

# Développement cognitif : construction de structures nouvelles ou construction d'organisations internes

Pierre MOUNOUD

Université de Genève  
24, rue du Général Dufour  
1211 GENEVE 4 (Suisse)

Nous allons essayer de montrer comment le développement cognitif peut être considéré comme la construction d'organisations internes de contenus (construction de modèles ou de mémoires internes), et non pas comme la construction de structures nouvelles à la manière dont Piaget le conçoit. Notre hypothèse consiste à dire que les structures formelles de nos actions et de nos raisonnements, les coordinations générales des actions selon Piaget, sont préformées (et non pas construites) et que l'organisation interne des contenus (la construction de modèles internes) s'effectue au moyen de ces structures préformées. Comme chacun le sait Piaget considère que les structures ou les coordinations de nos actions et de nos raisonnements sont construites. Il les définit comme ce qui est général ou commun à toutes nos actions, à tous nos raisonnements et à tous les sujets... épistémiques. Et il précise bien qu'il s'agit de la **forme ou structure** de nos comportements indépendamment des différents **contenus** sur lesquels elles s'appliquent. Cette position l'amène à accorder au milieu un rôle secondaire, un rôle non spécifique susceptible tout au plus d'accélérer ou de ralentir la construction de ces structures.

Nous allons examiner pour commencer comment Piaget en est venu à poser le problème du développement cognitif en termes de construction de structures nouvelles. Il est possible de distinguer deux origines principales à cette façon d'envisager le développement cognitif : sa problématique épistémologique et son option structuraliste. Nous allons les envisager tout à tour.

## La problématique épistémologique et sa généralisation à la psychologie

Piaget ne peut pas être considéré comme un psychologue. Il refuse d'ailleurs d'être considéré comme tel. Sa théorie est avant toute une épistémologie et son principal intérêt est pour

la biologie. Tout en appréciant le point de vue épistémologique de Piaget, nous développerons des critiques relatives à la manière dont il a transposé ce point de vue au domaine psychologique.

Historiquement le problème essentiel de Piaget était d'expliquer l'**apparition de formes ou de structures nouvelles** dans le monde vivant. C'était d'ailleurs la préoccupation principale des biologistes à la fin du siècle passé. Lorsque Piaget a étudié les escargots d'eau douce, les limnées, dans les lacs suisses, il recherchait l'influence des différents milieux sur la forme de ces escargots. Il a montré comment certaines particularités morphologiques de ces escargots peuvent être considérées comme résultant d'une interaction complexe entre le génotype et le phénotype. Les formes ou les structures morphologiques des escargots étaient considérées comme des formes nouvelles, originales. Dans ses recherches actuelles sur les sedums, une espèce de plantes grasses qu'il transplante inlassablement, Piaget cherche toujours à résoudre le même problème : comment de nouvelles formes apparaissent, comment la partie héréditaire de la plante (plus généralement d'un organisme) peut être affectée par les variations phénotypiques produites par telles ou telles caractéristiques de l'environnement. Pour résoudre ce genre de problème, il a besoin d'étudier de nombreuses générations d'une même espèce de plante. Dans ce domaine, en tant que biologiste, Piaget a vraiment pris en considération l'environnement, ses spécificités, ses particularités. L'environnement affecte l'évolution de l'espèce et il intervient spécifiquement dans l'apparition de nouvelles formes tandis qu'en psychologie comme nous allons le voir l'environnement n'a plus d'action spécifique.

C'est en transposant le problème biologique de

(1) Exposé présenté au VII<sup>e</sup> Symposium de la « Piaget Society » à Philadelphie (USA) le 20 mai 1977.

l'apparition de formes nouvelles au domaine de la psychologie que Piaget a commencé à envisager le développement cognitif comme l'apparition successive de formes ou structures nouvelles. Pour lui ces nouvelles structures qu'il qualifie de fonctionnelles par opposition à matérielles sont déterminées par **l'interaction entre les structures antérieures** des comportements du sujet et les **propriétés de l'environnement**. Mais du niveau biologique au niveau psychologique un changement important s'opère. Pour Piaget les structures initiales des conduites de l'enfant à sa naissance sont considérées comme formellement équivalentes chez tous les sujets. Quant à l'environnement Piaget ne prend en considération que les aspects physiques de la réalité qu'il considère comme équivalents pour tous. Par conséquent, toujours selon Piaget, les interactions entre des structures équivalentes chez tous les sujets et un environnement constant produisent nécessairement des structures nouvelles équivalentes. Ainsi alors qu'au niveau biologique les interactions expliquent l'apparition de formes nouvelles **spécifiques** dues aux **particularités** des différents milieux ou environnements, au niveau psychologique l'interaction explique selon Piaget l'apparition de formes ou structures, nouvelles par rapport aux précédentes, mais non spécifiques puisque provenant toutes de l'interaction avec un même environnement. C'est dans ce sens que l'action du milieu devient paradoxalement non spécifique dans le développement psychologique des conduites de l'enfant. Les seules variations qui sont susceptibles de survenir sont des variations de vitesse de développement mais jamais de forme.

Or il est facile de constater que chaque individu a sa **propre façon d'agir et de raisonner** et ceci autant en ce qui concerne la réalité physique que la réalité sociale. De plus il est possible d'imaginer que les particularités de notre raisonnement sont dues autant à des facteurs héréditaires qu'aux caractéristiques du milieu, mais en prenant en considération autant les aspects spécifiques que généraux d'une part et autant les aspects sociaux que physiques du milieu d'autre part.

Pour rendre compte de ces différences dans nos façons de raisonner et d'agir, il faut bien imaginer que l'enfant au cours de son développement construit autre chose que des structures formelles communes à tous les individus. Nous qualifions de formelles ces structures piagétienne dans le sens où elles sont à des degrés divers indépendantes des contenus sur lesquels elles s'appliquent (et des contextes dans lesquels elles se réalisent). Voyons maintenant comment Piaget a essayé de mettre en évidence l'apparition de structures nouvelles au moyen d'une méthode que nous qualifierons de structuraliste.

### **L'approche structuraliste de Piaget**

Dans l'étude de la période sensori-motrice la démarche structuraliste adoptée par Piaget

peut être qualifiée de relative. Nous voulons dire par là que c'est seulement au niveau de l'interprétation qu'il a essayé de faire ressortir les structures formelles des comportements observés. Par ailleurs le découpage des comportements selon les catégories de l'objet, du temps, de l'espace et de la causalité a été effectué également au moment de l'interprétation.

