

## BIBLIOGRAPHIE

- Anderson (N. H.) — Cognitive algebra : integration theory applied to social attribution, in L. Berkowitz (Edit.), *Advances in Experimental Social Psychology*, vol. 7, New York, Academic Press, 1974, 1-101.
- Heider (F.) — *The psychology of interpersonal relations*, New York, Wiley, 1958, chap. 4.
- Kelley (H. H.) — Causal schemata and the attribution process, in E. E. Jones, D. E. Kanouse, H. H. Kelley, R. E. Nisbett, S. Valins et B. Weiner, *Attribution*, Morristown (N.J), General Learning Press, 1972, 151-174.
- Weiner (B.), Kukla (A.) — An attributional analysis of achievement motivation, *Journal of Personality and Social Psychology*, 1970, 15, 1-20.

(Accepté le 17 octobre 1985.)

103-121  
131  
L'Année Psychologique, 1986, 36, 1

## REVUE CRITIQUE

*Laboratoire de Psychologie expérimentale associé au CNRS,  
Université René-Descartes (Paris V)<sup>1\*</sup>*  
*Département de Psychobiologie expérimentale,  
CNRS, INP 03, Marseille<sup>2\*\*</sup>*  
*Laboratoire de Psychologie expérimentale,  
Université de Liège<sup>3\*\*\*</sup>*

LES CONDUITES TEMPORELLES  
CHEZ LE JEUNE ENFANT  
(LACUNES ET PERSPECTIVES DE RECHERCHE)<sup>4</sup>

par Viviane POUTHAS\*, Françoise MACAR\*\*,  
Helga LEJEUNE\*\*\*, Marc RICHELLE\*\*\*, Anne-Yvonne JACQUET\*

*SUMMARY : Timing behavior in the young child : a critical overview  
(research deficiencies and perspectives).*

*The main purpose of this critical overview of current knowledge in the field of the development of timing behavior in young children is to pave the way of future research. Traditional psycho-physiological methods have supplied coherent data on the estimation and perception of duration in children over age six. Only a few unsystematic studies have dealt with early temporal conditioning.*

*To determine whether complex temporal regulations in the adult human are the result of a continuous process, deriving from elementary forms of temporal organization of activity, much more data are needed on infant adaptation to time, as well as on the role of language and capacities for inhibition in the evolution of temporal behavior. Furthermore, studies on the physiological bases of internal timing mechanisms and the ontogenesis of temporal regulation in young animals should help to assess the relative weight of early experience, maturation and cognitive development in the child.*

*Key words : timing behavior, early learning, development.*

1. 28, rue Serpente, 75006 Paris.
2. 31, chemin Joseph-Aiguier, 13402 Marseille, Cedex 9.
3. 5, boulevard du Rectorat, Bât. B, 32, Sart Tilman, 4000 Liège, Belgique ; \*\*\* Helga Lejeune, chercheur qualifié FNRS.

4. Cette revue critique a été rédigée dans le cadre d'une collaboration entre les trois laboratoires précités, grâce à un crédit (Twining Grant) accordé par l'European Science Foundation (European Training Program in Brain and Behaviour Research).

1986-36-00060000

Les études portant sur le développement des conduites relatives au temps chez l'homme s'adressent, pour la majorité d'entre elles, aux enfants âgés de plus de 4 ans. On le conçoit aisément à propos des travaux de l'Ecole de Genève (Piaget, 1946 ; Grize, 1966) consacrés aux relations temps-espace-vitesse<sup>5</sup>, et, dans une certaine mesure, pour les recherches sur la perception du temps ou « temps expérientiel » (Friedman, 1978), dont les méthodes d'investigation font souvent appel aux techniques verbales et à la maîtrise des unités chronométriques conventionnelles. Il est impossible, dans l'état actuel de nos connaissances, de déterminer si la complexité des performances dont l'homme s'avère capable dans le domaine du temps marque l'achèvement d'une évolution continue trouvant ses bases dans des conduites plus élémentaires, comparables à celles que l'on observe chez l'animal, ou résulte au contraire de l'intervention de processus cognitifs complexes spécifiquement humains, en particulier du langage.

Le but de cette revue, qui rassemble les données disponibles relatives aux conduites temporelles et pose succinctement le problème de leurs soubasements physiologiques chez l'enfant, est d'ouvrir la voie aux investigations futures. Nous résumerons d'abord quelques recherches concernant l'estimation et la perception de la durée chez les enfants de 5 à 14 ans, champ d'étude où les données sont les plus nombreuses et les plus fondées expérimentalement. Nous rendrons compte ensuite des rares travaux à avoir analysé les processus de conditionnement au temps entre les premiers jours de vie et 6-7 ans. Nous discuterons enfin de la nécessité de mener des études approfondies et systématiques sur les formes primitives de l'organisation temporelle de l'activité du nourrisson et de confronter les données obtenues chez le nourrisson et l'enfant à des études parallèles chez le jeune animal.

#### A / PERCEPTION ET ESTIMATION DE LA DURÉE

Dans ce paragraphe, nous avons voulu rendre compte rapidement de recherches dans lesquelles la perception et l'estimation de la durée ont été abordées au moyen des méthodes psychophysiques traditionnelles. Leurs données, quoique assez anciennes, peuvent être confrontées avec les résultats observés dans des situations de conditionnement au temps qui seront envisagées ensuite.

##### 1. A la recherche des conduites temporelles d'estimation et de perception de la durée analogues à celles de l'adulte

A partir de quel âge l'enfant se comporte-t-il en face du temps comme l'adulte ? A partir de quel âge les jugements sur la durée sont-ils

5. On peut s'étonner de ce que Piaget, par ailleurs si soucieux de marquer la continuité entre le stade sensorimoteur et la notion de développement, l'ait complètement négligée s'agissant de la notion de temps.

soumis aux mêmes illusions, par exemple la surestimation des durées courtes, et la sous-estimation de durées longues ? Smythe et Goldstone (1957), Goldstone et Goldfarb (1966) ont demandé à leurs sujets de comparer les durées de stimulus visuels et auditifs variant de 0,2 à 2 s à leur « concept » de la seconde<sup>6</sup>. A partir de 8 ans, les jugements des enfants, comme ceux de l'adulte, sont stables et dénotent une surestimation. A un âge plus précoce, 6-7 ans, la moitié seulement des sujets terminent la tâche, les jugements d'un même sujet sont extrêmement variables et ne s'améliorent ni en précision, ni en stabilité après information.

