moins sélectives à ce niveau : elles ont en effet été élaborées pour que des nombres simples d'éléments composent les instruments. Toutefois, voici deux exemples relatifs aux situations III et IV :

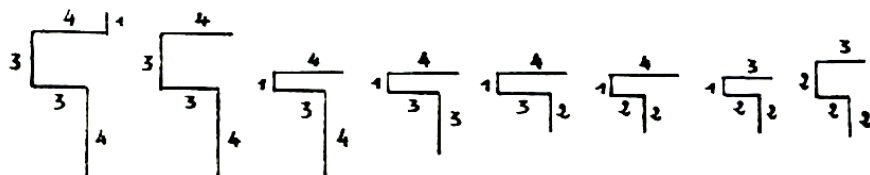
Pie(6;7). Situation III. Construit un instrument dont la forme est correcte mais dont l'écartement des segments *b* et *d* est insuffisant. Après essai il déclare : «non, *a* doit être plus petit, il faut que j'ôte un légo». Corrige, essaie et dit : «il faut que j'ôte toujours un légo» Répète ainsi l'opération jusqu'à suppression complète du segment *a* ! Reconstruit alors un instrument identique au premier, l'essaie et déclare à nouveau : «il faut toujours ôter un légo là (*a*)». On lui signale que c'est ce qu'il vient de faire précédemment. Il justifie alors son intention en disant : «si on le pousse ça rentre là-dedans (*h*)». On lui demande alors ce qu'il faut faire et il déclare la situation impossible.

Per(6;7). Situation IV. Construit un instrument de forme correcte mais dont la distante entre *b* et *d* est insuffisante. Après l'avoir essayé, allonge le segment *a*. Un nouvel essai sera suffisant pour entraîner la correction exacte.

De nombreux sujets parviennent directement aux constructions correctes. Toutefois les limites de leur organisation apparaissent lorsqu'on leur suggère des instruments à choix. La longueur du manche ou d'un segment, l'orientation d'un segment terminal sont souvent déterminants. Dans tous les cas l'analyse est partielle et les

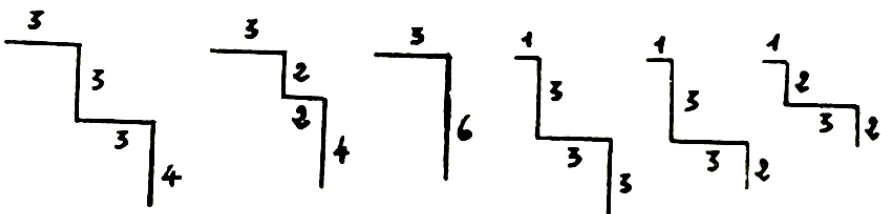
rapports corrects ne sont pas encore envisagés. D'autres sujets, après avoir constaté l'insuffisance de leur instrument, commencent souvent par modifier le segment dont la longueur n'est pas satisfaisante pour permettre le déplacement. Ces corrections sont maintenant possibles parce qu'elles s'effectuent relativement à la transformation et non plus seulement relativement au résultat de l'action. Mais si la correction apportée n'entraîne pas une réussite, le sujet modifie un autre segment et ainsi de suite, compte tenu de l'équivalence des parties de l'instrument à ce niveau. Cette stratégie est à nouveau parfaitement cohérente, étant donné que le sujet ne prend pas encore en considération les rapports entre les parties de l'instrument. Citons quelques exemples :

Mad(6;8). Pour la situation III, construit un instrument de 5 segments. Le cinquième est justifié ainsi : « si jamais ça va pas, c'est pour pousser, résidu du stade II. Après son échec, commence par supprimer ce cinquième segment. Puis corrige *c*, origine effective de l'échec, mais le modifie trop. Modifie ensuite successivement *a* puis *b* puis *d* puis à nouveau *c*, ce qui l'amène à la réussite. Voici ses corrections successives :



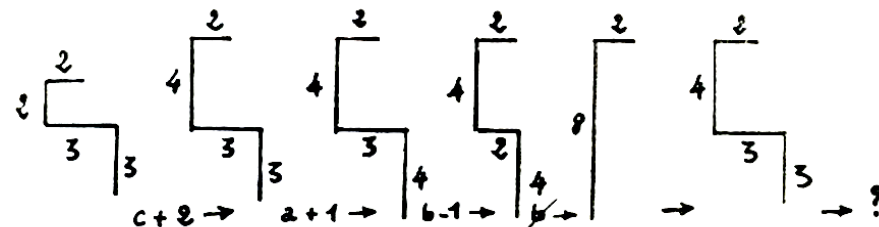
La variation d'un segment auquel le sujet attribue son échec va parfois jusqu'à sa suppression, comme nous allons le voir dans les exemples suivants :

Ant(5;10). Construit pour la situation IV un instrument de 4 segments. L'insuffisance de l'instrument est dans la longueur du segment *b* qui est trop grand. Ant commence bien par raccourcir *b* mais modifie du même coup *c*. Après un nouvel essai Ant supprime le segment *b*, mais reconstruit un instrument à peu près identique au premier. Modifie alors *a* puis *c* et finalement renonce.



Nat(7;0). Pour la situation IV, construit un instrument de 4 segments. Après son premier essai Nat déclare *c* trop petit (ce qui est effectivement le cas) et l'allonge,


mais trop. Ensuite elle allonge *a*, puis diminue *b* jusqu'à le supprimer. Elle n'essaie pas l'instrument ainsi obtenu en le déclarant d'emblée trop long. Elle reconstruit alors un instrument semblable au précédent et après un essai déclare « j'aimerais ôter *b* mais mettre quoi d'autre à la place... ? » !



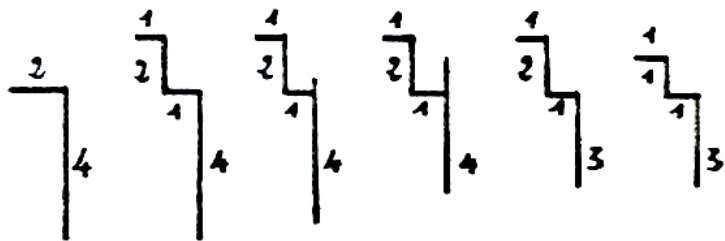
Certains sujets, après avoir localisé une source d'erreur, la font varier systématiquement. Ces variations, comme celles des sujets précédents, permettent une redifférenciation des segments de l'instrument. Dans ce sens, elles constituent des régulations qui conduiront l'enfant vers la découverte des rapports entre segments.

Cor(6;8). Pour la situation II, construit un instrument de 3 segments. Le second est trop court et le troisième trop long. Après son premier essai, elle diminue légèrement la longueur de *c*, puis la diminue encore, puis la rallonge et ainsi de suite. Elle déclare enfin la situation nécessairement impossible : « on ne peut pas, ou c'est trop petit pour aller jusqu'en haut et si on fait grand ça va pas ».

Les premières conduites dans lesquelles on peut déceler une prise en considération des relations entre segments sont assez surprenantes. Elles consistent soit à

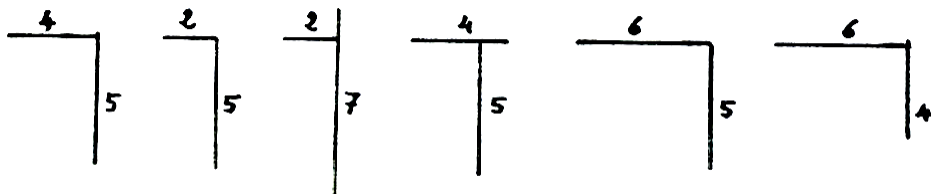
déplacer le segment *b* pour le fixer le long de *a* :  (Tom 6;0 / Cia 6;4 / Pie 7;1 *), soit à ajouter ou supprimer un élément de *a* mais à sa partie supérieure, c'est-à-dire à l'articulation de *ab* (Pac 6;7 / Per 7;0 / Sab 7;2 - 7;8 * / Mad 6;8 / Tir 6;11), soit enfin à établir des compensations entre les parties de l'instrument (Per 6;7 / Mad 6;8 / Tom 6;0). Voici quelques exemples de ces différents types de corrections :

Tom(6;0). Anticipe pour la situation II un simple coude, et déclare : « comme ça et je pousse ». Le construit, l'essaie puis lui rajoute deux segments *c* et *d*. Voici la succession de ses corrections :



Ce premier essai de modification des rapports entre les parties de l'instrument est très intéressant. La décomposition se fait par étapes, il déplace la partie *bcd* par rapport au segment *a* à deux reprises avant de décomposer la partie *bcd* en ses composantes et établir le rapport correct. Après sa réussite, on lui suggère un simple coude. Il le refuse en déclarant qu'il faut soit ajouter *c*, soit retrancher une partie de *a* : «il devrait y avoir une barre (*c*) à moins qu'on puisse le faire plus court» (compensation).

Pac(6;7) *. Construit un simple coude pour la situation II. Après un essai, le déclare trop grand et diminue *b*. Nouvel essai puis allonge *a* et déplace *b* par rapport à *a*. Allonge ensuite *b* et déplace *a* par rapport à *b* ! Allonge *b*, diminue *a*. Echec.



Per(7;0) *. Après avoir réussi la situation II on lui suggère un simple coude qu'il accepte. On le laisse essayer, après son échec il déclare : «ça va pas parce que c'est trop long là (*a*). Il ôte alors le légo supérieur de *a*.

Tir(6;11). Construit pour la situation III un instrument de forme correcte mais de dimensions inexactes (*a* et *c*). Rallonge *a*. Essai. Rallonge *c* en deux fois et essais. «Il y est presque», déclare-t-il. Il rallonge à nouveau *a* (extrémité inf.). Puis après un nouvel essai, rallonge *a* à son extrémité supérieure : «je crois que c'est ici», dit-il. Enfin varie à nouveau *c* jusqu'à réussite.

Sab(7;8) *. Construit un simple coude pour la situation II. Attribue initialement son échec à la cloison *h* : «parce qu'il faut que le bois (*h*) soit avancé». L'expérimentateur lui demande ce qu'on peut faire d'autre, Sab dit : «faut faire plus long». Elle exécute alors simultanément un allongement de *a* à son extrémité supérieure et l'adjonction d'un troisième segment *c*. Questionnée après sa réussite, elle ne considère pas l'allongement de *a* comme nécessaire.

Dun(6;11). Construit un instrument correct pour la situation II. Après sa réussite, on lui suggère d'allonger *a* d'une unité. Il déclare qu'«il faudra alors en ajouter un à *c*» ! (compensation).

Ces conduites marquent le passage au stade IV où nous verrons comment ces rapports sont alors saisis correctement. En conclusion, la fonction de déplacer est remplie par l'instrument dans son ensemble. Le détail des rapports échappe encore à ces sujets, qui sont bien capables d'une décomposition de l'instrument en parties, mais pas encore capables d'établir des rapports entre ces parties. C'est ainsi que les corrections sont apportées à la seule propriété retenue : la longueur des parties, qui commencent par être considérées comme équivalentes. Néanmoins les variations apportées de plus en plus systématiquement à certains segments, rendent progressivement possible la prise en considération des relations entre segments et, du même coup, la compréhension des liens de causalité qui unissent l'instrument à la situation.

6 Quatrième stade

Depuis le troisième stade, l'instrument est dissocié des actions qu'il permet d'effectuer. Les détours qu'il réalise sont correctement saisis et par conséquent sa forme est généralement correcte. Mais, comme nous avons eu l'occasion de le voir, les liaisons internes de l'instrument, c'est-à-dire les rapports entre ses parties relativement au déplacement, ne sont pas comprises. Les premiers rapports que les sujets parviennent à faire, tout en marquant un progrès considérable dans la rétroaction, montrent les limites et les difficultés qu'ils doivent encore surmonter. Ces rapports entre parties sont nécessaires pour dominer entièrement l'épreuve. Le déplacement du plot (est-il besoin de le dire) n'est pas fonction de l'action seule du sujet (mis à part les détours réalisés par l'instrument) mais aussi des dimensions de cet instrument, dimensions elles-mêmes complémentaires du dispositif. Au troisième stade le déplacement était compris en terme de distance à franchir et les corrections se référaient à la longueur des segments. Or, comme on l'a vu, ces variations de la longueur des segments et les fausses compensations entre les parties de l'instrument (considérées comme équivalentes) constituent des régulations qui amènent l'enfant à envisager les rapports entre l'instrument et ses parties et entre l'instrument et le dispositif. La maîtrise de ces rapports caractérise le quatrième stade.

Voyons tout d'abord comment, pour ces sujets, la grandeur totale de l'instrument n'est plus prise en considération, notamment comment l'allongement du premier segment *a* (manche de l'instrument) est reconnu sans conséquence sur son utilisation :

*Dun(7;5) **. Lorsqu'on allonge le segment *a* de l'instrument qu'il a réalisé, il déclare : «ça va toujours parce que ça ressort toujours ici (entrée du jeu)».

Ire(9;1). On procède de même et elle répond : «ça fait rien s'il est trop grand (*a*), on peut dépasser là (entrée du jeu)».