Par contre dans l'étude de la période des opérations concrètes (2 à 10 ans) son approche structuraliste s'est radicalisée. Des **situations spécifiques** ont été imaginées pour mettre en évidence les structures formelles du raisonnement de l'enfant et ceci pour chaque catégorie du temps, de la vitesse, de l'espace, etc. séparément. Les situations imaginées consistent à **simplifier** considérablement une réalité donnée pour faire ressortir un aspect particulier, une dimension, une propriété. La propriété étudiée est isolée par l'expérimentateur, l'objet devient d'une certaine façon **unidimensionnalisé**. C'est un peu comme si l'objet perdait son contenu concret. D'autre part dans cette approche les conduites ont perdu leur aspect finalisé, les **situations ont perdu leur signification d'échange ou de communication**. C'est la compréhension de l'objet lui-même qui devient la seule finalité proposée à l'enfant. Les objets deviennent par exemple des « longueurs » et on examine si l'enfant est capable de les sérier et de conserver une longueur à la suite de transformation (translation, rotation, sectionnement).

Le but d'une telle méthode est de découvrir l'âge auquel l'enfant maîtrise telle ou telle transformation en considérant que ces situations particulières donnent directement accès aux structures, aux opérations du sujet. C'est ainsi que pour Piaget, la maîtrise par l'enfant d'une telle situation expérimentale signifie l'achèvement de la construction d'une structure donnée. Réciproquement l'incapacité de maîtriser une telle situation signifie le non achèvement de la structure en question. Grâce à ces situations il a l'espoir d'atteindre directement la structure du raisonnement.

### **Le développement cognitif comme construction de structures nouvelles : une impasse**

Si l'on cherche à décrire le développement psychologique comme la construction de structures nouvelles, les difficultés apparaissent lorsque les conduites de différents niveaux sont décrites au moyen des mêmes structures formelles. C'est la difficulté à laquelle Piaget a été confronté lorsqu'il a découvert que les conservations de la matière, du poids et du volume n'étaient pas maîtrisées par l'enfant au même âge malgré une structure formelle équivalente. De même en ce qui concerne les différentes épreuves destinées à mettre en évidence la structure d'inclusion (les fleurs, les perles, les animaux, etc.). C'est alors qu'il a

défini les **décalages horizontaux** considérés comme une particularité du raisonnement de l'enfant à la période des opérations concrètes.

C'est également le problème qui se pose à la période des opérations formelles où il est bien connu actuellement qu'un sujet peut présenter un raisonnement formel dans un contexte donné et pas dans un autre. Il devient par conséquent difficile de se prononcer sur la présence ou l'absence d'une structure donnée à partir d'une conduite manifestée dans une situation.

C'est également ce problème de l'équivalence structurale entre différents sous-stades que Piaget avait rencontré dans son étude de la période sensori-motrice. Il avait montré que les comportements du bébé pouvaient être restitués par la même structure de groupe (le groupe des déplacements) à chacun des six stades définis dans cette période, depuis les coordinations sensori-motrices intervenant à la naissance dans les comportements de succion jusqu'aux coordinations des déplacements du bébé dans son appartement à l'âge de 18 mois. Pour distinguer ces organisations qui étaient donc toutes selon Piaget formellement équivalentes il les a qualifiées de « pratiques », de « subjectives » et d'« objectives » introduisant ainsi la distinction entre le **point de vue du sujet** et le **point de vue de l'observateur**, et la distinction complémentaire entre sujet et monde extérieur. Toutefois lorsque Piaget s'est intéressé aux étapes ultérieures du développement c'est le groupe « objectif », celui du sixième stade, qui a été rebaptisé groupe « pratique ». C'est à ce groupe que l'on fait toujours allusion lorsqu'il est question du « groupe pratique des déplacements ». C'est la structure invoquée par Piaget pour expliquer la permanence de l'objet. De ce point de vue il devient difficile de parler de construction de structures nouvelles et surtout de considérer que ces structures formelles résultent d'une interaction entre l'organisme et l'environnement.

Enfin l'étude des comportements du bébé nous conduit également à penser que les structures formelles de nos actions, dans le sens des coordinations générales de l'action, sont préformées. Considérons les coordinations qui interviennent dans les activités de marche, de préhension, d'imitation, d'exploration ou de poursuite visuelle. Les structures générales de ces coordinations peuvent être mises en évidence chez le nouveau-né. Ainsi le bébé ne doit pas construire ces coordinations, il ne construit pas les structures extraordinairement complexes qui déterminent les séquences de contraction et de relâchement de très nombreux groupes musculaires (antagonistes et synergistes) et de plusieurs organes à la fois. Ces structures existent, ce sont elles qui définissent la forme ou le pattern de nos actions, qu'il s'agisse du réflexe de marche ou de marche volontaire, qu'il s'agisse de pseudo-imitation ou d'imitation véritable. Les coordinations des mouvements sont les mêmes.

Pour conclure il est possible de dire qu'en voulant atteindre les structures, les instruments formels des actions et des raisonnements et faire abstraction des contenus élaborés, Piaget a néanmoins étudié l'élaboration de certains contenus, mais des contenus les moins particuliers possibles ou communs à un très grand nombre d'objets. Il a étudié comment certaines propriétés de l'objet isolées par l'expérimentateur sont maîtrisées par l'enfant sans tenir compte du cheminement ou de la démarche nécessaire à leur isolement, leur extraction ou leur identification. Il n'est donc pas possible de parler de la genèse des structures mais de la **structuration ou organisation** de contenus plus ou moins généraux ou plus ou moins particuliers au moyen de structures internes que nous considérons comme préformées.

### **Le développement cognitif comme organisation interne de contenus (modèles ou mémoires internes)**

Les échanges que le sujet entretient avec son milieu sont organisés de façon très complexe à toutes les étapes du développement et en particulier à la naissance. Il est évident que la naissance ne peut pas être envisagée comme un commencement absolu. A la naissance les échanges du bébé avec son milieu sont définis par une organisation réflexe que nous appelons **organisation interne sensori-motrice** (ou modèle interne sensori-moteur). Cette organisation sensori-motrice assure la réalisation de toute une série de mouvements (mouvements de succion, mouvements des bras, des mains, des yeux, etc.) en fonction d'un nombre impressionnant de données. En d'autres termes cette organisation sensori-motrice spécifie les mouvements en relation avec les informations fournies par les récepteurs sensoriels. Il ne s'agit donc pas d'une **structure formelle abstraite** détachée des contenus ou indéterminée par rapport aux contenus mais d'une organisation (d'un modèle) spécifique où les objets traités (les informations reçues) sont spécifiquement définis. Cette organisation comporte bien entendu une structure formelle, un centre de traitement, un centre de coordination générale. C'est dans ce sens que nous considérons la structure formelle de nos comportements et de nos raisonnements comme préformée, comme nous l'avons déjà dit. Toutefois s'il y a développement, s'il y a construction (et nous n'en doutons pas un seul instant !) c'est que les informations définies par l'organisation sensori-motrice vont être redéfinies au moyen de **nouvelles capacités internes** de codage que nous appellerons **perceptives** ou **perceptivo-motrices**. Il s'agit de potentialités ou de capacités nouvelles de l'organisme qui apparaissent alors par maturation. Ces capacités nouvelles vont entraîner la construction d'une nouvelle organisation interne perceptivo-motrice. Cette nouvelle organisation interne perceptivo-motrice correspond en partie à ce que d'autres psychologues appellent