Dans une autre recherche (Goldstone, Boardman et Lhamon, 1958) les sujets âgés de 6 à 13 ans devaient compter jusqu'à 30 au rythme de 1 par seconde, à voix haute ou silencieusement. Les durées produites par les enfants de plus de 8 ans étaient très ajustées à la seconde : 0,92 à 1,06 s à voix basse ; 1,06 à 1,25 s à voix haute. Les auteurs ont noté la difficulté des plus jeunes à compter à voix basse et supposé que l'apprentissage des concepts temporels nécessitait un accompagnement musculaire. A 8 ans, des indices kinesthésiques seraient associés à la petite unité de temps que constitue la seconde.

Ces études s'accordent pour démontrer que 8 ans est un point de rupture entre des conduites temporelles encore imparfaites et celles plus « achevées » qui tendent à réaliser le modèle adulte. Les auteurs de ces travaux peuvent affirmer à juste titre que les méthodes psychophysiques de jugements absolus et de production permettent une approche fructueuse de la psychogénèse du temps. Cependant le fait que les enfants de moins de 8 ans ne terminent presque jamais les tâches paraît limiter la portée de ces méthodes, et montre leur inadéquation à mettre en évidence des compétences et acquisitions temporelles précoces. En employant une méthode psychophysique reconnue plus facile, la méthode de reproduction de durées, Fraisse (1948) avait établi que les enfants de 6 ans étaient tout aussi aptes que les adultes à reproduire des durées brèves (1 s). Cependant il avait lui aussi trouvé une différence considérable entre les enfants de 6 ans et de 8 ans lorsqu'il s'était agi de la reproduction de durées pleines (son continu) et de durées vides (signalées au début et à la fin par un son bref) de 5 et 20 s. Fraisse avait fait l'hypothèse de l'intervention, entre 6 et 8 ans, d'un facteur nouveau qui ne changerait en rien la perception des durées brèves (< 1 s).

6. On peut s'interroger sur ce qu'est le concept de la seconde à 6 et même à 8 ans. C'est pourquoi nous avons mis le terme entre guillemets, ce que les auteurs n'ont pas fait. La consigne suivante a été donnée aux enfants : « Nous sommes intéressés de savoir comment les gens marquent le temps. Tu sais ce que c'est une seconde d'horloge, n'est-ce pas ? Bien. Je vais te faire entendre beaucoup de sons et tu vas devoir comparer chaque son avec ton idée d'une seconde, puis tu me diras si le son que tu as entendu est plus long ou plus court qu'une seconde d'horloge. »

Pendant cette période l'enfant acquerrait la possibilité de se représenter la durée comme un milieu homogène, et de situer dans ce cadre représentatif le début et la fin d'un intervalle. Il ne serait plus alors assujetti à ses perceptions immédiates (par exemple celles de deux sons distincts et séparés). Ces conclusions sont un des points d'accord entre Fraisse et Piaget. Ce dernier a montré, dans des situations de comparaison de durées objectivement égales, remplies par des activités effectuées à des vitesses différentes (dessiner des bâtons rapidement ou lentement, écouter un métronome dont la cadence est rapide ou lente), que les plus jeunes (moins de 8 ans) jugeaient les durées à partir des résultats concrets (plus de bâtons : plus de temps), alors que les plus âgés étaient capables de mettre en relation leur impression subjective de durée et les résultats tangibles de l'action, de transformer le taux de changement en vitesse et de reconnaître la relation inverse entre vitesse et durée. L'estimation du temps, comme les autres jugements perceptifs, serait une construction cognitive.

## 2. A la recherche de formes primitives de jugements temporels

Attentifs à caractériser le développement d'une construction cognitive du temps, les auteurs des travaux évoqués ci-dessus ont cherché à mettre en défaut des jugements temporels « intuitifs ». A l'opposé de cet objectif, quelques auteurs se sont efforcés de mettre au jour les capacités réelles d'estimation de la durée du jeune enfant. Fraisse et Orsini (1958) ont ainsi montré que les enfants de 6 ans étaient aussi aptes que ceux de 8 et 10 ans à reproduire des intervalles sonores de 30 s à condition de les entraîner à ce type de tâche, et de leur fournir une information temporelle après chaque réponse sous la forme de feedback visuel et verbal<sup>7</sup>. Donner, au début d'une épreuve de comparaison, une consigne qui mette l'accent sur la caractéristique « durée » de stimulus visuels ou auditifs, caractéristique qui n'est pas prise en compte spontanément par des enfants de 5 et 7 ans, améliore significativement la performance (Hermelin et O'Connor, 1971). Crowder et Hohle (1970), quant à eux, ont proposé à des enfants de 5, 7 et 9 ans une tâche assez concrète et attrayante pour les motiver à répondre et à maintenir leur attention assez longtemps. Ils devaient reproduire des durées de 2,7 et 5,4 s, en arrêtant, juste à l'entrée d'une grotte, le mouvement d'un lion caché à leurs yeux. En étant l'écran après chaque réponse, l'expérimentateur fournissait au sujet une information en retour, à savoir, trop court : le lion n'avait pas atteint l'entrée ; trop long : le lion avait disparu dans la grotte. Les auteurs ont ainsi pu mettre en évidence

7. Après chaque réponse une lampe s'allume : verte signifie trop court ; blanche : exact ; rouge : trop long. De plus l'expérimentateur précise verbalement : c'est trop court, exact ou trop long.

la capacité à estimer correctement la durée dès 5 ans et la possibilité à cet âge d'améliorer la performance par un apprentissage adéquat.