Par conséquent toute modification de *a* ne peut pas compenser la modification d'une autre partie de l'instrument, comme c'était si fréquemment le cas au troisième stade et particulièrement pour la situation II :

Dun(7;5). Refuse pour la situation II le simple coude en disant : «non, parce qu'il va là pi là et on n'arrive pas à aller en montant ; il manque quelque chose ici (*c*). L'expérimentateur lui demande alors pourquoi on ne peut pas monter. *Dun* répond : «parce que c'est trop court». L'expérimentateur suggère d'allonger *a*, *Dun* refuse : «il n'y a toujours pas de chose là au bout (*c*)». L'expérimentateur demande alors pourquoi il faut le faire plus long en haut (*c*) et pas en bas (*a*) : «parce que (si on allonge *a*) il reste ici (*h*)».

A ce niveau les sujets anticipent l'endroit où il faudra *placer* l'instrument sur le jeu pour pouvoir le déplacer (entre *v* et *h*), contre *v* pour les situations II et III (et I) et contre *h* pour la situation IV. On peut le constater spécialement bien dans les anticipations faites sur les schémas reproduisant le jeu.

Ire(9;1). Situation III : après avoir dessiné un instrument de forme correcte, hésite. On lui demande pourquoi. Elle répond : «je pensais que ça allait pas à cause de *h* puis j'ai pensé que je pouvais tirer jusqu'ici (*v*)». A la situation IV, après son dessin elle déclare : «j'aurais du dessiner plus bas (*b* contre *v*). . . ah non ! il ne faut plus pousser, il faut tirer ; il faudrait faire plus haut (*b* contre *h*)».

Les corrections portent d'emblée sur le segment *c* que les sujets modifient jusqu'à la réussite de la situation, ayant compris qu'il définissait la course de l'instrument et, ce qui revient au même, l'écartement des segments *b* et *d*.

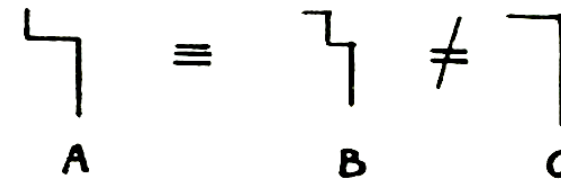
Tin(9;3). Construit pour la situation III un instrument de forme correcte mais d'écartement insuffisant. Après l'avoir essayé, elle déclare : «il y a la paroi *h*, il faut faire *c* plus long». Corrige et réussit. On lui propose alors successivement différents instruments à choix. Lorsqu'on lui présente un instrument correspondant à sa première construction elle dit : «non parce qu'entre *b* et *d* il n'y a pas assez d'espace et ça touchera la paroi (*h*)».

Did(7;1). Après avoir construit de même un instrument dont l'écartement est insuffisant et l'avoir essayé, il dit : «il faudrait que ce soit un peu plus écarté». Puis par un défaut d'estimation, déclare la situation impossible : «non, ça irait quand même pas, si c'est plus écarté ça n'ira pas, si c'est comme ça, ça va pas». L'expérimentateur l'encourage tout de même à essayer et *Did* répond : «je peux

vous le montrer (que ça va pas)». Essaie et réussit. Il ajoute alors : «si on ne tire pas ça va pas» ; c'est-à-dire que si on ne place pas l'instrument contre *v* ça ne va pas.

Il n'est pas utile de multiplier les exemples. Les deux précédents sont les plus intéressants parce qu'ils verbalisent les démarches effectuées, ce qui est parfois difficile à obtenir. Ce qui atteste le mieux l'achèvement de l'organisation des sujets de ce stade, c'est l'associativité ; lorsqu'on leur suggère un instrument qui réalise différemment les détours nécessaires, ils l'acceptent et sont capables de justifier l'équivalence ; ils sont de même capables de rejeter les instruments incorrects. Voici quelques exemples :

Pour la situation II :



Baz(7;4). Construit A. Accepte B et justifie : «oui parce que là (*a*) c'est le bâton pour aller jusqu'ici, là (*b*) on tourne, et avec ça (*c* et *d*) on vient jusqu'ici et ça fait la même hauteur (*c* de A et *c* de B)». Refuse C «parce que ça ne peut pas aller plus loin que *h*».

*Tom(6;4) **. Construit B. Accepte A (justification pas demandée). Refuse C «parce que ça touche là (*h*)».

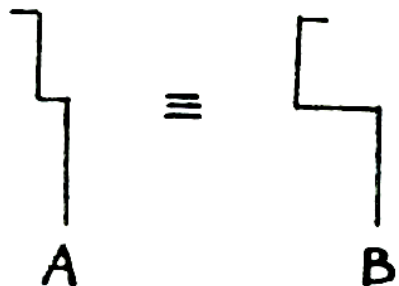
*Mad(7;1) **. Construit A. Accepte B et justifie : «parce que là (*c*) il y a un bâton et là (*d*) on peut pousser (atteindre). Refuse C en déclarant «parce qu'on pourrait pas. . . comment on pousserait ? ça irait là (*h*) et il n'y a rien pour pousser en avant».

*Dun(7;5) **. Construit A. Accepte B et justifie : «parce qu'il y a quand même la chose qui monte (*c*) et y'a ça (*d*) alors ça ne gêne en rien». Refuse C (déjà cité plus haut).

*Dre(8;0) **. Construit A. Accepte B et justifie : «parce qu'on a rallongé ici (*c*). Refuse C «parce que là il faut un machin (*c*) parce qu'il y a le petit carton qui gêne (*h*)».

Pour la situation IV :

Baz(7;4). Construit A. Accepte B en reproduisant correctement le détour sur le jeu (autre justification pas demandée). Refuse par ailleurs des instruments de forme identique à A mais dont la longueur de *c* diffère.



Ire(9;1). Construit A. Accepte B après hésitations en déclarant : «là (*b* de B) c'est plus long que là (*b* de A) et là (*d* de B) c'est courbé dans ce sens ici, et là (*d* de A) dans ce sens». Elle refuse des instruments de formes identiques à B mais dont la longueur de *c* diffère.

On voit comment les classes d'équivalence effectuées par ces sujets se réfèrent aux propriétés des objets comme tels et sont entièrement libérés des cadres de l'action. On rejoint les conclusions de Piaget (1968) à la recherche d'Elsa Schmid sur le passage de la fonction constituante à la classe d'équivalence.

On peut dire que ces sujets ont atteint un palier d'équilibre et ceci grâce à la réversibilité opératoire qui permet de décomposer et de recomposer librement l'instrument. C'est cette organisation qui permet le réglage, l'ajustement définitif de la fonction (constituée) qui relie l'instrument à la situation, de façon qu'elle ne porte plus sur la longueur de l'instrument et de ses parties ou sur une fraction de l'instrument comme c'était le cas au troisième stade, mais véritablement sur les rapports entre ses parties.

7 Conclusions

L'évolution générale des conduites à cette épreuve peut être caractérisée par les différents rôles attribués successivement à l'instrument, par conséquent par les diverses significations qu'il revêt. Dans le *premier stade* (qui comprend deux sous-stades), son rôle consiste essentiellement à prolonger l'action du sujet dans le but d'atteindre l'objectif. Cette première signification de prolongement qu'il possède est le résultat de l'application à l'objet du schème de préhension (sous-stade A). Les autres fonctions ne sont pas relatives à l'instrument, c'est à l'action qu'elles incombent entièrement. La *transmission* est donc directe, de telle sorte que le sujet imprime à l'instrument les actions qu'il veut effectuer sans tenir compte de la transformation qu'elles subissent ni des contraintes inhérentes au matériel. Seules

des constructions rectilignes sont réalisées par les sujets du sous-stade A et leur *propriété référentielle* c'est la longueur. L'évolution des conduites au cours de ce premier stade est marquée par l'application à l'objet du schème de détour (sous-stade B). Le sujet attribue ainsi progressivement cette action à l'objet, mais toujours relativement au but d'atteindre l'objectif. Ces *applications* sont naturellement ordonnées, elles se déroulent dans le temps par étapes. Le sujet définit à chaque étape l'étape ultérieure. Généralisées, ces applications constituent un *programme* qui permet au sujet de réaliser un instrument qui peut atteindre le plot en n'importe quelle position, pour autant qu'il puisse le faire d'étape en étape, étant donné qu'il ne possède pas, à ce niveau, de représentation de l'instrument. L'*orientation proactive* est donc prépondérante, la seule rétroaction possible consiste à retrancher une partie aux extrémités de la construction. On pourrait dire aussi que la constatation par le sujet de ses échecs, des impossibilités et des obstacles a un effet rétroactif qui tend à inhiber les schèmes d'action.

Dans un *deuxième stade*, le but à réaliser par l'instrument ne consiste plus seulement à atteindre mais également à pousser le plot et ce schème de pousser est appliqué abusivement à une partie de l'instrument (segment terminal). Le sujet attribue donc à l'instrument la fonction de pousser, ce qui introduit une nouvelle propriété : la direction. Cette nouveauté est fondamentale, elle va permettre au sujet de coordonner les différents détours réalisés par l'instrument et aussi de prendre progressivement conscience que le déplacement du plot n'est pas sous la seule dépendance de son action mais également sous celle de l'instrument. Quant à la transmission prêtée à l'instrument, on pourrait dire qu'elle évolue en sens inverse de l'attribution et que plus les actions sont attribuées à l'objet, moins il est censé les transmettre ; à tel point que tout se passe à ce stade comme si l'action de pousser n'était plus transmise par l'instrument, mais lui était entièrement dévolue.

L'application successive de ces différents schèmes donne à l'instrument un caractère fragmenté ; une fonction différente est attribuée à chacun de ses segments et son statut peut être comparé à ce que Piaget appelle les réunions individuelles d'éléments dans les premières formes de classification. L'*orientation proactive* est toujours prépondérante, les rétroactions consistant dans la majorité des cas à retrancher un élément à la construction. Mais la nécessité d'une rétroaction plus importante semble s'imposer à ces sujets qui, faute de pouvoir inverser le sens des applications, détruisent souvent entièrement leur construction pour l'élaborer à nouveau.

On peut toujours caractériser les démarches du sujet par le déroulement d'un programme dans le temps. Ses applications successives constituent progressivement

des représentations imagées des constructions effectuées.

Les différents schèmes d'action (dont l'application successive permettait durant les deux premiers stades l'élaboration de l'instrument), après avoir été attribuées à l'objet, s'intériorisent. C'est ainsi qu'au *troisième stade* l'anticipation, c'est-à-dire l'application des schèmes, peut se faire entièrement au niveau représentatif et donner naissance à une image de l'instrument. Du même coup l'instrument perd son caractère fragmenté, conséquence de l'application successive des schèmes d'action et concrétisation des diverses fonctions qui lui étaient attribuées, pour ne plus être considéré que comme un moyen, un intermédiaire nécessaire à la transmission d'une action, mais correctement dissocié d'elle. Ses propriétés ne se rattachent donc plus à telle ou telle partie mais à l'objet dans son ensemble. Intériorisés, ces schèmes deviennent opératoires, c'est-à-dire réversibles, et la démarche rétroactive du sujet est ainsi complètement modifiée. Il peut se reporter à sa guise au point de départ et prendre progressivement en considération les différents segments. Mais cette démarche nécessite un ajustement qui, avant d'être achevé, entraîne un certain nombre d'erreurs caractéristiques de ce stade. En particulier les segments de l'instrument ne sont tout d'abord envisagés que relativement à leur grandeur et ensuite seulement relativement aux rapports qui les unissent, en référence avec le dispositif. La fonction de déplacer établit une complémentarité entre l'instrument et le dispositif et c'est relativement à elle que s'effectuent les corrections (c'est-à-dire que s'établissent les liens entre instrument et dispositif).

Au troisième stade, les liens que le sujet établit entre l'instrument et le dispositif sont des liens de copropriétés : les propriétés qui relient les différents segments de l'instrument et les différentes parties du dispositif sont la longueur et l'orientation. Au *quatrième stade*, en revanche, le sujet établit des liens de covariation entre l'instrument et le dispositif ; c'est la variation de l'éloignement du plot par rapport aux obstacles (v et h) qui est mise en relation avec la variation de l'écartement des segments (b et d) de l'instrument. Ce passage marque l'intégration complète de cette organisation dans un système opératoire qui lui donne son caractère de nécessité. L'achèvement de ce système est attesté par l'associativité des détours possibles dans la résolution de ces problèmes.

Chapitre V

Contrôles


1 Contrôle I : Analyse longitudinale. Reprises après quelques mois

Pour des raisons de temps (durées des interrogatoires), la deuxième passation a uniquement porté sur la situation II (avec parfois en complément la situation III). A une exception près les cas du quatrième stade n'ont pas été repris. Sur les 28 cas des stades I, II et III qui ont été repris, un peu plus de la moitié (54 %) restent stationnaires, le reste progresse, soit 46 %. Un seul sujet progresse de deux stades en passant d'une conduite caractéristique de la fin du premier stade à une conduite du troisième stade (Mic 5 ; 2 / 5 ; 9 *). Le tableau ci-dessous indique les proportions respectives des cas qui sont restés stationnaires (S) et de ceux qui ont progressé (P) pour chaque stade de départ.