élaboration de traces mnésiques, de configurations d'indices, de gestalts, de représentations, ou encore élaboration de **significations**. Dans cette perspective, les comportements du nouveau-né peuvent être considérés simultanément comme entièrement déterminés par l'organisation interne sensori-motrice et comme partiellement déterminés relativement aux capacités nouvelles ou organisation interne perceptivo-motrice en construction. Au fur et à mesure que cette organisation perceptivo-motrice... s'élabore elle se substitue à l'organisation sensori-motrice d'ensemble. Nous faisons l'hypothèse que l'organisation interne perceptivo-motrice se construit à partir de l'organisation interne sensori-motrice en utilisant sa structure formelle ou centre de coordination générale des actions. Il ne s'agit pas d'une duplication, d'une reproduction de l'organisation précédente. La nouvelle organisation interne se construit à partir de l'organisation interne précédente et des **caractéristiques particulières de l'environnement**. Dans ce texte nous n'entrerons pas en matière sur le processus même de la construction que nous avons traité en détail dans différents articles (Mounoud 1971, 1976).

L'organisation interne perceptivo-motrice (ou modèles perceptivo-moteurs) englobe nécessairement l'organisation sensori-motrice (ou modèles sensori-moteurs). Les échanges entre le sujet et son milieu seront ainsi réorganisés. Cette réorganisation sera plus ou moins satisfaisante et complète **en fonction des particularités des situations et des personnes rencontrées** et bien entendu de l'intégrité de l'organisation initiale. On voit ainsi comment l'environnement joue dans cette conception un rôle spécifique et déterminant.

Mentionnons au passage que le développement se caractérise par une succession de réorganisations internes. Par exemple, autour de 18 mois de nouvelles capacités de représentation apparaissent. Ces nouvelles capacités vont rendre à nouveau nécessaire une réorganisation des contenus. La nouvelle organisation **interne** sera appelée **conceptuo-motrice**. Elle se construira à la manière de l'organisation perceptivo-motrice à la période précédente.

Ces organisations ou réorganisations internes (sensori-motrice, perceptivo-motrice ou conceptuo-motrice) peuvent avoir divers degrés de structuration en fonction de la nature des réalités rencontrées et des expériences faites. **Mais ces organisations internes ne constitueront jamais des structures formelles détachées des contenus** organisés et encore moins des structures formelles **nouvelles** par rapport à celles que possède héréditairement l'organisme.

Ces organisations internes de contenus correspondent à ce qu'on appelle souvent les connaissances d'un sujet. L'organisation ou élaboration perceptivo-motrice de la réalité a d'ailleurs toujours été considérée comme un système de connaissances parmi d'autres.

Enfin on peut rapprocher ce concept d'orga-

nisation interne de contenus de celui de « configuration d'informations » utilisé par Fessard dans une approche neurophysiologiste. Les configurations d'informations sont considérées par lui comme le support des programmes d'action.

Ce que nous entendons par organisations internes de contenus (modèles ou mémoires internes) ne correspond pas aux instruments figuratifs comme ils ont été définis par Piaget en tant que connaissance des états par opposition aux transformations. Comme pour les structures formelles (ou instruments opératifs) Piaget a tenté de saisir le développement des instruments figuratifs en tant qu'**instruments ou moyens généraux de figurer les états de la réalité** et pas en tant que figurations des états particuliers de tel ou tel objet. C'est la raison pour laquelle la plupart des expériences réalisées pour étudier le développement de l'image mentale et du langage sont les mêmes que celles utilisées pour découvrir les structures ou instruments opératifs (Piaget, Inhelder 1966, Sinclair 1967). C'est à nouveau la méthode structuraliste qui a été adoptée par Piaget et collaborateurs. Une fois encore selon nous, Piaget n'a pas étudié le développement d'instruments figuratifs généraux mais le **développement des figurations de contenus très généraux**, et par conséquent de certains aspects de l'organisation interne des contenus (de la construction de modèles ou mémoires internes).

Ainsi, comme les structures générales de nos actions et de nos raisonnements, nous considérons les instruments généraux de figuration ou capacités de codage comme préformés. (Nous pourrions parler des différentes fonctions de symbolisation, de sémiotisation, de représentation). Ce qui est construit par l'enfant ce sont des figurations de contenus, ces contenus pouvant être plus ou moins généraux. Ces figurations de contenus sont organisées autant par les activités d'analyse et d'échantillonnage effectuées au moyen de capacités de codage préformées que par les activités d'organisation et de synthèse effectuées au moyen des structures préformées. Ces différents types d'activités ne peuvent être qu'artificiellement dissociés.

Nous allons faire maintenant quelques commentaires sur différentes méthodes utilisées pour étudier le développement et souligner leurs particularités.

### Méthodes d'étude du développement cognitif

Nous avons vu comment pour essayer d'atteindre les structures formelles des conduites, Piaget avait développé une méthode que nous avons appelée structuraliste et qui consiste à confronter l'enfant à des situations simplifiées dans lesquelles on isole autant que possible une propriété et une transformation. Nous avons vu comment cette méthode conduit selon nous à étudier non pas l'élaboration de structures

formelles mais la construction d'organisations internes (ou modèles) de contenus très généraux, communs à un très grand nombre d'objets ou de situations (au moyen de structures préformées).

La généralité des organisations mises en évidence tient à l'universalité des structures préformées et à la généralité des aspects de la réalité étudiés et sélectionnés (les aspects communs à un grand nombre d'objets).

Pour étudier plus directement la **construction d'organisations internes (ou modèles)** il est nécessaire de confronter l'enfant à des objets que nous appellerons avec Christian Osiek **des objets à propriété multiples** par opposition aux objets unidimensionnalisés (Osiek, 1977). En confrontant l'enfant à de tels objets on découvre alors les problèmes qu'il doit résoudre pour parvenir à organiser une réalité donnée. Il doit tout d'abord parvenir à dissocier ou à isoler et identifier les différentes propriétés de l'objet avant de pouvoir les composer entre elles. Toutefois pour parvenir à comprendre comment s'effectue ces dissociations et compositions il est nécessaire de confronter l'enfant à des **situations finalisées** dans lesquelles les objets deviennent des moyens pour atteindre ou réaliser tel ou tel objectif. On comprend alors comment une situation donnée permet à l'enfant de découvrir telle ou telle propriété ou dimension de l'objet et les variations de cette dimension.

En agissant sur un objet pour atteindre quelque chose l'enfant va en découvrir ou redécouvrir les différentes propriétés qui seront tout d'abord isolées (identifiées) puis composées. En agissant sur la plasticine pour en faire un colombin, une saucisse, l'enfant va également découvrir les différentes propriétés de cet objet, leurs variations et leurs covariations.