C'est, également, le pari tenu par E. R. Friedman (1977) avec des enfants légèrement plus jeunes : 2;6 à 5;8 ans (âge moyen 4;2 ans). Après des essais de démonstration et des essais avec connaissance des résultats, elle obtient des estimations moyennes de 15,5 s, lors de reproductions d'intervalles de 15 s. Par contre, Matsuda et Matsuda (1983) dressent un constat d'échec à l'issue d'une recherche longitudinale. Avant 4 ans, certains enfants ne montrent aucun intérêt pour une tâche où il faut, en appuyant sur un bouton, reproduire la course d'un jeune garçon vers une maison, le dispositif expérimental fournissant un feedback visuel très informatif. Une limite d'âge semble donc exister en deçà de laquelle il est difficile d'apprendre à l'enfant à estimer la durée. Selon Matsuda et Matsuda (1983), cependant, cette conclusion ne doit pas être considérée comme définitive. Il faut avoir, préalablement, recherché toutes les tâches temporelles que le très jeune enfant pourrait maîtriser, et plus particulièrement celles qu'offrent les paradigmes de conditionnement temporel.

## B / RÉGULATIONS TEMPORELLES CONDITIONNÉES

Les situations expérimentales utilisées sont empruntées à la méthodologie du conditionnement opérant : le programme à intervalle fixe (FI) et le programme des débits de réponse lents (DRL). Dans le programme FI, toute réponse séparée du renforcement précédent par un délai défini est renforcée, même si d'autres réponses ont été émises pendant ce délai. Typiquement chaque renforcement est suivi d'une pause, et le sujet entraîné ne commence à répondre qu'à l'approche de la fin de l'intervalle : on voit donc s'installer une régulation temporelle spontanée. Dans le programme DRL, la régulation temporelle est imposée, puisqu'une réponse n'est renforcée que si un délai fixé s'est écoulé depuis la réponse précédente ; on note alors l'allongement progressif des « intervalles inter-réponses » avec l'apprentissage. Avant de décrire les résultats obtenus sur la base de ces deux programmes, il faut dire un mot sur la façon dont ces techniques, traditionnellement utilisées chez l'animal, ont été adaptées au jeune enfant. Les réponses opérantes choisies sont l'appui sur un levier (Bentall et Lowe, 1981, 1982 ; Long, Hammack, May et Campbell, 1958 ; Weisberg, 1970 ; Weisberg et Tragakis, 1967 ; Zeiler et Kelley, 1969), ou sur une clé morse (Pouthas, 1981 a ; Pouthas et Jacquet, 1983 ; Stein et Landis, 1978). Les agents renforçateurs sélectionnés sont des confiseries (Weisberg, 1970 ; Weisberg et Tragakis, 1967), des jetons, puis des diapositives (Long et al., 1958), des séquences de dessins animés, ou de diapositives (Pouthas, 1981 a ; Pouthas et Jacquet, 1983) et l'apparition d'une marionnette couplée à l'allumage de lampes (Bentall et Lowe, 1981, 1982).

### 1. Régulations temporelles acquises par les enfants de plus de 4 ans

Trois recherches portant sur le conditionnement d'enfants âgés de 4 à 9 ans selon un programme FI donnent des résultats cohérents : l'enfant ne développe pas le pattern de comportement typique observé chez l'animal (voir ci-dessus). Zeiler et Kelley (1969) ont décrit un pattern instable<sup>8</sup> ou un débit de réponse soutenu chez des enfants de 4-5 ans soumis à des FI 30 et 60 s. Long *et al.* (1958), eux aussi, ont obtenu un comportement instable chez des enfants de 4 à 8 ans, entraînés avec un FI 60 s. Bentall et Lowe (1981, 1982) se sont attachés à décrire l'ontogenèse des processus de conditionnement temporel : ils ont réparti leurs sujets en trois groupes d'âge (2;6-4 ans, 5;6-7 ans, et 7;6-9 ans), et les ont entraînés avec des FI 30, 40 et 50 s. Les sujets des deux groupes les plus âgés ont produit les deux types de comportement observés chez l'adulte placé en situation FI :

— Ou bien un débit de réponse soutenu tout au long de l'intervalle, patron de comportement corrélatif d'une « hypothèse de réponse », le sujet pensant apparemment que l'obtention du renforcement dépend du nombre de réponses effectuées.

— Ou bien une ou deux réponses à la fin du délai, traduction comportementale d'une « hypothèse d'intervalle », le sujet estimant que l'obtention du renforcement dépend du délai respecté entre les réponses. Les enfants de 2;6-4 ans, quant à eux, ont produit un pattern de comportement instable, comme les sujets de Long *et al.* et ceux de Zeiler et Kelley (1969).

Le développement de la capacité à formuler des hypothèses sur les relations réponse-renforcement et à se donner des consignes (du type comptage) expliquerait, selon Bentall et Lowe, l'évolution des performances avec l'âge. Quand on apprend aux enfants entre 2;6 et 9 ans à se donner des consignes, par exemple de ne donner des réponses qu'en fin d'intervalle, ceux-ci sont capables de les respecter (Bentall et Lowe, 1982). La performance ne diffère plus alors que par la plus grande précision dont font preuve les enfants plus âgés.

En situation DRL, un éspacement des réponses dans le temps est la condition du renforcement. A partir de quel âge les enfants sont-ils capables de s'ajuster précisément au délai d'attente ? Stein et Landis (1978) ont comparé les performances de sujets de 5 et 7 ans soumis à un DRL 5 s. La moitié des sujets de chaque groupe disposait, en plus de la clef opérante, de clefs collatérales (clefs sans conséquence sur le programme de renforcement) qu'ils pouvaient utiliser. Seuls, les

8. Un pattern instable est caractérisé par des réponses successives distribuées irrégulièrement tout au long de l'intervalle, ou bien encore par l'absence de réponse pendant un intervalle donné, suivie d'un débit de réponse soutenu pendant l'intervalle suivant.