	S	P
Stade I	45%	55%
Stade II	57%	43%
Stade III	60%	40%

Ces légères différences proviennent probablement du fait que l'étendue d'âge est plus restreinte pour les deux premiers stades que pour les deux derniers. Mais l'intérêt essentiel d'une telle étude serait de vérifier les stades mis en évidence par une analyse transversale. Nos prétentions ne sont pas si vastes car un tel but pose des problèmes méthodologiques et d'interprétation qui dépassent de beaucoup les possibilités d'un contrôle. Ce qui nous intéressait avant tout, c'était de trouver des sujets qui illustreraient les changements d'organisation dans l'exécution de l'épreuve et, à la limite, qui parviendraient à des constructions identiques par l'application de programmes différents. Bien qu'une telle situation ait été décrite depuis longtemps pour la sériation, elle continue à dérouter les psychologues, surtout lorsqu'ils ont l'intention de faire des mesures, ou de recenser des réussites et des échecs. Examinons donc quelques-unes de ces transitions marquant tout d'abord le passage du premier au second stade (tous les exemples se réfèrent à la situation II).

Mar(4;6). Stade I. Application généralisée du schème du détour. Construit un simple coude qu'elle essaie dans différentes positions. Détruit et reconstruit un simple coude identique au précédent. Lui ajoute un troisième segment (direction

fausse), puis détruit. Construit un escalier  qu'elle modifie pour obtenir à nouveau un coude qu'elle déclare alors «trop petit, faut l'agrandir un petit peu». Elle rajoute un lego à *b*, essaie, et veut supprimer l'obstacle (*h*). Déclare enfin «faut encore tourner». Exécute adjonction sur le jeu, ne parvient pas tout à fait à réussir la tâche (*a* est trop court), rallonge *c* puis, après essai, le raccourcit. Ne parvient pas à améliorer. Lorsqu'on lui suggère ensuite un simple coude, elle le repousse sans pouvoir justifier son insuffisance.

*Mar(5;1)**. Stade II. Construit un simple coude qu'elle essaie. Rajoute *c* en déclarant «fallait ça», ce qu'elle justifie ainsi : «sinon ça pousserait à côté». Lorsqu'on lui présente des instruments à choix, elle choisit le simple coude en déclarant : «il fallait juste mettre encore un là».

Dan(4;9). Stade I. Ne construit qu'un simple coude dont elle modifie la grandeur. Puis déclare qu'on ne peut rien faire, qu'il faut ôter *h*.

*Dan(5;3)**. Stade II. Construit d'emblée un instrument de 3 segments. L'expérimentateur lui demande pourquoi elle a mis ce troisième segment *c* : «parce qu'on arrive avec celui-là, c'est pour pousser le plot». Toutefois le premier segment est trop court, mais Dan ne parvient pas à localiser la difficulté et modifie à plusieurs reprises la longueur de *c* (rétroaction limitée).

Ces exemples reflètent autant les parentés que les différences existant entre les deux premiers stades. La parenté la plus frappante est l'orientation essentiellement proactive des conduites qui rend impossible à ces sujets la correction du segment *a* (*Mar 4; 6* et *Dan 5; 3*). La différence la plus marquante est révélée par l'adjonction du segment *c*, qui n'est possible au premier stade que par l'application généralisée du schème du «contour» : «il faut encore tourner», alors qu'au second stade ce même segment est rajouté «pour pousser».


Examinons maintenant au travers de quelques cas le passage du deuxième au troisième stade :

Ina(5;11). Stade II. Construit un simple coude. Essai puis allonge *b*. Tente de propulser le dé. On lui signale qu'il faut le pousser : «c'est encore plus facile!» s'exclame-t-elle; «ah! si on en mettait encore un comme ça (*c*) ça pousserait quand même». Ajoute *c* mais dans la mauvaise direction. Ne parvient à corriger que sur le jeu. Avec les instruments à choix elle rejette le simple coude en déclarant : «il faudrait un comme ça (*c*)».

*Ina(6;3)**. Stade III. Construit un simple coude, l'essaie et dit : «peut-être que ça (*a*) c'est trop court». Allonge *a* à son extrémité supérieure. Nouvel essai puis

rajoute *c* en disant : «on arrive mieux à pousser». Au choix elle accepte le simple coude.

La différence peut paraître minime à première vue, mais elle est de taille. Alors qu'à la première passation l'instrument possède les propriétés de l'action, à la seconde il transmet l'action, ce qui explique que le simple coude n'est pas rejeté. D'une démarche essentiellement proactive à la première séance, on assiste à la seconde à la rétroaction abusive caractéristique du troisième stade. On constatera la même évolution dans l'exemple suivant :

Nic(5;5). Stade II. Construit un instrument de 3 segments qu'elle place mal dans le jeu.  . Rajoute un quatrième segment «parce qu'on peut y pousser». Ce segment est trop long, elle le diminue en 2 étapes et réussit. On lui suggère alors d'enlever le premier segment (hors du jeu). Elle refuse en déclarant qu'il sera «trop petit». Pour la situation III construit un instrument de 5 segments avec le dernier segment vertical. Après avoir échoué, le détruit et construit successivement une série d'instruments en détruisant après chaque essai sa construction.

*Nic(5;11)**. Stade III. Parvient assez rapidement à l'instrument adéquat. Au choix elle refuse le simple coude en déclarant *a* trop grand. Pour la situation III elle construit d'un seul coup l'instrument adéquat.

Citons encore un exemple qui traduit ce même passage bien qu'il ait été classé lors des deux passations dans le stade III. Toutefois, si l'ensemble de ses conduites à la première séance le rattache au stade III, il s'apparente fortement au stade II, surtout pour la situation II :

Fra(5;5). Construit un instrument de 3 segments, le troisième étant déclaré «pour pousser le petit dé». Au choix elle refuse le simple coude, *b* étant déclaré trop long. Une fois diminué, elle l'accepte.

*Fra(5;10)**. Construit un simple coude, l'essaie et le déclare trop long. Diminue *a*, allonge *b*, allonge *a*. Puis enfin rajoute *c* et réussit. Toutefois elle accepte ensuite la solution du simple coude. Elle justifie son échec en disant : «parce qu'il a un trop long manche».

Enfin il reste encore à examiner le passage du troisième au quatrième stade :

Mad(6;8). Stade III. Par rapport à la situation I, anticipe un instrument «moins long comme ça (*b*) et plus long comme ça (*a*)». Le construit, l'essaie et attribue initialement son échec à l'obstacle : «il faut ou bien pousser *h* ou bien l'ôter». L'expérimentateur lui demande ce qu'on pourrait faire d'autre : «faire un truc comme ça (*c*). Elle rajoute un coude (*cd*) et après plusieurs corrections successives réussit. Au choix elle refuse un instrument effectuant un autre détour et accepte le

simple coude en déclarant que la longueur supplémentaire de *b* compense l'absence de *c* !

*Mad(7;1)**. Stade IV. Construit d'emblée un instrument de 3 segments auquel elle apporte les corrections nécessaires et réussit l'épreuve. Au choix, à l'opposé de la séance précédente, elle accepte l'instrument réalisant différemment le détour et refuse le simple coude.

Sab(7;2). Stade III. Construit un simple coude, l'essaie et dit : «il faut encore un petit bout plus long (*a*). Avant de modifier son instrument, l'essaie à nouveau et dit : «il faut encore quelque chose de plus long ; le carton... (s'interrompt) faut en enlever un (*à b*)». Exécute la correction, essaie l'instrument, le déclare cette fois «trop petit» en voulant remettre l'élément ôté. L'expérimentateur l'interrompt, lui rappelle ses essais précédents. Sab parvient alors à réorganiser les données et rajoute *c*. Refuse le simple coude au choix en le déclarant «trop court».

*Sab(7;8)**. Stade III-IV. Construit à nouveau un simple coude. Explique son échec par la présence de la paroi *h* et propose comme correction : «faut faire plus long». La double correction qu'elle effectue alors marque bien la transition entre les stades III et IV. Elle allonge *a* à son extrémité supérieure et ensuite rajoute *c*. L'expérimentateur lui suggère d'enlever l'élément rajouté à *a*. Elle accepte en déclarant que «ça irait aussi». Au choix elle refuse le simple coude en disant tout d'abord «parce que c'est trop petit» comme à la première passation, puis «parce que c'est trop loin, le carré brun».

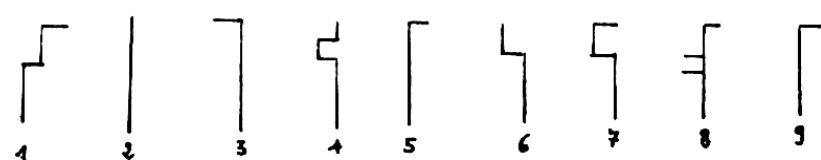
Ne serait-ce que pour cette conduite, la reprise des vingt-neuf cas en valait la peine ! Par ailleurs les variations entre les deux séances sont suffisamment évidentes pour se passer de commentaire, leur analyse détaillée ayant déjà été faite antérieurement.

2 Contrôle II : Choix d'instruments

La technique du choix que nous avons largement utilisée au cours des interrogatoires, mais surtout à titre de complément pour faire préciser au sujet la nature de son organisation, nécessitait un contrôle pour plusieurs raisons. Tout d'abord, lorsqu'on présente au sujet des instruments à choix après ses propres constructions, échecs et corrections, on ne sait pas dans quelle mesure ses choix sont influencés par ce qui précède. D'autre part, les instruments présentés étaient choisis par l'expérimentateur en fonction des réalisations de l'enfant. Enfin, on laissait le plus souvent essayer les instruments à l'enfant, tant et si bien que chaque choix modifiait à son tour les suivants.

Pour déterminer les caractéristiques propres des conduites de choix, il fallait soumettre à un nouveau groupe d'enfants une épreuve de choix dans des conditions


uniformes. C'est ce que nous avons fait avec 16 enfants (de 4;11 à 8;1) pour la situation III. Pour y parvenir il nous fallait procéder nous-même à un choix d'instruments ! Nous nous sommes référés aux divers types de constructions rencontrées, mais avons donné à tous les instruments présentés la même taille, de façon à pousser l'enfant à une analyse détaillée et non pas globale des instruments. Voici les neuf instruments retenus, placés comme ils étaient disposés sur la table pour les sujets :




Sans laisser manipuler le sujet, on lui demandait de justifier ses choix et ses rejets. Les choix successifs s'accompagnent forcément d'une structuration progressive des données ; aussi distinguerons-nous un choix initial et un choix final. Ces choix consistent à effectuer une dichotomie entre les objets (entre ceux qui sont censés permettre l'exécution et ceux qui ne le sont pas). Une fois l'épreuve du choix terminée, on faisait disparaître tous les instruments pour demander à l'enfant de dessiner l'instrument adéquat, le dispositif restant sur la table.

Deux sujets seulement (6;10 et 7;8) ont choisi d'emblée l'instrument correct à l'exclusion de tous les autres et ce n'est qu'à partir de 6 ans que l'instrument correct est indiqué au choix final ainsi que dessiné. Ces données confirment bien la séparation faite entre les deux premiers et les deux derniers stades.

A partir de 6 ans, en effet, les schèmes sont suffisamment intériorisés pour se coordonner et pour donner naissance à une image correcte de l'instrument. Mais, faute d'un schématisation suffisant, ces symbolisations figuratives d'un instrument réalisant le détour sont rigides et ne se prêtent pas encore à une décomposition

correcte. Boz (6;8), qui choisit au départ l'instrument 4 , justifie son choix en disant : "ça va tout droit (*a*) et puis ça tourne (*bcd*) puis ça reva tout droit (*e*) et

le jeu c'est la même chose" ; il préférera en fin d'expérience l'instrument 6  qui correspond à la même description. Ce changement montre bien le caractère encore global de sa représentation et les traces qu'elle conserve de l'action. Son dessin toutefois représente l'instrument correct (7).


Faute de pouvoir décomposer correctement l'image qu'ils ont de l'instrument,

ces sujets n'utilisent encore que des règles de compositions partielles dans l'examen des divers instruments du genre : «ça doit se replier», «ça doit tourner là», «ça tourne». Plusieurs instruments incorrects sont par conséquent acceptés, mais la préférence est donnée au bon instrument. Ils sont donc capables de reconnaître qu'il satisfait au plus grand nombre de conditions sans toutefois que ces conditions soient suffisamment coordonnées pour exclure les instruments qui n'en satisfont qu'une partie.

S'il était encore nécessaire de démontrer que la formation des images comporte une part essentielle de reconstruction active, on en trouverait des confirmations éclatantes. Mais depuis les travaux de l'Ecole de Genève sur ce problème, une telle démonstration est devenue inutile.

Mais examinons les choix des sujets en dessous de 6 ans : Les plus jeunes, comme on l'avait signalé déjà dans l'analyse du premier stade, acceptent tous les instruments et préfèrent la simple tige (2). Malheureusement, un seul sujet présente cette conduite (Eric 4;11), le reste des sujets (à une autre exception près) ayant 5 ans et plus. Pour les sujets de 5 ans, la simple inspection perceptive du jeu constitue une image du cheminement qui leur permet de choisir initialement un instrument de forme correcte (4 et 7). Mais faute d'être renforcée par des schèmes suffisamment intériorisés et coordonnés, cette symbolisation est très fugitive. C'est ainsi que ces sujets acceptent ensuite toute une série d'instruments incorrects qui satisfont aux exigences de l'organisation dont ils sont capables. En fin d'expérience, les instruments de forme correcte sont soit rejetés soit acceptés, mais toujours en fonction d'une ou de deux conditions que toute une classe d'instruments ont en commun, ce qui les rend équivalents relativement à l'expérience.