### Approche expérimentale

#### A) Construction et utilisation d'instruments

Il y a plus de dix années, j'ai étudié la construction et l'utilisation d'instruments chez des enfants âgés de 4 à 8 ans. Une des situations utilisées consistait à sortir d'un bocal d'étroite encolure un plot surmonté d'un anneau au moyen d'instruments. Dans une telle situation il est possible de voir **comment l'enfant découvre simultanément les caractéristiques de son action et celles de la situation**. Étudier comment l'enfant utilise un instrument adéquat est déjà très instructif. La plupart des enfants parviennent à réussir l'épreuve dans un certain nombre de leurs tentatives. Leur comportement montre qu'ils sont capables de prendre en considération, d'organiser les différents aspects de la situation. Il s'agit de **l'organisation** que nous avons appelée **perceptivo-motrice**. Toutefois la façon dont les enfants justifient leurs échecs ou leurs réussites nous a paru révéler une **autre organisation** que celle mise en évidence par leur performance matérielle. Les plus jeunes enfants de 4 ans incriminent le plus souvent leur action, leur propre

capacité. Mais assez vite c'est la longueur de l'instrument qui est invoquée bien que la plupart du temps l'instrument utilisé est assez long pour atteindre le fond du bocal. Tout instrument (estimé) plus long est supposé meilleur pour atteindre le but. La nouvelle organisation interne que nous appellerons **conceptuo-motrice** construite par ces jeunes sujets de 4 ans ne prend en considération que cet aspect **particulier de la situation**. C'est cet aspect qui confère à l'instrument sa signification conceptuelle. Il faut donc soigneusement distinguer la présence simultanée de deux organisations internes des contenus :

— d'une part, **l'organisation conceptuo-motrice** (ou modèle conceptuo-moteur) révélée par le discours des enfants, leurs verbalisations, leurs dessins, organisation qui n'est susceptible de prendre en considération qu'un aspect de la situation. Cette organisation conceptuo-motrice détermine les modifications, les corrections et les choix effectués par l'enfant ;

— d'autre part, **l'organisation perceptivo-motrice** qui dirige et contrôle leurs actions d'utilisation de l'instrument, organisation susceptible de prendre en considération les différents aspects de la situation.

On comprend ainsi comment l'enfant en utilisant un instrument découvre cette propriété particulière que constitue sa longueur en tant que distance à franchir. L'instrument est considéré comme suffisamment long en fonction de la réussite ou de l'échec de l'action entreprise au moyen de cet objet et ceci indépendamment du fait d'atteindre ou non le fond du bocal. La situation dans son ensemble est assimilée à cet aspect. On peut alors se demander la signification que peut avoir pour un enfant de cet âge l'expérience de conservation de longueur. Cette dimension — la longueur — ne peut être saisie que dans le contexte d'une action finalisée, l'aspect plus ou moins long étant directement référé à la réussite ou à l'échec de l'action et non pas aux relations qu'entretient l'instrument avec le bocal. Ce qui nous paraît intéressant à comprendre c'est précisément **la façon dont l'enfant parvient à dissocier et à isoler les différentes caractéristiques de son action et les différentes propriétés de l'objet**.

Autour de cinq ans c'est sur les aspects préhensifs de l'instrument et de son action que les enfants vont se centrer. S'ils échouent dans l'utilisation d'un instrument donné ils vont réclamer un autre instrument, un instrument qui pince, qui prenne l'objet. L'organisation conceptuo-motrice s'enrichit d'un autre aspect de la situation et de son action. Ces différents aspects sont découverts et isolés sans que l'enfant parvienne à les regrouper.

Ce n'est qu'autour de six ans que les différentes propriétés des objets ou ces diverses catégories d'action (atteindre, prendre, etc.) sont regroupées ou **réorganisées**. L'enfant par-

vient à anticiper un instrument qui réalise les fonctions d'atteindre, de prendre, etc. et en général il refuse énergiquement tout objet qui ne correspond pas à son organisation ou modèle interne. Le plus souvent l'instrument qui correspond le plus à son modèle interne ne fonctionne pas, car l'enfant ne maîtrise pas encore les rapports que doivent entretenir les différentes parties de l'instrument relativement à la situation. A ce stade, situé autour de l'âge de 6 ans, l'instrument se substitue à l'action de l'enfant plus qu'il ne s'y associe.

C'est entre 6 et 9 ans que l'enfant va progressivement parvenir à maîtriser les rapports que doivent entretenir les différentes parties de l'instrument pour s'adapter aux contraintes particulières de la situation. Le nouveau modèle élaboré (la nouvelle organisation interne) perd progressivement la rigidité ou la fixité qu'il avait chez l'enfant de six ans. Le modèle (l'organisation) sera devenu plus général.

Nous ne sommes parvenus à comprendre la façon dont l'enfant construit une organisation interne, un modèle (satisfaisant pour résoudre ce type de situations) seulement parce que nous avons placé l'enfant dans une **situation finalisée** et avec des **objets à propriétés multiples**. C'est grâce à ce type de situation que nous avons compris comment l'enfant élabore un modèle. L'organisation ou le modèle conceptuo-moteur s'élabore à partir d'un modèle perceptivo-moteur qui dirige continuellement les actions de l'enfant (ses actions matérielles, pratiques). Les discours explicatifs et les corrections, les choix ou les suggestions réalisées sont déterminées par le modèle conceptuo-moteur en élaboration.

Deux années plus tard nous avons effectué avec Piaget de nombreuses recherches sur la causalité (Piaget, Mounoud 1969 a et b), Piaget et coll. 1972 a et b, 1973 a et b). Dans ces recherches, il était possible de reconstituer à partir des discours de l'enfant les modèles conceptuels construits par lui sans pouvoir mettre en évidence la façon dont les modèles étaient construits. Plus récemment Piaget a également utilisé dans ses recherches des situations finalisées où l'enfant était sollicité d'agir (Piaget 1974 a et b).

L'interprétation que nous avons donnée de la construction d'une organisation ou d'un modèle conceptuo-moteur (nous parlions à l'époque de schèmes représentatifs) était basée sur l'existence initiale d'une organisation ou modèle perceptivo-moteur achevé susceptible précisément de tenir compte de l'ensemble de la situation. Notre thèse consiste à dire que cette organisation perceptivo-motrice tient lieu de programme à l'organisation en cours des modèles conceptuo-moteurs. Les nouveaux modèles vont être bien entendu déterminés, spécifiés par les **situations particulières rencontrées par l'enfant**.