sujets de 7 ans ont formé une discrimination temporelle précise. La possibilité de se servir des clefs collatérales améliore seulement les performances des enfants de 5 ans. S'il faut en croire White (1964), les capacités d'inhibition sur le plan comportemental se développent essentiellement — ou même apparaissent — entre 5 et 7 ans. Les résultats de Stein et Landis (1978) jouent en faveur de cette hypothèse. Par ailleurs, les enfants qualifiés d'« impulsifs » ont un niveau de performance plus bas que les enfants « réfléchis » dans les protocoles de type DRL (Stein et Landis, 1975). Enfin, les enfants hyperactifs éprouvent plus de difficultés que les enfants normaux dans des tâches d'estimation temporelle (Cappella, Gentile et Juliano, 1977), ce qui suggère que les mécanismes d'inhibition motrice y sont tout aussi importants que dans les protocoles impliquant une réponse différée. Malgré ces observations à première vue congruentes, il semble pourtant difficile d'adhérer pleinement à la thèse de White ; comme le faisait remarquer Janet (1928), l'enfant est confronté dès son plus jeune âge à la nécessité d'attendre, et un apprentissage adapté le rend très vite capable de satisfaire à cette contrainte dans les multiples occasions de la vie quotidienne. Pouthas (1981 a), Pouthas et Jacquet (1983) ont montré que certains enfants de 4;6 ans entraînés avec un DRL dont le délai augmente progressivement, ou ayant reçu une consigne informative insistant sur la nécessité d'attendre entre deux appuis (Pouthas et Jacquet, 1983), sont capables d'ajustement précis à ce délai. Pouthas suggère qu'à 4-5 ans certaines capacités cognitives ne sont pas encore suffisamment développées pour permettre une représentation élaborée et maîtrisée d'un délai d'attente et que l'information fournie par l'expérimentateur aide à consolider cette représentation naissante. L'apparente discordance entre les résultats de Stein et Landis (1978) et de Pouthas (1981 a), Pouthas et Jacquet (1983) vient du fait que, pour les uns, les données présentées sont des données de groupe, et, pour les autres, des données individuelles (Pouthas, sous presse). Car les auteurs s'accordent sur le rôle crucial joué par le développement des mécanismes d'inhibition, et sur le contrôle exercé par les informations et consignes données aux sujets (Pouthas et Jacquet, 1983 ; Stein et Landis, 1975). Ces deux mêmes points sont mis en relief par l'étude de conditionnement au temps pavlovien réalisée par Dmitriev (cité par Dmitriev et Kochigina, 1959).

En conclusion, les études de conditionnement temporel chez les enfants âgés de plus de 4 ans mettent en évidence un âge « clef » situé vers 7-8 ans, à partir duquel l'enfant développe en FI les deux patrons de comportement observés chez l'adulte, et fait preuve, en DRL, d'ajustements précis au délai d'attente. Des correspondances entre ces résultats et ceux obtenus avec les méthodes psychophysiques traditionnelles peuvent être dégagées :

— Avant 7-8 ans, on a démontré l'existence d'une grande imprécision

sion et une importante variabilité dans les jugements de durée (Smythe et Goldstone, 1957), dans les reproductions d'intervalles (Fraise, 1948), dans les régulations comportementales acquises en FI (Bentall et Lowe, 1981), et dans les ajustements réalisés en DRL (Stein et Landis, 1978).

— On a insisté sur le rôle important de l'information relative à la « caractéristique durée » des stimulus dans une tâche de comparaison (Hermelin et O'Connor, 1971) ou aux contraintes temporelles de la tâche en DRL (Pouthas et Jacquet, 1983).

— On a fait la preuve du contrôle exercé par les informations en retour lors de l'apprentissage à estimer la durée (Crowder et Hohle, 1970 ; Friedman, 1977 ; Matsuda et Matsuda, 1983) et par les instructions que le sujet se donne au cours de l'entraînement en FI (Bentall et Lowe, 1982) ou en DRL (Pouthas, 1981 b).

## 2. Régulations temporelles acquises par les moins de 4 ans

Avant 4 ans, l'enfant n'est pas capable d'estimations précises de la durée (Matsuda et Matsuda, 1983), de verbaliser les contingences de renforcement, de se donner des consignes de réponse (Bentall et Lowe, 1981, 1982 ; Pouthas, 1981 b), et enfin de s'ajuster précisément à un délai d'attente (Pouthas et Jacquet, 1983 ; Stein et Landis, 1978). Quelles formes peuvent prendre les adaptations à la durée du très jeune enfant ou du nourrisson placés dans des situations de conditionnement au temps ? Les recherches qui visent à répondre à cette question sont rares et offrent par surcroit un tableau de données dont il est difficile de tirer des conclusions cohérentes.

Lors d'un conditionnement à un DRL 18 s, Weisberg et Tragakis (1967) ont montré que des enfants âgés de 15 à 41 mois étaient capables d'acquérir une régulation temporelle, dans la mesure où le débit de réponse diminue avec l'entraînement et où le pourcentage de réponses renforcées augmente, atteignant 40 %, et même, pour quelques sujets, 50 %, à la fin du conditionnement. Weisberg (1970) a montré que cette capacité était fonction de l'« histoire expérimentale » des sujets, c'est-à-dire des contingences de renforcement dont ils ont fait l'expérience avant l'apprentissage en DRL. Des enfants, âgés de 1;6 à 3;6 ans, qui ont appris à donner successivement plusieurs réponses pour obtenir le renforcement, ne parviennent pas, ensuite, à s'adapter à un programme de renforcement DRL.

Pouthas (1981 a), Pouthas et Jacquet (1983) tirent des conclusions plus nuancées de leurs travaux sur les enfants de 1;6-2 ans et ceux de 3;6 ans. Elles concluent que l'enfant de 1;6 à 2 ans apprend à attendre (diminue le nombre des réponses par minute) en développant pendant le délai des conduites motrices qui deviennent systématiques au cours de l'entraînement (faire un parcours dans la pièce expérimentale, retourner le gros cube qui sert de siège...), mais il n'y a pas d'ajustement précis au délai d'attente, comme le montrent les distributions des

IRT<sup>9</sup>. Contrairement à ce que l'on constate chez les enfants de 7 ans et certains enfants de 4;6 ans (cf. ci-dessus), le mode de l'histogramme des IRT ne se situe pas autour de la valeur du délai critique, et le pourcentage d'IRT très brefs est élevé, souvent supérieur à 50 %. L'apparente contradiction entre les conclusions de Weisberg et Tragakis (1967) et de Pouthas et Jacquet (1983) vient du fait que les premiers s'attachent à montrer que les très jeunes enfants peuvent différer leurs réponses en situation DRL, alors que les seconds cherchent à voir si chez l'enfant de 2 ans les réponses sont non seulement différencier mais encore positionnées de façon précise dans le temps. La consigne informative soulignant la nécessité d'attendre entre deux réponses n'améliore pas la qualité de la régulation temporelle acquise par les enfants de 2 ans (Pouthas, 1981 a), alors qu'elle conduit les sujets de 3;6 ans à un meilleur ajustement au délai, peut-être en faisant émerger chez ceux-ci une prise en compte explicite de la dimension temporelle de la situation.