De la même façon, les dessins obtenus symbolisent l'organisation dont les sujets sont capables : de simples coudes pour les plus jeunes, puis une symbolisation de deux tournants ou d'un contour par un F, ensuite des tracés figurant plusieurs

coudes :  Les expressions que ces sujets utilisent pour commenter leurs dessins et justifier leurs choix témoignent une fois encore de cette attribution de l'action à l'objet : «ça va là», «il part comme ça», «il va comme ça». La disparition progressive de cette attitude fait apparaître des expressions du type «parce qu'il a une barre comme ça» et les segments sont caractérisés par «droit» et «penché».

On aurait pu penser que le choix de l'instrument correct précéderait sa construction. Tel n'est pas le cas et l'évolution des conduites de choix suit exactement la même évolution que celle des constructions. Toutes deux reflètent les mêmes pos-

sibilités d'organisation aux différents niveaux de l'évolution du sujet.


La classe d'équivalence est définie, dans la première étape, par l'application des schèmes d'action aux instruments ; dans la seconde étape, l'application se fait entre l'instrument et le dispositif ; «c'est la même chose que le jeu», disent les sujets. Cette classe se restreint de plus en plus pour ne comporter finalement que le seul instrument adéquat (7) en ne tenant plus compte des copropriétés mais des co-variations, comme on l'avait vu antérieurement dans le passage du troisième au quatrième stade. C'est le cas de Rod (8;1) qui, après avoir supprimé le segment e de l'instrument 4 pour rendre équivalent 4 et 7, rejette le 4 en déclarant son segment c «pas assez long» tandis que celui de 7 est «plus long et on peut le tirer en bas».

3 Contrôle III : Simple poussée sans obstacle au moyen de tiges

Ce contrôle a été imaginé pour éclairer le problème essentiel de la transmission ou transitivité de l'action instrumentale. Piaget, dans son ouvrage sur les fonctions, déclare que «l'enfant comprend précocement que les mouvements de son corps se transmettent à l'instrument (bâton, etc.) et de là aux objets extérieurs moyennant certaines transformations (mouvements, etc.) et certaines conservations limitées (transmission des poussées compensées par les résistances, etc.)». Dans son étude sur l'identité, Piaget déclare d'autre part que «dès les derniers stades du niveau sensori-moteur il semble évident que les conduites instrumentales (mouvement de la main imprimé à celui d'un bâton et de là à celui d'un objet) supposent l'idée de la transmission». Mais il précise également plus loin que «l'expérience quotidienne de l'action transitive ne dispense nullement le sujet d'une conceptualisation, c'est-à-dire que sur le terrain de l'action propre également il s'agira aussi pour lui d'interpréter les faits en termes de transmission, d'identité, etc.» Piaget situe cette conceptualisation autour de 5-6 ans pour les cas simples : «A 5-6 ans la transmission est admise et bien ordonnée dans le cas de la poussée en une conduite instrumentale (main bâton objet extérieur)», et à 7 ans environ pour les situations plus complexes : «Cette difficulté tient à la transitivité de l'action instrumentale sauf dans les cas simples où une poussée est transmise à un moyen terme (bâton, etc.) qui la communique à son tour à un mobile non touché directement par le corps propre, on sait assez que l'enfant avant environ 7 ans n'arrive guère à composer les intermédiaires voulus (crochets, etc.) pour atteindre un but matériel» (fonctions). Enfin le problème que Piaget se pose à propos de cette transmission dans son ouvrage sur l'identité, c'est «d'établir si c'est parce qu'il aboutit de façon précoce à cette conceptualisation de son action propre que le sujet va la généraliser aux

mouvements transitifs entre objets indépendants de lui, ou si c'est parce qu'il aura réussi à interpréter ainsi les processus extérieurs à lui qu'il en viendra à concevoir de la même manière le déroulement de ses actions propres. Il va de soi que la solution la plus probable est celle d'un échange constant. . . »

Toutes ces remarques caractérisent bien l'évolution de la transitivité de l'action instrumentale, mais pour mieux la comprendre il nous semble nécessaire d'introduire de nouvelles distinctions entre ce qui est réalisé par le sujet et ce qui est réalisé par l'objet. Les intermédiaires dont parle Piaget ne font pas que transmettre l'action mais effectuent une certaine partie de l'action ; même le simple bâton effectue un trajet, c'est-à-dire atteint l'objet-but (l'objet peut aussi contourner, crocher, etc.). Le problème qu'il faut donc examiner au préalable, c'est la nature de ce que réalise l'instrument. On peut dire que l'instrument réalise une part de l'action ou encore

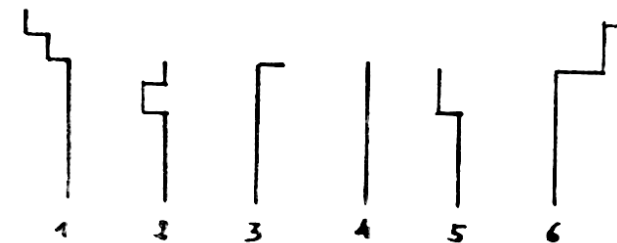
qu'il transforme l'action du sujet. Une simple tige coudée  peut être décrite comme réalisant un détour ou comme transformant l'action du sujet en lui faisant subir une translation. On peut dire ainsi que tout instrument transforme l'action du sujet, mais à des degrés divers. C'est ainsi que la transformation réalisée par le bâton, la cuillère, la pelle, peut être considérée comme minime par rapport à celle effectuée par un crochet, une tige coudée, etc., et bien davantage encore par rapport à un levier, et qu'à la limite cette transformation est négligeable. Si la transformation est négligeable, on peut alors parler de transmission directe, le sujet imprimant à l'objet-instrument les actions qu'il imprimerait directement à l'objet-but. Alors que dans la mesure où la transformation n'est pas négligeable, il faut supposer de la part du sujet une dissociation entre l'action transmise et la transformation réalisée par l'instrument ; c'est alors que se pose réellement le problème de la transmission que l'on peut formuler de la manière suivante : qu'est-ce que le sujet imagine être transmis par l'instrument et qu'est-ce qu'il imagine être réalisé par l'instrument. L'évolution de la transmission sera caractérisée par l'objectivation progressive de ce qui est effectuable et de ce qui est transmissible par l'instrument.

Or, qu'avons-nous pu constater jusqu'ici ? Qu'initialement le sujet imagine que toutes ses actions sont transmises par l'instrument qui ne réalise, lui, qu'une portion minime de l'action, et qu'au fur et à mesure que l'instrument réalise d'autres fonctions, son pouvoir de transmission diminue en quelque sorte.

Mais la transmission directe du niveau initial n'est pas conceptualisée, en ce sens qu'à ce niveau l'instrument forme un tout qui n'est que partiellement dissocié d'avec l'action du sujet. Dans cette optique il devient naturellement dérisoire de dire

que la transmission diminue. Il est préférable de dire que la totalité « action-objet-instrument » se différencie progressivement. La transmission (conceptualisée) n'est en fait possible qu'ultérieurement aux applications qui définissent l'instrument. Cette démarche semble nécessaire ; même l'action transmise (pousser) est attribuée abusivement à l'instrument au terme de cette élaboration pour que les schèmes d'action s'intériorisent, c'est-à-dire pour que la transmission puisse être conceptualisée. Dans cette perspective la précocité de la conduite du bâton, qui est possible « dès les derniers stades du niveau sensori-moteur, n'est plus mystérieuse. Tous nos résultats paraissent confirmer une telle interprétation. Par prudence nous avons imaginé un contrôle, surtout pour vérifier si cette attribution de la poussée à l'instrument n'était pas un produit de la technique expérimentale.

La technique de ce contrôle est la suivante : On assied le sujet devant une table et on lui demande de pousser tout doucement un petit objet (taille-crayons) jusqu'à ce qu'il tombe de l'autre côté de la table. On lui dit de le pousser tout doucement pour éviter qu'il ne le lance et on lui interdit de se lever de sa chaise. La table était suffisamment large pour que la tâche ne puisse pas être réalisée sans l'aide d'un instrument intermédiaire. Après avoir fait constater l'impossibilité, on suggère au sujet la série d'instruments reproduits ci-dessous en lui demandant de déterminer celui ou ceux avec lesquels la tâche serait réalisable. Le sujet doit bien entendu justifier ses choix.



Comme on le voit, sur les six instruments, un seul est rectiligne, tous les autres comportant au moins un coude. Notre but était 1) de déterminer si les liaisons internes de ces instruments (leurs détours) allaient perturber à un certain âge leur pouvoir de transmission ; 2) si tel est le cas, d'examiner si certaines liaisons sont privilégiées par rapport à d'autres, notamment l'orientation du dernier segment, et 3) de voir en général quels critères allait utiliser l'enfant.

Vingt-cinq sujets de 4;6 à 6;4 ans ont été interrogés. Trois types de réactions nettement distincts ressortent. Dans le premier type, les sujets acceptent tous les

instruments mais préfèrent les tiges 1 et 6 «parce qu'elles sont larges (= longues)» ou «parce qu'elles sont trop grandes (= très grandes)». Il semble clair que pour ces sujets, ces instruments transmettent leur action et que les bizarreries qu'ils présentent ne les gênent en rien.

Les réactions du deuxième type consistent à préférer la tige droite qui est déclarée par certains «plus longue (mais comme on le verra dans les exemples, il s'agit d'une première caractérisation de la direction), ces sujets voulant incontestablement dire «plus droite. Cette particularité a pour conséquence de faciliter la poussée.

Sar(4;7). Choisit la tige droite. Elle justifie son choix en déclarant : «parce qu'elle est plus longue». L'expérimentateur lui fait constater qu'il y a des tiges plus longues. Elle maintient sa préférence et la justifie alors en disant : «parce qu'elle a pas de carré». L'expérimentateur lui demande alors pourquoi ça ne va pas bien avec ceux qui ont des «carrés» : «parce que ça va pas très long», répond-elle.

Dac(5;1). Après avoir choisi les tiges 1 et 6, préfère la tige droite en déclarant «parce que ça pousse mieux». L'expérimentateur lui demande alors pourquoi ça pousse mieux et il répond : «parce que le légo il est plus long».

Pif(4;8). Préfère la tige droite parce que, dit-il, «elle est plus longue, on peut mieux pousser». L'expérimentateur lui fait constater que ce n'est pas le cas. Pif justifie alors son choix en disant : «au bout c'est une petite ligne il y a seulement ça et pas ça (= droite et pas de coude), on n'a qu'à pousser».

Bri(5;11). Commence aussi par choisir la tige droite «parce qu'elle est longue», dit-elle en refusant les autres parce qu'ils tournent. Mais elle finit par les accepter tous. Sa préférence oscille entre la tige 6 «parce qu'elle est plus grande» et la tige droite 4 «parce qu'elle est toute droite, y'a qu'une ligue».

Clo(4;9). Choisit les tiges 4 (droite) et 5 «parce qu'elles sont mieux droites», déclare-t-il.

Comme on le voit avec les deux derniers sujets, certains sont capables d'expliquer correctement cette idée de direction. Mais si ces sujets préfèrent la tige rectiligne «parce que ça pousse mieux ou encore «parce qu'elle est faite pour ça» comme l'exprime un autre sujet (*Ser 4;11*), ils acceptent cependant tous les instruments, même s'ils ne sont «pas faits pour ça» ! Seuls deux sujets qui sont les plus caractéristiques de ce deuxième type de conduites déclarent les autres instruments impropres :

Nin(5;8). Refuse les instruments coudés en déclarant : «parce que ça fait comme ça, ça tourne puis après ça remonte, on doit aller tout droit».

Ris(5;4). Refuse les instruments qui se terminent par un légo horizontal en disant «parce qu'ils sont tournés de ce côté, ça pousse de l'autre côté».

Enfin, dans le troisième type les sujets préfèrent les tiges 1 et 6 «parce que c'est les deux plus grandes» et rejettent généralement les autres «parce que trop petites».

Ces résultats confirment bien nos analyses précédentes en montrant comment la transmission directe chez les plus jeunes sujets est perturbée à partir du moment où l'enfant attribue d'autres propriétés aux particularités (coudes) des instruments que celles de l'action qu'il veut effectuer. Les plus jeunes ne tiennent pas compte de ces particularités parce que leurs appréhensions de l'objet est globale et pas encore analytique. Si l'application des schèmes d'action à l'objet permet son analyse et sa définition, elle perturbe momentanément sa valeur de transmission. Mais cette démarche permettra en dernier lieu la dissociation entre transmission et transformation et ce n'est qu'à partir de ce niveau qu'on sera pleinement autorisé à parler de transmission.