Questionner l'enfant et ne tenir compte que de ses élaborations conceptuelles ont conduit

à de graves méprises sur l'interprétation du développement. La plupart des études effectuées sur l'enfant durant la période des opérations concrètes ignorent complètement l'organisation perceptivo-motrice de ces mêmes réalités. C'est dans cette élaboration perceptive et plus précisément **dans ses activités** que l'enfant découvre les propriétés nouvelles de son action et des objets qu'il élabore conceptuellement. Plus précisément ce sont les différences et les divergences entre l'organisation perceptivo-motrice (modèles perceptivo-moteurs) et l'organisation conceptuo-motrice (modèles conceptuo-moteurs) qui dynamisent le système, qui expliquent la construction (Mounoud 1968, 1970). Pour expliquer le développement de l'enfant il devient dès lors possible de renoncer à un hypothétique facteur d'équilibration (Piaget 1947, 1957, 1975), de même qu'à l'hypothèse de conflits entre schèmes ou opérations de même niveau (Inhelder, Sinclair, Bovet 1974). Les fameux progrès enregistrés dans les expériences de mémoire (Piaget, Inhelder, 1968) peuvent être beaucoup plus facilement compris si l'on tient compte de l'existence d'une organisation perceptive des données (modèles perceptifs) et de régulations s'effectuant entre les différents modèles perceptifs et conceptuels (entre différents systèmes de traces) (Mounoud 1978).

A la suite des recherches sur les instruments nous avons voulu étudier l'organisation perceptivo-motrice des contenus elle-même, la construction des modèles perceptivo-moteurs eux-mêmes. Ces modèles perceptivo-moteurs organisent les activités de l'enfant de moins de trois ans, en particulier la façon dont le bébé parvient progressivement à agir sur les objets.

## B) La préhension d'objets

Dans nos recherches actuelles le principal problème qui nous intéresse est de savoir comment certaines propriétés spatiales et physiques des objets sont prises en considérations par le bébé et le jeune enfant dans la préparation et l'exécution de ses actions (préhension). Les variations dans les propriétés physiques et spatiales des objets perçus visuellement (texture, taille, etc.) peuvent être corrélées ou non avec les variations de leur poids respectif. C'est ainsi que du point de vue du sujet, le poids d'un objet peut être ou ne pas être prédictible à partir des informations visuelles à la disposition et de ses organisations ou modèles internes (Mounoud 1973, Mounoud, Bower 1974).

Le sujet parvient à élaborer le poids des objets au travers des caractéristiques de son action. Lorsqu'il soulève des objets ses mouvements vont varier en amplitude, en rapidité et en régularité. Les variations de ces différents paramètres résultent simultanément des propriétés des objets et de la commande motrice initiée par l'enfant. Le bébé ou l'enfant doit découvrir et contrôler les **variations des caractéristiques de ses actions** (force, amplitude, vi-



tesse, etc.) d'une part et d'autre part les **variations des propriétés des objets** (poids, taille, etc.). C'est seulement en prenant les objets, en les soulevant et ainsi de suite que l'enfant peut explorer le poids et parvenir de la sorte à traiter les informations tactiles et proprioceptives pour les mettre en relation avec les informations visuelles. Il est important de relever que les informations proprioceptives relatives au poids sont nécessairement liées aux activités motrices.

Notre but consiste à caractériser les degrés de préparation du mouvement en termes de programmes. Nous allons préciser ce que nous entendons par programme. Le soulèvement d'un objet résulte d'une série de contractions de groupes musculaires antagonistes et synergistes. Nous suggérons d'appeler « programme » les séquences de contractions musculaires et leurs coordinations responsables du mouvement. Les dimensions variables de ces programmes sont l'intensité et la durée des contractions et relâchements. Ces dimensions ne peuvent être définies que par un certain nombre de paramètres relatifs à la situation (position, poids, destination de l'objet, etc.) et au corps (position du bras, amplitude, direction, vitesse de déplacement, etc.).

Nous prendrons en considération deux types de programmes :

1. un programme qui produit des mouvements rapides, précis et lissés totalement déterminés avant leur exécution : on dira alors que l'action est préprogrammée ;

2. un programme qui produit des mouvements lents, irréguliers et maladroits s'accompagnant de prises d'informations en cours même d'action : on dira alors que l'action est programmée (White, Castle et Held 1961, Evarts et al. 1972, Teuber 1974).

Toutefois nous n'envisageons pas le développement comme le simple passage d'un état de programmation partielle à un état ultérieur de préprogrammation. Nous croyons que le développement consiste en une succession de transitions faisant passer l'enfant a) d'un niveau initial de préprogrammation à un niveau de programmation et ensuite b) de ce niveau de programmation à un nouveau niveau de préprogrammation. Chacun de ces niveaux est lié au degré d'élaboration des organisations internes (Mounoud 1976).

Pour que la préprogrammation ou programmation soit possible dans les mouvements de prise et de soulèvement, les propriétés physiques des objets (telles que le poids et le volume) doivent être prédictibles essentiellement à partir des informations visuelles. De telles prédictions résultent du degré d'élaboration des organisations internes. Ces prédictions peuvent être réalisées à différents niveaux de traitement des propriétés des objets au cours du développement.

Nous avons donc étudié les mouvements de soulèvement d'objets de poids et de taille va-

riables dans la situation expérimentale suivante. Le sujet est assis en face de l'expérimentateur et soulève verticalement les objets placé devant lui sur un support. Le comportement est enregistré en vidéo (sujet de profil). L'analyse des images (relèvement sur l'écran de TV de la position de l'objet soulevé toutes les 100 ms à partir du début du mouvement) permet d'étudier les caractéristiques de la phase de transport du mouvement (déplacement), vitesse, temps, etc.).

Nous allons examiner les résultats d'un item spécifique appelé l'item de substitution. Dans l'item de substitution on fait soulever au sujet plusieurs fois de suite un objet donné (150 gr. ou 330 gr.) puis on substitue à son insu un objet visuellement équivalent au précédent mais beaucoup plus léger (10 gr. ou 30 gr.).

Examinons les performances des sujets âgés de 6 mois à 5 ans à cet item de substitution.

Dans la figure 1 nous avons représenté six exemples de courbes de vitesse pour l'item de substitution (phase de soulèvement). Les lignes traitillées représentent les trois premiers soulèvements de l'objet lourd. Les lignes pleines représentent le premier soulèvement de l'objet léger. L'effet de substitution peut se manifester de deux façons :

1. une augmentation plus ou moins importante de la vitesse de soulèvement de l'objet léger (figure 1A).

2. pas d'augmentation significative de la vitesse de soulèvement de l'objet léger (figure 1B).

Trois exemples d'âges différents sont donnés pour chacune de ces deux catégories d'effets (figure 1A et B).

Soixante-quinze enfants ont été soumis à l'expérience (dans des conditions pas entièrement systématiques). La plupart des sujets ont subi deux fois l'expérience ce qui donne une somme de 137 substitutions. Ces résultats sont résumés dans la figure 2 qui nous donne des indications relatives au développement.