L'ensemble des résultats obtenus en DRL semble dessiner une évolution sans rupture des performances : apparaissent d'abord, vers 2-3 ans, la régulation du débit de réponse, puis entre 4 et 6 ans, des essais d'ajustement au délai, enfin après 7 ans, un positionnement précis des actions. Il reste néanmoins à analyser ce qui relève spécifiquement du développement cognitif lors du passage d'une forme de conduite temporelle à l'autre.

Selon Lowe (1979, 1983), c'est à partir du moment où le langage est acquis et maîtrisé que les informations fournies par l'expérimentateur et les autoconsignes<sup>10</sup> contrôleraient le comportement conditionné en FI. L'hypothèse qui découle de cette proposition est que le comportement du bébé humain, qui ne possède pas encore le langage, serait modelé, comme celui de l'animal, par les seules contingences de renforcement. Dans l'étude de Lowe *et al.* (1983), deux nourrissons de 10 mois ont été entraînés avec des FI 10, 20 et 30 s. L'inspection des courbes cumulatives révèle le patron de comportement caractéristique du FI chez l'animal, une pause suivie d'une accélération progressive du débit de réponse. Comme chez l'animal, la durée de la pause est fonction du délai. Si ces résultats sont généralisés à un plus grand nombre de sujets, la preuve sera faite du rôle du développement du comportement verbal dans la transformation radicale des comportements conditionnés en FI. Ceci pourrait conduire à conclure qu'à partir d'un certain moment de l'ontogenèse, marqué par l'acquisition du langage, les formes élémentaires de régulation temporelle sont remplacées par des formes plus complexes et plus élaborées.

9. IRT : de l'anglais Inter-Response-Time, temps écoulé entre réponses successives émises dans le programme DRL. L'histogramme des IRT est une distribution des IRT en classes, selon leur durée.

10. Autoconsignes : consignes que le sujet se donne à partir de ses représentations de la tâche.

taires de conditionnement à la durée vont céder la place aux régulations temporelles complexes de l'adulte humain.

Brackbill, Fitzgerald et Lintz (1967) ont mis en évidence des réactions pupillaires conditionnées à la durée, chez des nourrissons de 26 à 86 jours, en faisant alterner des périodes d'obscurité et d'éclairage, alors qu'un conditionnement temporel de la constriction et de la dilatation pupillaire n'a pu être établi que chez un petit nombre de sujets adultes : 1 ou 2 dans des groupes de 8 sujets (Fitzgerald et Brackbill, 1968). Le conditionnement à la durée serait plus facile à établir chez le nourrisson, parce qu'il « n'est pas encore encombré » (*uncluttered*) comme l'adulte par des processus cognitifs (Brackbill et Fitzgerald, 1972).

Des travaux dont l'objet d'étude était souvent éloigné de celui de l'ontogenèse des conduites temporelles ont mis en évidence ou utilisé à d'autres fins des capacités temporelles extrêmement précoces.

Dans une recherche qui visait à établir que le réflexe de rotation de la tête pouvait devenir un opérant, sensible à différents types de contingences de renforcement, Siqueland (1968) a apporté la preuve que le nourrisson de quelques jours était capable de maintenir la tête dans la même position pendant au moins 20 s pour obtenir le renforcement. Cependant il ne s'agit pas d'un comportement d'estimation de la durée mais d'une attente simple.

Les données de De Gasper et Fifer (1980), et de De Gasper et Sigafoos (1983) conduisent à penser que le nourrisson âgé de 3 jours est capable d'allonger ou de diminuer la durée des pauses entre salves de suctions non nutritives (la pression sur la tétine ne donne pas de liquide) pour obtenir la voix de sa mère, qu'il préfère à celle d'une autre femme, ou pour entendre l'agent renforçateur que constitue un bruit cardiaque intra-utérin.

Lorsqu'un adulte parle à un nouveau-né en mouvement, celui-ci synchronise ses mouvements aux articulations du langage de l'adulte (Condon et Sander, 1974). Dès la naissance, le sujet humain semble donc « préparé » à réguler ses réponses dans le temps pour interagir avec son environnement.

Frappés par l'importance et la diversité des activités rythmiques chez le bébé, décrites par Krawitz et Boehm (1971), Robertson (1982), Thelen (1979), des auteurs comme Ashton (1976), Wolff (1967) y ont vu l'expression d'oscillateurs ou de bases de temps endogènes. D'une interaction entre des manifestations rythmiques diverses, découlerait un système de marquage temporel destiné à prendre au cours du développement une importance croissante dans la régulation des conduites motrices complètes. La régularité du rythme de succion non nutritive, distincte du rythme de succion nutritive dans l'espèce humaine seulement (Wolff, 1968), dénoterait l'existence d'une base de temps dont la fréquence avoisine 1 à 1,2 Hz. L'organisation temporelle de comportements rythmiques comme la succion pourrait être modifiée très préco-

cement par les effets différentiels qu'elle entraîne dans l'environnement, et pourrait permettre l'acquisition de régulations temporelles de l'activité motrice de plus en plus complexes.