Chapitre VI

Interprétation générale des résultats

Comme il n'est pas de description ni d'expérimentation sans théorie préalable, l'exposé de nos résultats contient donc déjà l'essentiel de notre interprétation. Il est nécessaire cependant d'en fournir maintenant une formulation plus synthétique relativement au cadre général élaboré dans l'introduction. Toutefois, en fonction même de cette remarque, nous allons essayer de donner très succinctement l'évolution des conduites observées en restant le plus descriptif possible. Il faut signaler la part d'arbitraire que contient la distinction que nous allons faire entre construction et correction¹, en tout cas pour les niveaux élémentaires où la construction s'effectue par étapes successives et, comme dit Piaget (1967), «il n'y a pas construction de forme d'un côté et correction de l'autre, l'effet proactif et rétroactif sont indissociables».

1. *Constructions*

a) *Le bocal*. Les plus jeunes sujets ne procèdent à aucune construction mais essaient successivement les différents éléments pour les déclarer insuffisants (Mat. 1). La baguette du matériel 2 à laquelle le sujet imprime des mouvements de préhension est considérée comme suffisante malgré l'échec, de même que les différentes tiges du matériel 3 habituellement retournées. Toutefois, si l'on donne à l'enfant l'instrument correct ou s'il l'essaie spontanément, son utilisation est possible. Au second stade il y a assemblage d'éléments (Mat. 1 et 2), ces assemblages reproduisent les actions nécessaires mais sans coordinations entre elles. Pour le choix (Mat. 3), les trois instruments coudés sont acceptés, la simple tige est rejetée. Enfin, à partir du troisième stade l'enfant élabore de véritables compositions d'éléments en ce sens que les éléments sont conçus d'emblée comme partie d'un tout. La composition nécessite plusieurs étapes au troisième stade, alors qu'elle est immédiatement complète au quatrième.

1. Le refus de correction en cas d'échec a une signification ambiguë ; nous pensons qu'il faut le considérer comme l'indice d'une certaine nécessité conférée par le sujet à son organisation de la situation.

b) *La trappe*. Les constructions les plus rudimentaires sont de simples segments rectilignes auxquels le sujet imprime des mouvements de rotation afin de contourner les obstacles. Ensuite on voit apparaître des constructions coudées dont les différents segments sont rajoutés successivement les uns aux autres (après essais successifs) en reproduisant les actions-déplacements nécessaires. L'instrument n'est pas conçu globalement mais seulement d'étape en étape. Enfin l'instrument est construit d'emblée comme un tout.

2. *Corrections* (nous ne les envisageons que pour l'expérience de la trappe). Les simples segments rectilignes sont corrigés par adjonction ou suppression d'éléments (stade 1), de même que les instruments coudés par adjonction ou suppression de segments ou d'éléments (stade 2). Ces corrections sont toujours apportées à l'extrémité de l'instrument. Parfois les constructions sont entièrement détruites pour être reconstruites. Lorsque les instruments sont construits d'emblée comme totalité, les corrections portent indifféremment (au stade 3) sur les diverses parties (bien que parfois de façon sélective sur le segment initial) pour se diriger progressivement (stade 4) vers la prise en considération des rapports entre les parties (rapports qui définissent la course de l'instrument).

Rappelons maintenant la perspective dans laquelle nous envisageons ces épreuves. Le sujet est placé devant une situation-problème qui, dans certaines conditions, peut être résolue par une succession de mouvements organisés, autrement dit par l'application d'un schème sensori-moteur complexe (atteindre et prendre — contourner et pousser). Or ce schème, à partir de la fin de la période sensori-motrice, fait partie d'un système total et peut être mobilisé d'emblée, c'est-à-dire s'assimiler directement la situation qui n'est plus à proprement parler problématique (alors qu'elle l'était en cours d'élaboration du schème). Toutefois les conditions de nos expériences sont telles qu'il n'est pas possible d'appliquer directement ce schème, ce qui n'empêche pas, il faut bien le préciser, l'assimilation de la situation à ce schème. La situation pose alors à nouveau un problème au sujet. Il faut qu'il associe à ses actions une aide dont il devra tout d'abord définir les propriétés pour qu'elle soit efficace. Or ces propriétés correspondent d'abord aux actions particulières auxquelles l'objet se substitue pour dépendre ensuite des rapports qui relient l'instrument à la situation. L'instrument, par son statut d'univers intermédiaire, constitue simultanément un contenu par rapport aux actions du sujet et une «forme par rapport aux objets auxquels il s'applique. En tant que contenu, il a le statut d'un objet quelconque, excepté le fait qu'il ne peut être sorti d'un contexte fonctionnel qui définit

sa nature particulière et par conséquent son rôle formateur. C'est l'élaboration et la structuration de ce contenu par l'application des schèmes d'action qui caractérisent la première étape de l'évolution observée. En tant que forme, il s'élabore en interaction, pourrait-on dire, avec les objets sur lesquels il porte relativement à la fonction générale qu'il remplit, ce qui caractérise la seconde étape de cette évolution. Examinons maintenant comment cette évolution nous semble pouvoir caractériser le processus d'abstraction réfléchissante grâce auquel les coordinations générales de l'action s'intériorisent et quel est le rôle des mécanismes régulateurs. Nous verrons ensuite le rôle des fonctions et de l'identité qualitative et enfin l'aspect causal de cette évolution.

1 Les processus d'abstraction réfléchissante et les types de régulations

Notre interprétation va s'attacher à distinguer trois phases au sein du processus d'abstraction réfléchissante. Nous utiliserons pour cette analyse l'expérience de la trappe. Les références à l'expérience du bocal seront toujours spécifiées.

1. L'enfant commence par assimiler la situation qui lui est présentée à un *schème sensori-moteur complexe*, c'est-à-dire à un ensemble organisé d'actions : atteindre, contourner, pousser, etc. Un tel schème est sensori-moteur en tant qu'il coordonne des actions et il est complexe parce qu'il est composé d'actions particulières dont chacune peut alors être conçue comme un *schème élémentaire*.

La situation est toutefois agencée de telle sorte qu'elle ne permet pas la mise en oeuvre immédiate du schème, ce par quoi d'ailleurs elle constitue un problème pour le sujet. Incapable d'effectuer directement ses actions, il va tenter de les accompagner d'une certaine aide dont il lui faut d'abord déterminer les propriétés efficaces. Comme ces propriétés ne sont saisissables que relativement aux actions élémentaires, la première tâche de l'enfant consistera en une dissociation du schème sensori-moteur complexe en ses éléments.

Voyons de plus près les mécanismes en jeu. La conduite du bâton n'est certes pas à ce niveau une acquisition nouvelle pour le sujet. C'est elle néanmoins qui va rendre possible la première étape de l'abstraction réfléchissante. Initialement, en effet, le sujet utilise des segments rectilignes qu'il confond avec l'action globale. Ainsi pense-t-il pouvoir résoudre le problème en imprimant directement au bâton l'ensemble des actions nécessaires ; l'organisation des schèmes sensorimoteurs fonctionne alors comme un système de régulations perceptivomoteur. Mais c'est l'échec, et c'est à travers ces échecs répétés que l'enfant finit par prendre conscience du rôle

particulier que joue le bâton, rôle qui ne correspond qu'à l'une des actions élémentaires (ici atteindre) du schème complexe.

L'analyse à laquelle le sujet est ainsi amené a une double conséquence. D'une part le schème élémentaire cesse de n'être que sensorimoteur pour devenir un *schème représentatif* et d'autre part un lien de dépendance s'établit entre schème et objet relativement à la situation (fonction constituante). Cela signifie que le sujet n'attribuera plus les échecs à son action elle-même, c'est-à-dire à un défaut de régulation perceptivo-motrice, mais bien au schème représentatif ou à la propriété de l'instrument dont il dispose. D'où les comportements observés qui consistent à faire varier l'instrument et qui, dès lors, constituent les *régulations représentatives*. Dans la terminologie que nous avons adoptée plus haut, nous dirons que nous sommes en présence d'une tactique ou d'une stratégie localement optimale relativement aux informations disponibles.

Les conduites du sujet sont donc dirigées et contrôlées par *deux systèmes de régulations* qui fonctionnent séparément à ce niveau : d'une part *un système de régulations perceptivo-moteur* tout constitué (au niveau étudié ici) qui porte sur l'action même et qui a une dimension anticipatrice, et d'autre part *un système de régulations représentatif* en élaboration qui porte, lui, sur les résultats de l'action. A ce propos rappelons quelques conduites de l'enfant qui démontrent bien le cloisonnement de ces deux systèmes : relativement au premier système, le sujet imprime des mouvements de rotation à l'instrument afin de contourner les obstacles ; relativement au second système, il modifie la dimension de l'instrument afin de diminuer la distance qui le sépare de l'objectif sans tenir compte des obstacles. L'expérience du bocal fournit aussi de bons exemples des rôles respectifs de ces deux systèmes de correction : à l'opposé de l'expérience précédente, l'objectif (le plot) peut être atteint dans celle-ci au moyen d'une tige suffisamment longue (grande baguette du matériel 2) ; par conséquent les sujets persévèrent plus longtemps dans leur essai de préhension au moyen du bâton sous le contrôle du système perceptivo-moteur. Relativement aux régulations représentatives, deux types de réactions sont significatifs : a) certains sujets, après des essais infructueux pour sortir le plot (avec une baguette qui permet de l'atteindre), déclarent l'instrument trop court et en réclament un plus grand ! Correction du même genre que celle observée pour la trappe mais encore plus démonstrative étant donné que le plot est atteint ; ce qui montre bien que l'échec ne peut être reporté à ce niveau qu'à cette catégorie d'information ; b) d'autres sujets légèrement plus avancés déclarent : «on peut mais je n'arrive pas». L'expression «on peut» montre que la régulation représentative est optimale et l'expression «je n'arrive pas» se réfère aux régulations perceptivo-motrices.

Toutefois et malgré les diverses variations apportées aux tiges, le problème n'est pas encore résolu. L'enfant prend alors conscience de l'insuffisance de son analyse et il est ainsi conduit à considérer les autres actions élémentaires qui constituent le schème complexe de départ, schème qui d'ailleurs ne cesse pas de pouvoir fonctionner comme système de régulation. Chaque nouveau schème représentatif enrichit l'instrument d'une propriété nouvelle et corrélativement le sujet use d'une nouvelle tactique.

On comprend alors que, de proche en proche, le schème complexe initial, sans disparaître pour autant (bien qu'il soit progressivement inhibé), soit finalement entièrement décomposé en ses éléments constitutifs, y compris l'action de pousser. Mais il l'est en schèmes élémentaires représentatifs dont la succession n'est rien d'autre que l'instrument lui-même, un instrument structuré, organique, dont l'ordre des parties reflète celui des actions du sujet. A ce niveau donc, et pour dire les choses autrement, l'instrument apparaît comme une matérialisation du schème, ce dernier est projeté dans l'instrument.

On voit enfin que les informations forgées à chaque pas ne surgissent pas par hasard, pas plus que la valeur de probabilité attachée à une stratégie ne se modifie fortuitement (pour autant qu'on estime utile de faire intervenir ici la probabilité). D'autre part, ni l'appel de Raaheim à la flexibilité, ni celui de Saugstad à la disponibilité des fonctions, ne peuvent constituer une explication satisfaisante.

2. Durant la seconde phase du processus d'abstraction, l'ensemble des schèmes élémentaires se réfléchit (au sens physique du terme) sur le nouveau plan de la représentation. Or, selon notre point de vue, l'instrument en tant que matérialisation du schème tient lieu en quelque sorte de *surface de réflexion*, ce qu'on peut formuler en termes d'intériorisation (ou d'introjection) de la projection. Piaget parle de réflexion par projection sur le nouveau plan de la représentation ; nous préférons parler de réflexion ou d'intériorisation de la projection (ce que nous entendons par projection correspondrait plutôt à ce que Piaget appelle attribution). Par ce processus, l'ensemble des schèmes élémentaires est regroupé en un *schème représentatif complexe*. L'instrument composite, produit d'un assemblage ou d'une juxtaposition d'éléments, acquiert une signification d'ensemble, il peut être anticipé dans sa totalité. C'est le passage d'un instrument qui se substitue aux actions du sujet à un instrument destiné à transmettre une certaine action, ici celle de pousser, attribuée abusivement à l'instrument durant la première phase et maintenant récupérée par le sujet, pourrait-on dire. Le rôle de l'instrument pourrait être comparé au rôle que l'on attribue habituellement au corps d'autrui au niveau sensori-moteur dans l'éla-

boration de l'objet et du corps propre. A ce propos, citons Piaget : «La permanence du corps d'autrui est à la fois l'objet extérieur acquérant le plus rapidement une permanence substantielle et le modèle en interaction avec lequel se construisent les schèmes du corps propre et du moi.»

A ce niveau d'intégration, tout système de régulations semble avoir disparu. Ceci tient au fait que le système de régulations représentatif a fini par englober toute l'information qu'il pouvait contenir (l'ensemble des schèmes partiels). De ce point de vue on est en présence d'une stratégie optimale relativement, cela va de soi, à un champ de prévision déterminé. Mais il s'effectue alors un changement dans la prise d'information et par suite dans le traitement qu'elle subit, changement qu'il nous faut examiner attentivement. Les régulations représentatives ne portaient jusqu'alors que sur le résultat de l'action et entraînaient progressivement l'inhibition des régulations perceptivomotrices qui, elles, portaient sur l'action même. On peut dire de ce point de vue que les deux systèmes de régulations fonctionnaient séparément (en parallèle) ; dès lors ils fonctionnent de façon conjuguée (en série) de telle sorte que les régulations représentatives se réfèrent à l'action même et non plus à son seul résultat, d'où la prise en considération des transformations au niveau représentatif. Sous cet aspect le nouveau système repart en quelque sorte à zéro, l'information a changé de nature pour le sujet. C'est le début de la troisième phase du processus d'abstraction.