Il apparaît que le développement des performances des sujets à l'item de substitution n'est pas linéaire. De 0;6 à 0;10 année, de 1;3 à 2;5 années et de 3;6 à 4;5 années on obtient des pourcentages élevés d'augmentation de la vitesse pour l'objet léger. De 0;11 à 1;2 an, de 3;0 à 3;5 ans et à la fin de la 5<sup>e</sup> année, il y a de faibles pourcentages d'augmentation de la vitesse. Le fait qu'une performance soit globalement la même à différentes étapes du développement signifie que la même réalité est organisée à plusieurs reprises (donc réorganisée). Ce phénomène ne doit pas être interprété en termes de régression. La réapparition de performances partiellement comparables reflète la construction d'une nouvelle organisation interne du même contenu.

Nous cherchons actuellement à ne plus considérer seulement l'aspect global de la réaction de l'enfant dans l'item de substitution, mais

aussi les caractéristiques intrinsèques de l'action. Nous avons essayé de classifier les courbes de vitesse à partir de leur morphologie. Toutefois, il est apparu que la technique d'analyse des mouvements au moyen des enregistrements télévisés était insuffisante. Par conséquent nous avons fabriqué un nouveau dispositif d'enregistrement utilisant un potentiomètre rotatif. On obtient ainsi un signal électrique correspondant aux déplacements des objets soulevés. Les objets sont reliés à une tige actionnant le potentiomètre. Les paramètres de vitesse et d'accélération sont obtenus par un traitement numérique du signal.

A partir de ces enregistrements nous avons pu définir six types différents de tracés de vitesse que nous avons regroupé à la suite de Brooks (Brooks et al. 1973) en deux catégories : les mouvements continus et discontinus.

Les mouvements de soulèvement seront appelés « continus » s'ils ne présentent qu'un seul maximum de vitesse, et « discontinus » s'ils présentent plus d'un maximum de vitesse.

62 sujets de 2,0 à 5,0 ans ont été soumis à l'expérimentation au moyen de ce nouveau dispositif (Hauert à paraître). Nous avons divisé cette population en 6 niveaux d'âges, de 6 mois en 6 mois.

La figure 3 montre l'évolution avec l'âge des mouvements continus lors des soulèvements de l'objet lourd (330 gr.) dans l'item de substitution. Les traits pleins se rapportent à l'ensemble des soulèvements de cet objet, les traitillés au dernier soulèvement de cet objet (juste avant la substitution). On remarquera que le plus fort pourcentage de mouvements continus se situe à la fin de la quatrième année (3,6 - 3,11), âge auquel nous avons constaté le plus fort pourcentage d'effet d'accélération à la substitution.

La différence fondamentale qui existe entre les mouvements continus et discontinus réside dans la nature des contrôles qui les accompagnent. Les mouvements discontinus s'appuient sur une série de feed backs de proche en proche, plus ou moins fréquents relatifs aux états intermédiaires du déroulement de l'action. En ce sens ils sont localement programmés et nécessitent des prises d'informations sur chaque état intermédiaire de l'action pour pouvoir se poursuivre.

Les mouvements continus sont entièrement programmés avant leur exécution donc pré-programmés. Une rectification peut avoir lieu en cours d'action mais elle fait partie du mouvement qui se déroule.

Ces différences morphologiques des tracés de vitesse traduisent donc différents degrés de préparation, de programmation de l'action et de ce fait différents degrés d'anticipation de certaines propriétés physiques des objets et de certaines caractéristiques du mouvement.

Il devient donc possible de dire que dans notre échantillon (figure 3), c'est à la fin de

la quatrième année (3,6 - 3,11) que les enfants parviennent le mieux à programmer leurs activités de soulèvement d'objets.

Nous avons essayé de décrire brièvement notre façon actuelle d'aborder le développement cognitif de l'enfant par une analyse détaillée des caractéristiques du mouvement. Cette méthode permet de décrire une série d'étapes relatives à diverses possibilités de programmation de l'action. Ces diverses possibilités de programmation peuvent être mises en relation avec différents niveaux d'organisation interne des propriétés des objets et des caractéristiques de l'action.

Un programme peut être construit ou en cours d'élaboration. Les niveaux de programmation partielle sont d'un grand intérêt pour comprendre le développement. Durant ces étapes l'enfant contrôle activement son comportement. Il expérimente les effets de son action sur les objets aussi bien que les effets de ces objets sur ses propres actions. Les activités sont alors localement programmées et nécessitent des prises d'information durant le déroulement de l'action. Ces étapes intermédiaires sont les stades de reconstruction de nouvelles organisations internes.

### Conclusions

Antérieurement nous avons interprété nos expériences à la suite de Piaget en terme de construction de structures nouvelles. Actuellement nous considérons les structures formelles de nos actions et de nos raisonnements comme préformées. Nous considérons également les capacités de représentations comme préformées. Structures formelles et capacités de codage apparaissent successivement au cours du développement par un processus de maturation qui ne dépend selon nous que des caractéristiques très générales de l'environnement. L'enfant construit des organisations internes (modèles ou mémoires internes) grâce à l'application des structures et capacités de codage à différents contenus.

Ce que nous appelons organisation interne de contenus (modèles) est partiellement comparable aux notions de représentations, de traces, de schémas, de conceptualisation. Il nous paraît important de faire une distinction nette entre les structures ou instruments généraux de connaissance que nous considérons actuellement comme préformés et le résultat de leur application à la réalité qui aboutit à la construction d'organisations internes (ou modèles) (Mounoud 1977 (a) (b)).

Cette distinction est à peu près inexistante dans la théorie de Piaget à quelques exceptions près où il parle de traces ou de souvenirs figuratifs mais ces notions sont essentiellement statiques comme il le dit lui-même (Piaget 1961, Piaget, Inhelder 1968).

Nous suggérons de définir la notion d'organisation interne de contenus (ou de modèle)



comme les activités d'analyse (échantillonnage) et d'organisation des dimensions de la réalité et de leurs variations, comme les activités d'analyse et d'organisation des propriétés des objets et de leurs variations ou encore comme les activités d'analyse et d'organisation des caractéristiques d'une personne et de leurs variations. Ces activités d'analyse et d'organisation de différents contenus s'effectuent au moyen des structures et des capacités de codage préformées et des organisations antérieures.

Les organisations internes ne peuvent être étudiées qu'au moyen de différents types d'activités expressives (gestuelles, faciales, verbales, etc.). Certaines de ces activités peuvent

être matérialisées sous forme de dessins, de textes écrits, de construction d'objets comme les instruments, etc. Etant donné que les activités expressives sont des séquences ou successions d'actions il est possible de le analyser en termes de programmes (algorithmes, stratégies). Un programme devient ainsi un indicateur de degré d'élaboration des organisations internes (Mounoud sous presse).

Nous avons essayé de montrer comment dans cette nouvelle perspective les caractéristiques d'une organisation interne sont déterminées par les aspects spécifiques et non spécifiques de l'environnement. Finalement nous avons donné quelques résultats expérimentaux pour illustrer notre approche.