#### C / MÉCANISMES TEMPORELS

Quels seraient les soubassements physiologiques de ces bases de temps internes ? L'hypothèse selon laquelle le rythme cardiaque tiendrait à cet égard le rôle princeps était à l'honneur aux alentours des années 60 ; on a découvert à cette époque, chez l'homme et l'animal adultes, une modulation systématique de divers types d'indices (réflexes, temps de réaction, tempo spontané) en fonction du cycle cardio-vasculaire (Coquery et Requin, 1964 ; Emery, 1929 ; Requin et Bonnet, 1968). Ces études ont trouvé peu d'échos sur le plan développemental, où les modifications du rythme cardiaque sont habituellement analysées comme indices de la focalisation attentive (Bullinger, 1979 ; Finlay et Ivinskis, 1982 ; Graham, 1979 ; Lewis, 1974 ; Pomerleau et Malcuit, 1979).

Au niveau central, on a suggéré tout d'abord le rôle médiateur du rythme alpha dans l'organisation des informations sensorielles et, partant, dans l'expérience temporelle (Lindsley, 1952 ; Wiener, 1958) ; ce rythme, dont la fréquence est de 8 à 12 Hz, pourrait agir comme un mécanisme de « balayage » scrutant sans interruption le champ sensoriel afin d'en extraire l'information pertinente (Walter, 1950). Plusieurs études ont mis à jour des relations entre les caractéristiques du rythme alpha et la rapidité de la réponse à un signal, ou encore la précision des réponses dans les protocoles temporels (Werboff, 1962 ; Cahoon, 1969). A notre connaissance, aucune étude d'estimation temporelle n'a été effectuée chez l'enfant dans ce contexte. Les travaux de Surwillo (1964, 1971, 1977) visant à établir chez l'enfant, comme il l'avait fait chez l'adulte, une relation stable entre rythme alpha et temps de réaction, l'un et l'autre plus rapides avec l'âge, n'ont pas donné de résultats probants.

Un autre rythme électrophysiologique, l'activité thêta hippocamique, a été impliqué dans le contrôle temporel de l'activité motrice. Ce rythme, apparemment synchrone du début du mouvement (Buño et Velluti, 1977 ; Vanderwolf, 1975), présente une fréquence de 4 à 7 Hz qui correspondrait à certains cycles psychologiques et neurophysiologiques découverts chez l'adulte (Lenneberg, 1967). Ici encore, l'hypothèse d'une base de temps endogène reste ouverte mais ne s'étaye d'aucune donnée développementale.

Enfin, on trouve dans le groupe des « ondes lentes » corticales un corrélat possible des processus d'estimation temporelle. Il s'agit de la « Contingent Negative Variation » (CNV), déviation lente du potentiel cérébral, de polarité négative, qui apparaît notamment à la surface du

cortex chaque fois que le sujet attend l'occurrence d'un événement significatif dans les quelques secondes qui suivent, par exemple dans une tâche de réaction où le « signal de réponse » est précédé d'un « signal préparatoire ». Le décours de la CNV peut atteindre plusieurs secondes, mais se dissocie en deux composantes, dites « précoce » et « tardive » au-delà de 4 s. Quoique la CNV ait été considérée comme l'indice de divers processus, les plus importants étant l'attention et l'activation (revues dans Tecce, 1972 ; Macar, 1977), les paramètres temporels s'avèrent de première importance dans les conditions de son apparition (Faidherbe, Deliège et Devaux-Pasque, 1969 ; Macar et Besson, sous presse ; Macar et Vitton, 1979 ; Ruchkin, McCalley et Glaser, 1977). Macar (1980 ; sous presse) a suggéré que la CNV résulte de la synchronisation progressive de multiples décharges neuronales d'origines diverses ; c'est sur cette synchronisation, de plus en plus précise en fonction de l'entraînement, que reposeraient les « bases de temps » endogènes sur lesquelles se fonderaient les jugements temporels dans le cadre d'une situation déterminée. On a montré l'existence de la CNV chez l'enfant dès l'âge de 2 ou 3 ans (Gullikson, 1971 ; Otto, Seiple, Loiselle et Hatcher, 1980). La « composante précoce », apparemment liée à la réponse d'orientation, apparaît dès la première présentation d'un ensemble de stimulations attrayant ; mais la « composante tardive » (au-delà de 4 s), plus probablement en relation avec les processus cognitifs complexes mis en jeu par la situation, ne se développe qu'après plusieurs essais (Otto *et al.*, 1980), sans doute lorsque l'enfant commence à saisir les propriétés du protocole expérimental, telle la relation qui unit les stimulations. La CNV est généralement plus ample chez l'enfant que chez l'adulte, et, surtout, elle persiste bien après la fin de l'essai (Gullikson, 1971) ; on observe cette « négativité prolongée » jusqu'à l'âge de 7 ou 8 ans (Timsit-Berthier et Hausman, 1972), alors que, chez l'adulte normal, la CNV amorce son retour à la ligne de base dès l'occurrence du signal de réponse. Il est probable que l'excitation induite chez l'enfant par les stimuli du protocole expérimental excède les limites de chaque essai, l'immaturité des processus inhibiteurs (cf. travaux de White, 1964, cités ci-dessus) ne permettant pas d'y mettre fin rapidement.

La recherche des bases de temps internes s'est également tournée vers les mécanismes musculaires. On a suggéré que les propriocepteurs pourraient renseigner l'organisme sur l'état de tension musculaire concomitant de l'expérience temporelle. Encore est-il bien malaisé de distinguer le rôle éventuel des propriocepteurs à cet égard, de celui des processus moteurs eux-mêmes. L'effet de la tension musculaire sur l'évaluation de la durée a été analysé de diverses manières ; des données intéressantes ont aussi été extraites des expériences de *timing* moteur destinées à étudier la programmation des mouvements rapides et précis. Ce type de recherche, appliqué jusqu'ici à l'homme et à l'animal adultes,