3. Il s'agit cette fois de la réflexion au sens psychologique du terme, qui consiste, rappelons-le, «à remanier cette matière antérieure fournie à la pensée à l'état brut». On peut en effet considérer le schème représentatif complexe (ou l'instrument anticipé dans sa totalité) comme une matière brute ; ce schème (ou l'instrument anticipé) est alors non décomposable ; il est une sorte de tout sans parties dissociables et sa structure reste à élaborer ou à réélaborer, plus exactement. Cette nouvelle construction va se réaliser, comme la précédente, grâce aux dépendances fonctionnelles qui s'établissent cette fois entre l'instrument et le dispositif relativement à l'action de pousser. Les parties de l'instrument seront progressivement constituées. Les régulations portent initialement sur la première de ses parties comme par une sorte de renversement complet (rétroaction excessive ou sur-rétroaction) pour porter ensuite sur les autres parties dont les variations permettront la prise en considération des rapports entre parties. On se souvient des conduites très particulières caractérisant les premières prises en considération de ces rapports : déplacement d'une partie par rapport aux autres, adjonction ou suppression d'un élément entre deux parties, compensations entre parties. L'instrument devient, au terme de cette évolution, le

support des relations entre ses parties, relations qui définissent simultanément sa fonction de transmission et celle de détour.

2 Rôle de l'expérience physique (abstraction simple) dans le processus d'abstraction réfléchissante

Essayons maintenant de préciser les rapports entre l'abstraction simple et l'abstraction réfléchissante. Considérons une fois encore l'ensemble des conduites qui interviennent dans la résolution d'une situation-problème. Le sujet assimile tout d'abord la situation par des schèmes exploratoires, mis en oeuvre par un besoin préalable (ou par le but proposé). Par cette exploration le sujet définit un programme d'action qui le conduit à des activités consommatoires, ou, en d'autres termes, à une action composée appelée précédemment schème sensorimoteur complexe. L'exécution de ce programme transforme les objets sur lesquels il porte, à partir de quoi deux cas peuvent se présenter :

A. Les objets se laissent incorporer par les actions du sujet, c'est-à-dire remplissent exactement les fonctions attendues, ou possèdent les propriétés désirées, ce qui se traduit par la réussite de l'action. L'expérimentation peut être dite confirmante. Ce cas ne nous intéresse pas, si ce n'est pour caractériser un état stable de structuration interne du sujet et d'élaboration de l'objet.

B. Les objets ne se laissent pas complètement incorporer par les actions du sujet, c'est-à-dire ne remplissent pas les fonctions attendues, ou ne possèdent pas les propriétés désirées, ce qui se traduit par l'échec de l'action entreprise. Les corrections effectuées vont alors nous permettre d'éclairer le problème soulevé, à savoir : quelles informations parviennent au sujet, proviennent-elles des objets ou des actions ? Nous allons procéder à cet examen aux différentes étapes du processus appelé globalement abstraction réfléchissante.

Ia. Les corrections sont tout d'abord effectuées à partir d'une sous-action (schème élémentaire) que le sujet dissocie du programme initial. Cette sous-action est retenue du point de vue de son contenu et, grâce à la fonction sémiotique, elle est conceptualisée (au sens du préconcept). Ce changement permet indifféremment de qualifier l'objet d'une propriété nouvelle ou de dissocier une propriété de l'ensemble des propriétés attribuées antérieurement à l'objet de façon indifférenciée par incorporation directe à l'action, selon qu'il s'agit d'utilisation (lecture-analyse de l'objet) ou de construction (élaboration-composition de l'objet). Il s'agit là du type d'expérience que Piaget appelle physique dans le sens où les actions sont effectivement différenciées sous la pression des objets sur lesquels elles portent, expérience qui rend possible le processus appelé «abstraction simple».

Ib. Le sujet utilise alors pour ses corrections certaines coordinations de son action ; c'est donc la forme (structure) de son action qui est cette fois retenue. Ces coordinations s'appliquent à l'action précédemment dégagée (conceptualisée) pour donner naissance à un schème représentatif. On parle de schème représentatif dans le sens où la forme et le contenu de ce schème sont dissociés, mais seulement partiellement. Ils sont dissociés parce que la forme se réfère à un signifiant différencié (préconcept ou image) et non plus au contenu même de l'action ou aux indices perceptifs. Il s'agit là du type d'expérience que Piaget appelle logico-mathématique, dans le sens où les propriétés structurales sont abstraites des actions mêmes du sujet. Mais il ne s'agit là que d'une abstraction réfléchissante partielle dans la mesure où elle ne donne naissance qu'à une structuration incomplète de l'objet appréhendé, relativement à un but défini. Ces deux types d'expériences (a et b) sont intimement liés et pour ainsi dire synchrones. Ils se répètent selon la dialectique des rapports sujet-objet jusqu'à ce que les différentes actions du programme initial soient toutes différenciées.

II. Le sujet effectue ensuite ses corrections grâce à une nouvelle différenciation du contenu de ses actions en fonction de l'objet, mais cette fois à partir de l'ensemble des actions impliquées, en dissociant les propriétés de l'objet (principalement spatiales) de celles de l'action (principalement dynamiques). Cette nouvelle démarche est, pourrait-on dire, *constitutive* du sujet et de l'objet à ce nouveau palier d'élaboration. Il s'agit là de la deuxième phase de l'abstraction simple.

III. Dans la dernière étape les corrections sont effectuées à partir des coordinations d'ensemble des actions impliquées, c'est donc à nouveau les propriétés structurales de l'action qui sont retenues. Nous sommes en présence de la deuxième phase de l'abstraction réfléchissante (au sens strict). Ces corrections ne s'appliquent pas sur telle ou telle propriété isolée de l'objet, mais sur l'objet dans son ensemble qui sera défini progressivement par les rapports entre ses différentes parties.

Cette étape terminée, il sera alors possible au sujet de dissocier de nouveaux contenus dynamiques de son action, correspondant à d'autres propriétés physiques de l'objet, au travers d'expériences physiques et par «abstraction simple». On voit ainsi comment se succèdent et se conjuguent ces deux processus. Comme le dit Piaget : «c'est une seule et même organisation d'ensemble de l'action qui structure simultanément l'expérience et sa forme déductive» (Piaget, 1950, II, p. 133).

3 Les différentes conceptions de l'instrument

Comme nous l'avons suggéré dans l'introduction, on ne peut pas donner une définition de l'instrument qui recouvre les différentes façons dont l'enfant l'envisage au

cours de son développement. Quatre conceptions différentes de l'instrument adoptées successivement par l'enfant nous semblent se dégager de ce travail :

Initialement (2 à 4 ans) il s'agit d'un objet que le sujet associe à la totalité de son action ; c'est un simple médiateur dont le pouvoir de transmission est absolu. Lors de son utilisation le sujet est capable d'adapter ses gestes par un contrôle exclusivement perceptivo-moteur, qui comporte, il faut le préciser, une dimension anticipatrice. Ce contrôle ne tient pas compte des propriétés de l'instrument (ce dont le sujet est incapable) mais utilise les relations perçues entre les différents objets en présence.

Dans une seconde conception (4 à 5 ans) l'instrument se substitue en quelque sorte aux actions du sujet qu'il figure concrètement et dont il est censé remplir les fonctions (attribution des actions). Son pouvoir de transmission diminue dans la mesure où il «réalise» les actions. On peut également dire que le sujet projette ses actions dans l'instrument et qu'il parvient par ce moyen à les identifier (on retrouve là le processus d'identification projective décrit par Mélanie Klein (1968) qu'elle entend également dans un sens réaliste de projection de certaines parties de soi dans une autre personne). L'utilisation de l'instrument est alors alternativement contrôlée par le système de régulations perceptivo-moteur (constitué par le schème sensori-moteur complexe) et par le système de régulations représentatif en élaboration qui porte, lui, sur les effets ou résultats de l'action et qui tend à inhiber le premier système. On peut de plus supposer que la prise de conscience d'un schème d'action s'accompagne du développement du schéma corporel. Nous avons recueilli plusieurs informations allant dans ce sens.

L'instrument, dans une troisième conception (6 à 7 ans), possède une signification d'ensemble. Il a perdu sa nature d'agrégat et ses adhérences directes à l'action, ce qui le rend propre à réellement transmettre une action. L'instrument n'est donc plus assimilé directement à la totalité de l'action, comme dans la première conception, et on peut parler alors d'une transmission relative, l'enfant étant capable de tenir compte des propriétés de l'objet et de l'action qu'il lui imprime. Les propriétés de l'instrument sont alors mises en relation avec l'action qui lui est imprimée et non plus seulement avec le résultat de l'action. Le contrôle représentatif devient donc à son tour partiellement anticipateur par le fait qu'il est alors conjugué au système perceptivo-moteur et ne fonctionne plus de façon indépendante.

Enfin l'instrument, dans une dernière conception (8 ans et plus), acquiert une structure d'ensemble telle que les rapports entre ses parties ne le définissent plus exclusivement pour une situation particulière mais pour toute une classe de situations. C'est donc la constante de certains rapports entre ses parties qui définit les

fonctions qu'il peut remplir et non plus une propriété qui le caractérise globalement.

4 Fonctions constituantes et identité qualitative

L'origine des opérations dans les fonctions constituantes du niveau préopératoire (2 à 7 ans) paraît bien confirmée par cette analyse. On a vu en effet comment, durant la première phase du processus d'abstraction réfléchissante, l'application des schèmes représentatifs aux instruments-objets relativement à la situation permet l'élaboration des propriétés de ces objets, comment ces propriétés sont modifiées relativement au résultat de l'action et comment les variations mêmes de ces propriétés entraînent la prise en considération d'autres actions élémentaires qui deviennent à leur tour des schèmes représentatifs engendrant de nouvelles fonctions. Ces applications introduisent un ordre que l'on pourrait appeler organique ou chronologique : chaque segment de l'instrument a une propriété distincte, et l'ordre de ses segments reproduit la succession des actes à accomplir ; on retrouve donc bien ce caractère de «dépendances ordonnée». Le primat de l'ordre nous paraît doublement expliqué : d'une part parce que ces applications ne peuvent se faire que successivement et ensuite parce que le prolongement, l'atteinte, est le premier schème requis dans toute action (le plus long et le plus loin ne peuvent être initialement que confondus).

Dans les deuxième et troisième phases du processus de l'abstraction réfléchissante, les dépendances relient alors l'instrument au dispositif relativement à l'action transmise : celle de pousser. Ces dépendances s'établissent initialement par rapport à la longueur de l'instrument entier (modifié à son extrémité inférieure), puis par rapport à la longueur de ses différentes parties, pour s'orienter ensuite, par ces variations mêmes, vers l'élaboration des rapports entre ses parties. C'est par ces rapports que l'instrument sera finalement défini, comme nous allons le voir à l'instant.

Du point de vue de l'identité, nous avons aussi pu constater de façon très nette la limitation de sa portée par les schèmes représentatifs toujours plus nombreux qui définissent l'instrument et ses appartenances qualitatives essentielles. Tant que l'objet est assimilé directement à un schème sensori-moteur complexe, il demeure identique à lui-même quelles que soient les actions qui portent sur lui. Dans la mesure où il est qualifié par des schèmes représentatifs élémentaires non coordonnés, toute variation de ses appartenances qualitatives entraîne sa perte d'identité ; par contre les schèmes sensori-moteurs non représentatifs qui portent sur lui entraînent des changements considérés comme accidentels.

Les différentes épreuves de choix nous permettent de bien saisir ce développement : la presque totalité des instruments présentés est acceptée par les plus jeunes sujets et ceci moins par indifférenciation que par l'équivalence qu'ils présentent re-

lativement à la fonction unique qui les définit ; leurs différences sont bien perçues mais négligées dans le contexte donné. L'extension de l'objet à ce niveau est importante, c'est-à-dire sa possibilité de s'adapter à toutes sortes de situations et sa compréhension limitée, c'est-à-dire ses propriétés.

Ensuite, lorsque les divers schèmes représentatifs non coordonnés sont appliqués aux instruments (ou auxquels les instruments sont assimilés) la classe d'équivalence se restreint, c'est-à-dire que la compréhension de l'objet (instrument) augmente et son extension diminue. L'identité est par conséquent plus fragile, elle se limite de plus en plus pour arriver à une restriction telle que l'objet (instrument) n'est plus qu'identique à lui-même. Cette étape correspond au regroupement des schèmes représentatifs élémentaires en un schème représentatif complexe. Dans ces conditions il n'est plus possible d'apporter aucune modification à l'instrument. Il reste toutefois que cette identité avec lui-même autorise sa mise en rapport soit avec d'autres instruments soit avec certaines de ses parties. Et, dans la mesure où il devient le support de tels rapports, il en résulte deux conséquences : d'une part l'instrument s'effacera en tant que support de telle ou telle propriété au profit de ces seuls rapports consolidés, et d'autre part son extension s'élargira de toutes celles des instruments avec lesquels il est mis en rapport ou des situations auxquelles il pourra s'appliquer.