## REFERENCES

- BROOKS (V.B.), COOKE (J.D.), THOMAS (J.S.). — The continuity of Movements, in : *Control of Posture and Locomotion*, Advances in Behavioral Biology, Volume 7, STEIN (R.B.), PEARSON (K.G.), SMITH (R.S.), REDFORD (J.B.), Editors, Plenum Press, New York — London 1973.
- EVARTS (E.V.), BIZZI (E.), BURKE (R.E.), DELONG (M.), THACH (W.T.). — Central Control of movement, in : *Neurosciences Research Symposium Summaries*, Vol. 6, The M.I.T. Press, Cambridge and London. Second printing, 1974.
- HAUERT (C.A.). — Elaboration des objets et propriétés des actions, Doctoral Thesis, forthcoming.
- INHELDER (B.), SINCLAIR (H.), BOVET (M.). — *Apprentissage et structures de la connaissance*, Paris : Presses Universitaires de France, 1974.
- MOUNOUD (P.). — Construction et utilisation d'instruments chez l'enfant de 4 à 8 ans, *Revue Suisse de Psychologie*, 1968, 27, 1, 200-208.
- MOUNOUD (P.). — *Structuration de l'instrument chez l'enfant*, Neuchâtel et Paris : Delachaux et Niestlé, 1970.
- MOUNOUD (P.). — Développement des systèmes de représentation et de traitement chez l'enfant, *Bulletin de Psychologie* (Université de Paris) 1971, 296, XXV, 5-7, 261-272.
- Translated In Piaget Reader (Ed. B. Inhelder and H. Chipman), Springer Verlag, New York, 1976.
- MOUNOUD (P.). — Les conservations physiques chez le bébé, *Bulletin de Psychologie* (Université de Paris), 1973, 312, XXVII, 13-14, 722-728.
- MOUNOUD (P.). — Les révolutions psychologiques de l'enfant, *Archives de Psychologie*, 1976, XLIV, 171, 103-114.
- MOUNOUD (P.). — L'utilisation du milieu et du corps propre par le bébé. in : Piaget (J.), Mounoud (P.), Bronckart (J.P.). — (Ed.). *La Psychologie*, Paris, Encyclopédie de la Pléiade, Gallimard, sous presse.
- MOUNOUD (P.). — Relations entre les régulations biologiques et les processus cognitifs. *Cahiers du CEMEA. Vers l'éducation nouvelle* (Paris). Numéro hors série, 1977 (a), 173-180.
- MOUNOUD (P.). — Gedächtnis und Intelligenz, in : *Die Psychologie des 20. Jahrhunderts* (Band 7, 3. Teil), Kindler Verlag, Zürich, 1978, 859-872.
- MOUNOUD (P.). — Role of the environment in cognitive development of young children — Critical approach to Piaget's theory. Paper presented at the International Symposium on the Ecology of Care and Education of children under Three in Berlin, February, 1977 (b).
- MOUNOUD (P.), BOWER (T.G.R.). — Conservation of weight in infants, *Cognition*, 1974, 3, 1, 29-40.
- OSIEK (C.). — Interférences entre différentes propriétés de l'objet chez l'enfant. *Archives de Psychologie*, 1977, XLV, 176, 279-326.
- PIAGET (J.). — *La Psychologie de l'Intelligence*, Paris : Armand Colin, 1947.
- PIAGET (J.). — Logique et équilibre dans les comportements du sujet, *Etudes d'Epistémologie Génétique*, 1957, II, 27-117.
- PIAGET (J.). — *Les Mécanismes perceptifs*, Paris : Presses Universitaires de France, 1961.
- PIAGET (J.). — *La prise de conscience*, Paris : Presses Universitaires de France, 1974 (a).
- PIAGET (J.). — *Réussir et comprendre*, Paris : Presses Universitaires de France, 1974 (b).
- PIAGET (J.). — *L'équilibration des structures cognitives : problème central du développement*, Paris : Presses Universitaires de France, 1975.
- PIAGET (J.), INHELDER (B.). — *L'image mentale chez l'enfant*, Paris : Presses Universitaires de France, 1966.

PIAGET (J.), INHELDER (B.). — *Mémoire et Intelligence*, Paris : Presses Universitaires de France, 1968.

PIAGET (J.), MOUNOUD (P.). — L'explication d'un mécanisme de rotation et d'enroulement, *Archives de Psychologie*, 1969 (a), XL, 157, 30-39.

PIAGET (J.), MOUNOUD (P.). — L'explication d'une coordination des mouvements d'un jouet, *Archives de Psychologie*, 1969 (b), XL, 157, 57-71.

PIAGET (J.) et coll. — *La transmission des mouvements*, Paris : Presses Universitaires de France, EEG XXVII, 1972 (a).

PIAGET (J.) et coll. — *La direction des mobiles lors de chocs et de poussées*, Paris : Presses Universitaires de France, EEG XXVIII, 1972 (b).

PIAGET (J.) et coll. — *La formation de la notion de force*, Paris : Presses Universitaires de France, EEG XXIX, 1973 (a).

PIAGET (J.) et coll. — *La composition des forces et le problème des vecteurs*, Paris : Presses Universitaires de France, EEG XXX, 1973 (b).

SINCLAIR (H.). — *Acquisition du langage et développement de la pensée*, Paris : Dunod, 1967.

TEUBER (H.L.). — Concluding session : panel discussion. *Brain Research*, 1974, 71, 535-568.

WHITE (B.L.), CASTLE (P.), HELD (R.). — Observations on the development of visually-directed reaching, *Child Development*, 1964, 349-364.