pourrait trouver un terrain privilégié chez l'enfant si l'on considère que celui-ci manifeste plus volontiers que l'adulte des conduites motrices aisément observables. Ainsi Goldstone *et al.* (1958) ont-ils montré, comme nous l'avons signalé dans les premières pages de ce rapport, que bon nombre d'enfants de 6 et 7 ans sont apparemment incapables de compter 30 s mentalement sans continuer à remuer les lèvres et les doigts, malgré des consignes explicites. Tout se passe comme si ces indices kinesthésiques leur étaient nécessaires dans l'usage encore hésitant qu'ils font du concept de seconde. Les auteurs suggèrent que de tels indices doivent être associés aux concepts temporels jusqu'à un certain point du développement, c'est-à-dire jusqu'à l'âge d'environ 8 ans. Chez les enfants plus âgés et les adultes, il semble que des relations stables existent entre les durées calibrées et les signaux musculaires, les concomitants kinesthésiques n'étant plus alors indispensables. On a également quelque raison de penser que les enfants en deçà de 5 ans utilisent de préférence les récepteurs « proches » (tactiles et proprioceptifs en particulier) plutôt que les récepteurs « à distance » (visuels et auditifs), à l'inverse des enfants plus âgés (White, 1964). Les observations de Goldstone *et al.* suggèrent que des bases de temps proprioceptives, éventuellement associées au mouvement dans l'enfance, pourraient avoir une fonction dans les processus d'évaluation de la durée. Il est possible que la mise en place progressive des régulations de l'action motrice par le langage fasse ensuite passer au second plan ces indices musculaires, ou bien les subordonnent à des centres supérieurs de contrôle, selon le schéma bien connu de Luria (1959).

#### D / PERSPECTIVES DE RECHERCHE

Devant l'abondance des points qui restent obscurs dans le domaine complexe des conduites temporelles de l'enfant, il semble légitime de conclure à la nécessité de prendre en compte toutes les conduites qui, chez le bébé et le jeune enfant, dénotent l'émergence des formes élémentaires d'organisation temporelle de l'activité. Les données relatives aux adaptations au temps du nourrisson sont encore trop fragmentaires. Le rôle du langage et celui des capacités inhibitrices dans l'évolution des conduites temporelles demeurent des problèmes cruciaux. Enfin, tout ou presque tout reste à faire sur le plan ontogénétique en ce qui concerne la recherche des bases physiologiques.

Les données disponibles chez l'enfant, en programme à intervalle fixe, laissent penser qu'il existe une rupture due à l'acquisition du langage. Il y a chez l'enfant passage d'un ajustement comparable à celui de l'animal adulte vers une forme d'ajustement caractéristique de l'adulte humain. Ce schéma est séduisant, mais ne doit en aucun cas être prématurément généralisé à d'autres situations. En effet, les paragraphes qui précédent ont décrit dans le programme DRL une évolution

continue de la performance chez l'enfant, où c'est la performance à un âge plus avancé qui est comparable aux ajustements que l'on observe chez l'animal. Il serait aussi fallacieux d'assimiler les formes d'adaptation au temps observées chez l'animal à des ajustements « élémentaires », c'est-à-dire simples par opposition aux ajustements « complexes » qui seraient l'apanage de l'espèce humaine. Des travaux ont montré que certaines espèces animales sont capables de discriminer de façon très précise la durée de stimulus extéroceptifs, de maîtriser simultanément plusieurs délais et de s'adapter rapidement à des situations dont les paramètres temporels fluctuent (voir dans Richelle et Lejeune, 1980, Gibbon et Allan, 1984, Michon et Jackson, 1985, Meck et Church, 1984).

Ces quelques remarques ne font que souligner la nécessité de comparer non seulement l'enfant et l'animal adulte, mais encore de décrire de façon précise l'évolution des conduites temporelles chez l'enfant et l'animal de la naissance à l'âge adulte. Seule une confrontation des données obtenues dans des situations comparables permettra de cerner ce qui fait la spécificité du comportement de l'enfant par rapport à l'animal et de déterminer si, au-delà de certaines analogies, des différences se font jour à d'autres niveaux.

Si l'on se tourne vers les données disponibles chez l'animal, force est de constater qu'aucune étude n'a été spécifiquement consacrée à la comparaison des régulations temporelles du comportement chez des animaux d'âge différent. Les rares études disponibles ont été entreprises dans un autre but (Goodrick, 1969 ; Marley et Morse, 1966 ; De Paulo et Hoffman, 1981 ; Delay, 1982 ; Campbell et Haroutunian, 1981 ; Harrison et Isaac, 1984). Seules trois d'entre elles concernent des animaux très jeunes et tendent à montrer que le conditionnement dans le programme FI est possible chez le raton de 25 jours (Delay, 1982), le poussin et le caneton nouveau-nés (Marley et Morse, 1966 ; De Paulo et Hoffman, 1981). La plupart de ces travaux ne fournissent que des informations très parcellaires quant à la qualité de la régulation temporelle.

Le caractère anecdotique des travaux qui comparent la performance temporelle d'animaux d'âge différent et leur rareté ne permettent qu'un constat de lacune ; le peu d'intérêt suscité par ce type d'études est en partie lié à la difficulté de maîtriser la croissance et la motivation alimentaire d'animaux très jeunes, voire immatures. Il reste à souhaiter que des expériences moins fragmentaires soient entreprises en relation avec des hypothèses quant aux variables physiologiques impliquées à chaque stade du développement.

En conclusion, la méthodologie du conditionnement opérant permet d'étudier l'animal et le sujet humain dans des situations d'apprentissage similaires. Cette possibilité doit être systématiquement exploitée pour l'analyse de l'ontogenèse des conduites temporelles et la compréhension des mécanismes qui régissent les comportements d'attente dans les

situations à renforcement différé. Il se peut que chez l'enfant le contrôle par les contingences de renforcement soit déjà modulé dans certaines situations et avant l'acquisition du langage, par des facteurs cognitifs dont il faudra définir l'impact. Seules les recherches sur l'animal autorisent une manipulation de toutes les variables indépendantes impliquées dans les situations d'apprentissage temporel. Les données obtenues chez l'animal pourraient dès lors fournir des indices valables pour l'interprétation de ce qui sera observé chez l'enfant et permettraient de dégager la part respective de l'expérience précoce, de la maturation, des facteurs environnementaux et du développement cognitif.