5 L'aspect causal des conduites

La conduite du bâton, dont l'apparition se situe à la fin de la période sensori-motrice (2 ans), se rapporte à une organisation causale bien élaborée dont Piaget (1937) a depuis longtemps analysé le développement ; insérée dans l'organisation d'ensemble à laquelle parviennent les conduites de l'enfant à la fin de la période sensori-motrice, on peut la considérer, cette organisation causale, comme objectivée et spatialisée par rapport aux actions propres, dégagée de ses formes magico-phénoménistes initiales. C'est à cette organisation que se rapportent les régulations perceptivo-motrices qui permettent l'utilisation correcte des instruments tout confectionnés et guident initialement l'enfant dans ses essais.

Par contre, l'organisation est en élaboration sur le plan de la représentation ; les liaisons que l'enfant établit sont dues à l'application aux objets des schèmes représentatifs, application qui s'accompagne, comme on l'a vu, d'une attribution des propriétés de ces schèmes aux objets (attribution que nous avons souvent appelée projection) et tout se passe alors comme si l'objet réalisait l'action par laquelle il a été défini ; c'est dans ce sens que Piaget définit la causalité, à ce niveau, comme l'attribution de l'action propre à l'objet. Mais il faut le préciser, ce sont autant les

aspects dynamiques de l'action que ses aspects structuraux qui sont attribués à l'objet. On peut se demander alors si le processus que l'on vient de décrire se réfère spécifiquement à l'organisation causale ou s'il s'agit là d'un processus plus général d'attribution (ou de projection). De notre point de vue, il s'agit d'un processus général qui paraît constitutif aussi bien des opérations logicomathématiques que de l'organisation causale ultérieure. C'est dans ce sens que nous avons considéré l'instrument comme le reflet des actions du sujet dans ses aspects dynamiques et structuraux qui ne sont pas encore dissociés à ce niveau, actions qui pourront être ensuite intériorisées et dissociées selon leurs composantes dynamiques et structurales. Ces remarques nous conduisent tout naturellement au problème spécifiquement causal des conduites étudiées, celui de la transmission à propos de laquelle nous avons distingué deux types différents : la transmission absolue ou directe et la transmission relative. La transmission absolue est celle conférée par l'enfant à tous les objets qu'il associe à son action sans pouvoir toutefois spécifier l'aide qu'ils lui apportent ; ces objets sont associés, comme on l'a vu, à ses schèmes dans leur totalité, ils sont assimilés directement à l'ensemble de son action. L'attribution par l'enfant de ses échecs à son action propre le montre bien.

Lorsque le sujet prend en considération l'aide fournie par l'objet (instrument), c'est-à-dire lorsqu'il est capable de le qualifier, ce dernier perd son pouvoir de transmission absolu et les échecs sont alors rapportés à ses propriétés ; l'instrument « réalise » l'action. Or c'est au cours de cette étape que se situe le passage crucial de ce développement : non seulement les schèmes sont attribués à l'objet sous leurs aspects dynamique et structural comme nous l'avons indiqué ci-dessus, mais encore la totalité des schèmes (mobilisés pour la solution) est attribuée à l'objet, y compris donc les schèmes qui ne devraient pas l'être (!) comme celui de pousser ; nous entendons par là des schèmes que le sujet devra imprimer à l'instrument lorsqu'il aura réellement acquis le statut d'un intermédiaire qui transmet une action. Il faudra donc que le sujet « récupère » une partie tout au moins des actions attribuées à l'objet. Or cette récupération de l'action est rendue possible par le regroupement ou la synthèse des schèmes représentatifs partiels en un schème complexe intériorisé. C'est alors que la dissociation des aspects dynamiques et structuraux de l'action apparaît et que l'on peut réellement distinguer l'organisation structurale de l'organisation causale. L'instrument devient un intermédiaire qualifié, dissocié de l'action qu'il transmet, et le sujet retrouve son rôle d'acteur. On peut donc dire que l'action attribuée abusivement à l'objet (celle de pousser, par exemple) est à l'origine, sous son aspect dynamique, de la transitivité de l'action instrumentale qui constitue une première organisation causale objectivée. Mais en plus de son aspect dynamique

essentiel, cette action comporte bien entendu un aspect structural qui donne naissance à une nouveauté non moins fondamentale : la direction, qui va permettre de prendre en considération les directions respectives des différentes parties de l'instrument. On se rappelle à ce propos que les sujets ne peuvent dissocier, durant cette

phase transitoire, la direction de la poussée qui lui est attribuée

L'organisation causale qui apparaît ensuite est donc non seulement objectivée mais encore spatialisée, bien entendu dans les limites restreintes que nous venons de définir. Cette organisation suppose bien à son tour, comme celle qui l'a précédée, une décentration par rapport cette fois aux représentations de l'action propre. Cette dernière analyse confère à nos résultats une cohérence plus grande. On voit maintenant comment les dépendances fonctionnelles comportent un double aspect d'application et d'attribution, comment ces dépendances permettent simultanément l'élaboration de l'instrument et celle des schèmes représentatifs, comment enfin le regroupement de ces schèmes permet la dissociation de leur aspect dynamique et structural, dissociation qui, du point de vue dynamique ou causal, fait de l'instrument un intermédiaire remplissant certaines fonctions, du sujet un acteur, et du point de vue structural, fait de l'instrument un tout structuré opératoirement (au sens strict).

6 Réussite et vérité

Il nous paraît utile d'examiner brièvement, dans la perspective de nos épreuves, l'opposition habituelle entre les critères de «réussite», rattachés à l'intelligence sensori-motrice et pratique, et les critères de «vérité», rattachés à l'intelligence réfléchie. Piaget (1937) écrit à ce propos : «L'intelligence sensori-motrice se borne à vouloir la réussite ou l'adaptation pratique, tandis que la pensée verbale et conceptuelle a pour fonction de connaître et d'énoncer des vérités» (p. 316), et un peu plus loin : «L'intelligence pratique cherche la réussite avant la vérité» (p. 318). A partir de notre analyse nous serions plutôt enclin à dire que l'intelligence atteint la vérité par la réussite ou encore que la pensée conceptuelle ne parvient à connaître la vérité qu'en se basant sur des critères de réussite dans des situations de type nécessaire (selon les catégories définies par Gréco, 1959). Piaget écrit encore dans le même ouvrage que «lorsque la vérité coïncide avec l'apparence, le contact superficiel avec l'objet (l'expérience immédiate empirique) suffit à conduire au vrai (p. 335). Là encore il nous semble que la réalité ne coïncide avec l'apparence que lorsque les critères de vérité se superposent aux critères de réussite, c'est-à-dire lorsqu'une structure est achevée. Aussi nous serions davantage enclin à adopter une autre formulation de Piaget (1967) selon laquelle «le critère de l'adaptation est la réussite,

qu'il s'agisse de survie ou de compréhension» (p. 210). C'est dans ce sens que nous avons considéré tout au long de ce travail les épreuves de résolution de problèmes par construction et utilisation d'instruments comme privilégiées pour l'étude de la formation des normes logiques du vrai et du faux. Les sujets sont confrontés dans ces épreuves à des critères d'échec et de réussite qui nous paraissent les seuls envisageables, à ce niveau de développement tout au moins, et parce qu'elles situent le sujet dans une perspective adaptative.

7 Conclusion

A partir de la fin de la période sensori-motrice, les conduites de l'enfant recouvrent entièrement un certain milieu. Par la fonction sémiotique (qui permet la différenciation des signifiants et des signifiés) l'enfant a alors accès à un milieu plus vaste, que ses conduites ne circonscrivent plus ; il lui faut par conséquent procéder à une réorganisation qui s'effectuera au cours de ses tentatives d'assimilation des situations à son organisation antérieure. Or c'est l'intériorisation de ses schèmes d'actions qui va fournir à l'enfant ses nouveaux «instruments» de connaissance, à savoir les schèmes représentatifs et les opérations.

Pour comprendre ce processus d'intériorisation des schèmes d'action, il faut établir initialement une distinction claire entre schème complexe et schème élémentaire. Un schème élémentaire correspond à une action simple, alors qu'un schème complexe est un ensemble organisé d'actions.

L'intériorisation débute lorsque le sujet, au cours de ses tentatives pour assimiler une situation donnée à un ensemble organisé d'actions, dissocie l'une d'entre elles en la transposant *sur le plan de la représentation* ou, ce qui revient au même, dissocie du schème complexe un schème élémentaire. Dans le contexte de nos épreuves cette dissociation se fait au moyen de la conduite du bâton, qui est confondue initialement avec l'action globale, et la transposition se fait tout d'abord par l'application (ou la projection) à l'instrument du schème élémentaire dissocié qui traduit alors le contenu du schème. L'objet représente ou symbolise alors ce schème auquel il est lié par une dépendance fonctionnelle qui traduit la forme du schème. La dissociation complète de tous les schèmes élémentaires et leur application à l'instrument entraînent la matérialisation ou figuration de la succession de tous les schèmes qui peuvent alors se réfléchir (au sens physique) sur le plan de la pensée en se regroupant en une totalité ; le schème complexe initial est alors intériorisé.

En tant que matérialisation des schèmes, l'instrument était jusqu'alors de façon indissociable forme et contenu ; à partir de ce niveau, sa forme et son contenu peuvent être dissociés. Il peut être support de certaines propriétés ou fonctions in-

dépendamment des actions qui portent sur lui ou qu'il transmet.

Les actions peuvent alors être référées à des propriétés stables de l'objet et elles engendrent sa nouvelle structure. Cette dissociation entre forme et contenu entraîne aussi celle des aspects dynamique et structural des actions, qui étaient également indissociés.

Les tentatives d'assimilation d'un milieu que ne recouvrent pas les possibilités intellectuelles de l'enfant donnent lieu à des conduites que l'on appelle habituellement essais et erreurs ou tâtonnements. Nous les avons considérées comme des mécanismes régulateurs qui modifient sans cesse l'organisation interne en fonction des résultats obtenus et qui expliquent par conséquent la structuration en cours que l'on vient de caractériser par le processus d'abstraction réfléchissante. Non dissociable de ce processus, ils en constituent, pourrait-on dire, l'énergétique. Nous avons distingué deux systèmes de régulations, perceptivo-moteur et représentatif, qui fonctionnent tout d'abord séparément, chacun d'eux traitant des informations différentes. On se souvient à ce propos comment les obstacles peuvent être pris en considération de façon anticipée par un système et être entièrement négligés par un autre. Une fois le système de régulations représentatif élaboré, il se conjugue au premier pour donner naissance à un troisième système de régulations : les opérations.

Il est possible de traduire cette évolution en terme d'équilibration. En effet, nous avons vu comment les schèmes représentatifs élémentaires sont successivement dissociés du schème sensori-moteur complexe. Le déséquilibre provient de cette dissociation même qui, tant qu'elle n'est que fragmentaire, engendre des systèmes qui ne recouvrent que partiellement le milieu sur lequel ils portent. Telles sont les tactiques localement optimales. Le fonctionnement simultané de deux systèmes de régulations nous paraît suffisant pour rendre compte de la prise en considération d'informations nouvelles et de l'équilibration croissante, sans qu'il soit nécessaire d'attacher à ces tactiques successives une valeur de probabilité. Nous n'estimons pas nécessaire de revenir maintenant sur les facteurs de flexibilité et d'extension du champ généralement retenus pour justifier le développement des conduites dans ces épreuves. La valeur exclusivement descriptive de ces facteurs nous paraît suffisamment claire.

Nous terminerons cette étude en soulevant un problème qui nous est apparu tardivement en raison de notre ignorance et peut-être aussi d'un certain cloisonnement entre les différents secteurs de la psychologie : c'est le problème des praxies. Bien que la construction d'instruments paraisse à première vue relever très directement de la catégorie des praxies appelées précisément constructives, on a eu l'occasion de voir au cours de ce travail les différentes significations que pouvait revêtir cette activité,

comment ces constructions pouvaient s'effectuer par étapes et sans schéma anticipateur global ou au contraire relativement à un schéma anticipateur d'ensemble. Mais il faut d'emblée préciser qu'il s'agit d'un type particulier de constructions (dont la finalité n'est pas interne mais externe) en ce sens qu'elles ne sont pas réalisées pour elles-mêmes mais pour un but secondaire, bien que cette distinction même soit discutable dans la perspective génétique. On a eu l'occasion de relever que la prise de conscience d'un système d'action s'accompagne du développement du schéma corporel selon un processus très proche de l'identification projective décrite par Mélanie Klein, ainsi que les rôles très liés des aspects figuratif et opératif des conduites.