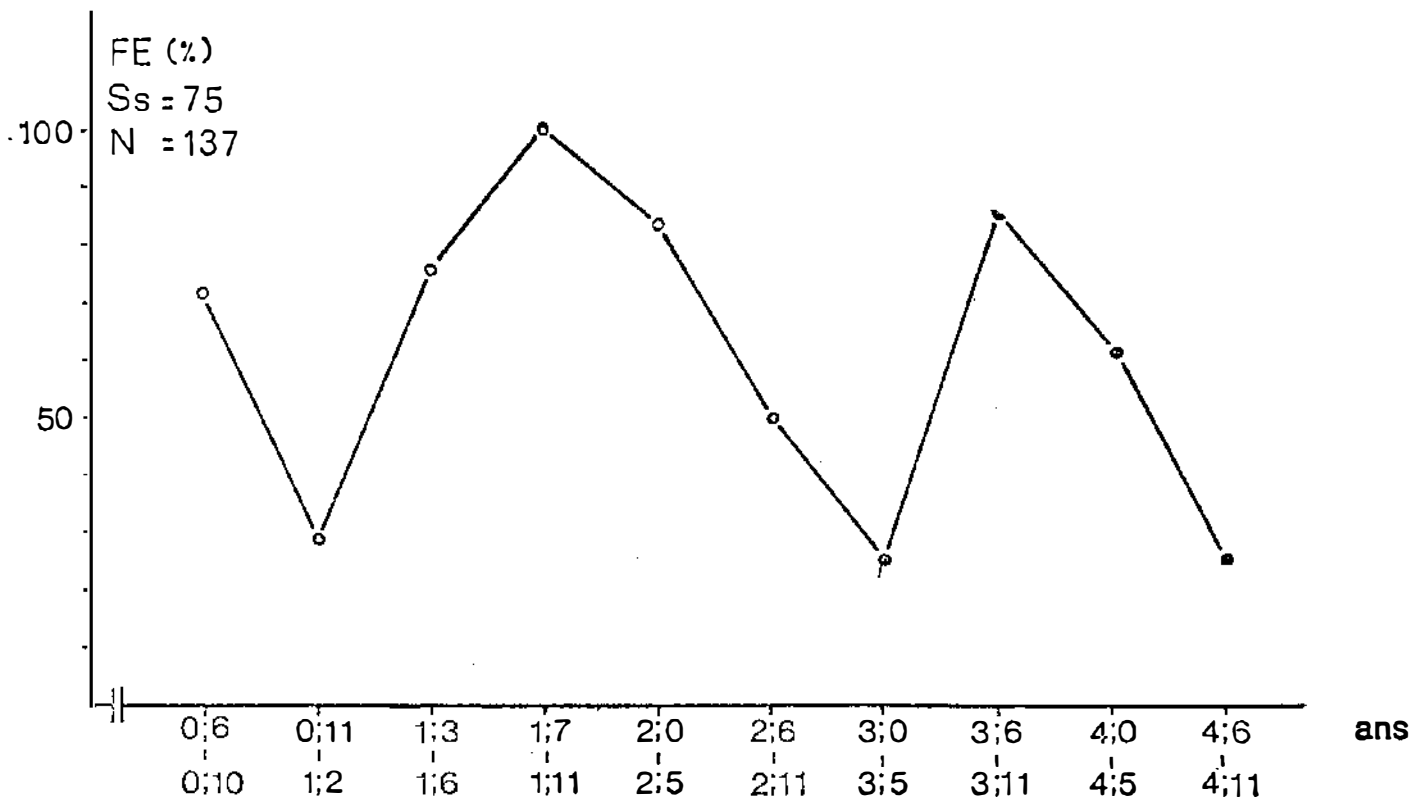


Figure 2 Pourcentage des items par groupe d'âge (FE) présentant une augmentation de vitesse pour l'objet léger après la substitution.

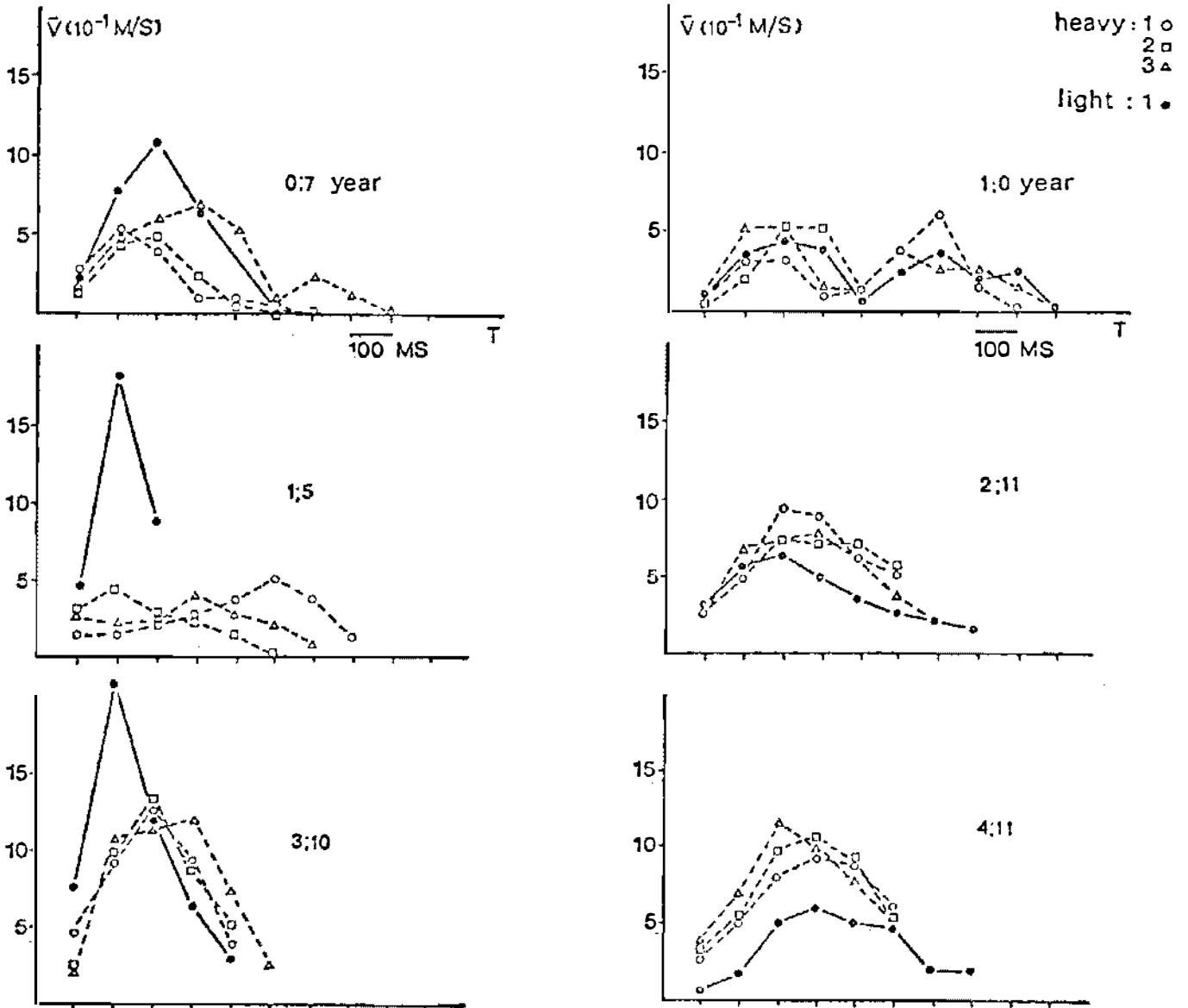


Figure 1A

Figure 1B

Figure 1

6 exemples de l'item de substitution. En traitillés : trois soulèvements de l'objet lourd. En traits pleins : un soulèvement de l'objet léger.

1 A : 3 sujets chez lesquels la substitution de l'objet lourd par l'objet léger provoque une augmentation de la vitesse de soulèvement.

1 B : 3 sujets chez lesquels la substitution de l'objet lourd par l'objet léger ne provoque pas d'augmentation de la vitesse de soulèvement.

Figure 3 Pourcentage de mouvements continus dans le soulèvement de l'objet lourd (item de substitution) par groupes d'âge. En trait plein : tous les mouvements de soulèvement. En traitillé : le dernier mouvement de soulèvement.