Cependant l'ensemble de notre analyse ne devrait pas s'appliquer directement au problème des praxies, si on définit une praxie comme un mouvement coordonné vers un but et si une grande partie des débats portent sur la nature symbolique d'une praxie (Ajuriaguerra, Hecquen et Angelergues, 1960 ; Piaget, 1960). Dans cette perspective, la construction d'instruments, de même que les constructions de différents types que l'on utilise pour examiner les praxies, relèvent moins des praxies que d'autres activités de nature essentiellement opératoire qui comportent bien entendu un aspect figuratif important mais dont l'aspect praxique est très secondaire. Par contre, l'utilisation d'instruments nous paraît relever très directement des praxies mêmes. A ce propos, on se souvient de l'opposition que nous avons établie dans l'introduction entre construction et utilisation d'instruments. Nous déclarions que la seconde dépendait essentiellement d'une organisation sensori-motrice et que la représentation dans la mesure où elle intervenait, jouait un rôle bien inférieur au rôle prépondérant qu'elle tient dans la construction. Nous accepterions volontiers de ce point de vue la définition d'une praxie comme un schème sensori-moteur ainsi que l'a proposé Piaget (1960). Toutefois il paraît probable qu'un mouvement coordonné vers un but, réalisable au niveau sensori-moteur sans l'intervention de la représentation, s'effectue ultérieurement avec son intervention. Et le contrôle de l'activité semble bien, d'après notre étude, pouvoir être pris en charge, soit simultanément, soit successivement par différents systèmes : perceptivo-moteur, représentatif, etc. Notre hypothèse consisterait à apparenter les types de praxies aux différents niveaux d'intégration de l'action. Nous rejoindrions ainsi plutôt l'optique de Wallon et Denjean (1958), qui mettent l'accent sur la préfiguration de l'acte et rattachent les troubles à une incapacité d'adapter la structure des mouvements voulus à la structure des objets, ou à des difficultés d'agencement des mouvements dans leur rapport avec le corps propre. Mais il est nécessaire de préciser que les objets comme le corps propre passent par toute une série de structurations successives. D'une manière gé-

nérale, l'ensemble de ces débats semble bien refléter des confusions sur la nature des activités requises par les diverses épreuves utilisées ; plus précisément, ces confusions nous semblent tenir à l'idée générale qu'une activité gestuelle ne fait intervenir la représentation que lorsqu'elle a une valeur symbolique, en oubliant qu'une même activité gestuelle peut faire intervenir la représentation sans avoir pour autant de valeur symbolique. Signalons pour conclure que nous avons découvert avec intérêt, après l'achèvement de notre travail, les remarquables études ethnologiques de Leroi-Gourhan (1964, 1965). Les comparaisons et rapprochements entre ses travaux et nos résultats, n'en auront ainsi qu'un fondement plus solide. «La main à l'origine, écrit cet auteur, était une pince à tenir les cailloux, le triomphe de l'homme a été d'en faire la servante de plus en plus habile de ses pensées de fabricant.» Nous espérons par notre étude avoir montré que tel était le triomphe de l'enfant, et que si «ne pas avoir à penser avec ses dix doigts équivaut, comme le dit encore cet auteur, à manquer d'une partie de sa pensée normalement, phylogénétiquement humaine, tel était aussi psychogénétiquement le cas.

Mars 1967 - juin 1968¹

BIBLIOGRAPHIE

- ADAMSON R.E., "Functionnal fixedness as related to problem-solving : a repetition of three experiments", *J. exp. Psychol.*, 1952, 44.
- AJURIAGUERRA J. DE, HECAEN H., ANGELERGUES R., "Les apraxies : variétés cliniques et lésionnelles", *Revue neurologique*, 190, 102. N°6.
- BIRCH H.G., RABINOVITZ H.S., "The negative effect of previous experience on productive thinking", *J. exp. Psychol.*, 1951, 41.
- BLATZ W.E., "A comparison of the behavior of human subjects and chimpanzees in similar controlled situations", *Psychol. Bull.*, 1929, XXVI.
- BRESSON F., "Les décisions", in *Traité de Psychol. exp.*, VIII, Paris, PUF, 1965,.
- BRUNER J.S., GOODNOW J.J., AUSTIN G.A., *A study of thinking*, New York, Wiley, 1956.
- BUSSMANN E., *Le transfert dans l'intelligence pratique chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé, 1946.
- BUTLER R. A., "Investigative behavior", *Schrier A.M., Harlow H.F., Stollnitz F., Behavior of non human primates*, New York et Londres, Academic Press, 1965.
- DAVIS R.T., MCDOWELL A.A., NISSEN H.W., "Solution of bent wire problems by monkeys and chimpanzees", *J. comp. physiol. Psychol.*, 1957, 50.
- DUNKER K., *Zur Psychologie des Produktiven Denkens*, Berlin, Springer, 1935.
- GOLDBECK R.A., BERNSTEIN B.B., HILLIX W.A., MARX M.H., "Application of the split half technique to problem solving tasks", *J. exp. Psychol.*, 1933, 68.
- GRECO P., "Induction, déduction et apprentissage", in *Etudes d'Epistémologie génétique*, X, Paris, PUF, 1963.
- GRECO P., "Apprentissage et structures intellectuelles", in *Traité de Psychol. exp.*, VII, Paris, PUF, 1963.
- GRECO P., "Epistémologie de la psychologie", in *Logique et connaissance scientifique*, Paris, Gallimard, 1967.
- GRIZE J.-B., "Analyse pour servir à l'étude psychologique de la notion de fonction", in *Etudes d'Epistémologie génétique*, XXIII, Paris, PUF, 1968.

1. Une partie de la rédaction de cet ouvrage a pu être réalisée grâce à une bourse du Fonds national suisse de la recherche scientifique (Requête n° SG 25).

GUILFORD J.P., FRICK J.W., CHRISTENSEN P.R., MERRIFIELD P.R., "A factoranalytic study of flexibility in thinking", *Rep. Psychol. Lab. U. Sth. Calif.*, 1957, 18.

GUILLAUME P., MEYERSON I., "Recherches sur l'usage de l'instrument chez les singes", *Journal de Psychol.*, 1930, XXVII.

GUILLAUME P., MEYERSON I., "L'intermédiaire lié à l'objet", *Journal de Psychol.*, 1931, XXVIII.

GUILLAUME P., MEYERSON I., "L'intermédiaire indépendant de l'objet", *Journal de Psychol.*, 1934, XXXI.

GUILLAUME P., MEYERSON I., "Choix, correction, invention", *Journal de Psychol.*, 1937, XXXIV.

HAYES K.J., HAYES C., "Imitation in a home-raised chimpanzee", *J. comp. physiol. Psychol.*, 1952, 45.

HARLOW H.F., "Mice, Monkeys, Men and Motives", *Psychol. Rev.*, 1953, 60.

HOBHOUSE L.T., *Mind in evolution*, New York, Mac Millan, 1901.

INHELDER B., PIAGET J., *La genèse des structures logiques élémentaires*, Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé, 1959.

KLEIN M., *Envie et gratitude*, Paris, Gallimard, 1968.

KLÜVER H., *Behavior mechanisms in monkeys*, Chicago, Univ. Chicago Press, 1933.

KÖHLER W., *Intelligenzprüfungen an Menschenaffen* (1917); trad. fr. par P. Guillaume, *L'intelligence des singes supérieurs*, Paris, Alcan, 1927.

LEROI-GOURHAN A., *Le geste et la parole*. I. *Technique et langage*, Paris, Albin Michel, 1964; II. *La mémoire et les rythmes*, Paris, Albin Michel, 1965.

LIPPMANN O., BOGEN N., *Naïve Physik*, Leipzig, 1923.

MAIER N.R.F., "An aspect of human reasoning", *Brit. J. Psychol.*, 1933, 24.

MASON W.A., HARLOW H.F., "The effects of age and previous training on patterned strings performance of rhesus monkeys", *J. comp. physiol. Psychol.*, 1961, 54.

MINSKY M.L., "Artificial intelligence", *Scientific American*, septembre 1966.

NEWELL A., SHAW J.C., SIMON H.A., "Elements of a theory of human problem-solving", *Psychol. Rev.*, 1958, 65.

NEWELL A., SHAW J.C., SIMON H.A., "Report on a general problem-solving program", in *Conference internationale sur la traitement de l'information*, Unesco, 1960.

OSGOOD C.E., *Method and theory in experimental psychology*, New York, Oxford Univ. Press, 1953.

PAPERT S., "Intelligence chez l'enfant et le robot", in *Etudes d'Epistémologie génétique* XV, Paris, PUF, 1963.

PAPERT S., "Remarques sur la finalité", in *Logique et connaissance scientifique*, Paris, Gallimard, 1967.

PIAGET J., *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé, 1936.

PIAGET J., *La construction du réel chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris, Delachaux et Niestlé, 1937.

PIAGET J., "Les praxies chez l'enfant", *Revue neurologique*, 1960, 102, N° 6.

PIAGET J., *Sagesse et illusion de la philosophie*, Paris, PUF, 1965.

PIAGET J., *Biologie et connaissance*, Paris, Gallimard, 1967.

PIAGET J., "Epistémologie et psychologie de la fonction", in *Etudes d'épistémologie génétique*, XXIII, Paris, PUF, 1968.

PIAGET J., *Introduction à l'épistémologie génétique*, t. I, II, III, Paris, PUF, 1950.

PIAGET J., INHELDER B., "Les opérations intellectuelles et leur développement", in *Traité de Psychol. exp.*, VII, Paris, PUF, 1963.

PIAGET J., INHELDER B., *Mémoire et intelligence*, Paris, PUF, 1968.

RAAHEIM K., "Problem solving and the ability to find replacement", *Scand. J. Psychol.*, 1960, 1.

RAAHEIM K., "Problem solving and past experience", *Monogr. Soc. Res. Child Developm.*, 1965, 30, N°2.

REY A., *L'intelligence pratique chez l'enfant*, Paris, Alcan, 1934.

REY A., *Six épreuves au service de la psychologie clinique*, Bruxelles, Bettendorff.

SAUGSTAD O., "Problem solving as dependent on availability of functions", *Brit. J. Psychol.*, 1955, 46.

SCHILLER P.H., "Innate constituents of complex responses in primates", *Psychol. Rev.*, 1952, 59.

SCHRIER A.M., HARLOW H.F., STOLLNITZ F., *Behavior of nonhuman primates*, New York et Londres, Academic Press, 1965.

SCHÜTZENBERGER M.P., "Contribution aux applications statistiques de la théorie de l'information", *Publications de l'Institut de Statistique de l'Univ. de Paris*, 1954, III, N°1-2

SCHÜTZENBERGER M.P., "A tentative classification of goal-seeking behavior", *J. ment. Sci.*, (Brit. J. Psychiat.), 1954, 100.

SIMON H.A., "A information processing theory of intellectual development", *Child Develop.*, 1962, Série 83, 27, N°2.

SINCLAIR H., *Langage et opérations*, Paris, Dunod, 1967.

STRAATS A.W., "Verbal and instrumental response hierarchies and their relationship to problem solving", *Amer. J. Psychol.*, 1957, 70.

STOLUROW L.M., BERGUN B., HODGSON T., SILVA J., "The efficient course of action in "trouble shooting" as a joint function of probability and cost", *Educ. Psychol. Measmt.*, 1955, 15.

WALLON H., DENJEAN G., "Sur quelques signes d'apraxie chez les enfants "inadaptés"", *Annales Médico-Psychol.*, 1958, II, N°1.

ZIMMERMANN R.R., TORREY C.C., "Ontogeny of learning", in SCHRIER A.M., HARLOW H.F., STOLLNITZ F. (Ed.), *Behavior of nonhuman primates*, New York et Londres, Academic Press, 1965.

TABLE DES MATIÈRES

Préface	5
CHAPITRE I. <i>Introduction</i>	9
1. Aperçu historique	11
2. Nature de l'instrument et types de situations expérimentales	15
3. La théorie des schèmes de Piaget	18
4. Développements récents de la théorie de Piaget	22
5. Portée théorique de nos expériences	24
CHAPITRE II. <i>Constructions de crochets. Le bocal.</i>	27
1. Anticipation des moyens	29
2. Résultats généraux	32
3. Premier stade	34
4. Deuxième stade	43
5. Troisième stade	50
6. Quatrième stade	56
7. Conclusions	58
CHAPITRE III. <i>Contrôle : reproduction de la construction</i>	61
CHAPITRE IV. <i>Construction d'instruments coudés pour la réalisation de détour. La trappe</i>	67
1. Matériel et technique	68
2. Résultats généraux	70
3. Premier stade	71
4. Deuxième stade	77
5. Troisième stade	81
6. Quatrième stade	87
7. Conclusions	90

CHAPITRE V. <i>Contrôles</i>	93
1. Contrôle I : Analyse longitudinale. Reprises après quelques mois	93
2. Contrôle II : Choix d'instruments	96
3. Contrôle III : Simple poussée sans obstacle au moyen de tiges	99
CHAPITRE VI. <i>Interprétation générale des résultats</i>	104
1. Les processus d'abstraction réfléchissante et les types de régulations	106
2. Rôle de l'expérience physique (abstraction simple) dans le processus d'abstraction réfléchissante	110
3. Les différentes conceptions de l'instrument	111
4. Fonctions constituantes et identité qualitative	113
5. L'aspect causal des conduites	114
6. Réussite et vérité	116
7. Conclusion	117
Bibliographie	121

Achévé d'imprimer et de relier en décembre 1970
 dans les ateliers
 Delachaux et Niestlé S.A., Neuchâtel (Suisse) ,