## RÉSUMÉ

*Le but de cette revue, qui dresse un bilan des connaissances relatives au développement des conduites temporelles chez le jeune enfant, est d'ouvrir la voie aux recherches futures. Les méthodes psychophysiques traditionnelles ont apporté des données cohérentes sur l'estimation et la perception de la durée des enfants de plus de 6 ans. Quelques recherches très fragmentaires ont décrit les conditionnements précoce à la durée. Pour déterminer si les régulations temporelles complexes de l'adulte humain résultent d'une évolution continue, trouvant ses bases dans les formes élémentaires d'organisation temporelle de l'activité, il est nécessaire d'avoir des données beaucoup plus nombreuses sur les adaptations au temps du nourrisson d'une part, sur le rôle du langage et celui des capacités inhibitrices dans l'évolution des conduites temporelles d'autre part. De plus, des études relatives au développement des sousassemens physiologiques des bases de temps internes et à l'ontogenèse des régulations temporelles chez le jeune animal permettraient de dégager la part respective de l'expérience précoce, de la maturation et du développement cognitif chez le jeune enfant.*

*Mots clés : régulations temporelles, acquisitions précoce, développement.*

## BIBLIOGRAPHIE

- Ashton (R.) — Aspects of timing in child development, *Child Development*, 1976, 47, 622-626.
- Bentall (R. P.), Lowe (C. F.) — *Developmental aspects of human operant behavior*, Paper presented to the Annual Conference of the Experimental Analysis of Behavior Group, University of Oxford, 1981.
- Bentall (R. P.), Lowe (C. F.) — Developmental aspects of human behavior : the role of instructions and self-instructions, *Behavior Analysis Letters*, 1982, 2, 186.
- Brackbill (Y.), Fitzgerald (H. E.), Lintz (L. M.) — A developmental study of classical conditioning, *Monographs of the Society of Research in Child Development*, 1967, 32, n° 8, série 116.
- Brackbill (Y.), Fitzgerald (H. E.) — Stereotype temporal conditioning in infants, *Psychophysiology*, 1972, 9, 569-577.
- Bullinger (A.) — La réponse cardiaque comme indice de la sensibilité du nouveau-né à un spectacle visuel, *Cahiers de Psychologie*, 1979, 22, 195-208.

- Bunö (W. J.), Velluti (J. C.) — Relationships of hippocampal theta cycles with bar pressing during self stimulation, *Physiology and Behavior*, 1977, 19, 615-621.
- Cahoon (R. L.) — Physiological arousal and time estimation, *Perceptual and Motor Skills*, 1969, 28, 259-268.
- Campbell (B. A.), Haroutunian (V.) — Effects of age on long-term memory: retention of fixed-interval responding, *Journal of Gerontology*, 1981, 36, 338-341.
- Cappella (B.), Gentile (J. R.), Juliano (D. B.) — Time estimation by hyperactive and normal children, *Perceptual and Motor Skills*, 1977, 44, 787-790.
- Condon (W. S.), Sander (L. W.) — Synchrony demonstrated between movement of the neonate and adult speech, *Child Development*, 1974, 46, 456-461.
- Coquery (J. M.), Requin (J.) — Influence du cycle cardiaque sur l'excitabilité réflexe médullaire chez l'homme, *Compte rendu des séances de la Société de Biologie et de ses filiales*, 1964, 158, 1887-1891.
- Crowder (A. M.), Hohle (R. H.) — Time estimation by young children with and without informational feedback, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1970, 10, 295-307.
- De Casper (A. J.), Fifer (W. P.) — Of human bonding: newborns prefer their mothers' voices, *Science*, 1980, 208, 1174-1176.
- De Casper (A. J.), Sigafoos (A. D.) — The intrauterine heartbeat: a potent reinforcer for newborns, *Infant Behavior and Development*, 1983, 6, 12-25.
- Delay (E. R.) — Age-related differences in the effects of d-amphetamine and illumination on fixed-interval responding in the rat, *Psychopharmacology*, 1982, 78, 298-299.
- De Paulo (P.), Hoffmann (H. S.) — Reinforcement by an imprinting stimulus versus water on simple schedules in ducklings, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1981, 36, 151-169.
- Dmitriev (A. S.), Kochigina (A. M.) — The importance of time as stimulus of conditioned reflex activity, *Psychological Bulletin*, 1959, 56, 106-133.
- Emery (F. E.) — Effect of the heart beat on the tonus of skeletal muscle, *American Journal of Physiology*, 1929, 88, 529-533.
- Faidherbe (J.), Deliege (M.), Devaux-Pasque (N.) — Nouvelles recherches sur la signification psychophysiologique de certaines composantes lentes de potentiels évoqués électroencéphalographiques: contribution à une psychophysiologie de la protensité, in J. Dargent et M. Dongier (Eds.), *Variations contingentes négatives*, Congrès et Colloques de l'Université de Liège, 1969, 52, 114-137.
- Finlay (D.), Ivinskis (A.) — Cardiac and visual responses to stimuli presented both foveally and peripherally as a function of speed and moving stimuli, *Developmental Psychology*, 1982, 18, 692-698.
- Fitzgerald (H. E.), Brackbill (Y.) — Interstimulus interval in classical pupillary conditioning, *Psychological Reports*, 1968, 23, 369-370.
- Fraisse (P.) — Etude comparée de la perception et de l'estimation de la durée chez les enfants et chez les adultes, *Enfance*, 1948, 1, 199-211.
- Fraisse (P.), Orsini (F.) — Etude expérimentale des conduites temporelles, III: étude génétique de l'estimation de la durée, *L'Année Psychologique*, 1958, 58, 1-6.
- Friedman (E. R.) — Judgements of time intervals by young children, *Perceptual and Motor Skills*, 1977, 45, 715-720.
- Friedman (W. J.) — Development of time concepts in children, in H. W. Reese et L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in Child Development and Behavior*, vol. 12, New York, Academic Press, 1978, 267-298.

- Gibbon (J.), Allan (L.) (Eds.) — *Timing and time perception*, New York, Annals of the New York Academy of Sciences, 1984, 423.
- Goldstone (S.), Boardman (W. K.), Lhamon (W. J.) — Kinesthetic cues in the development of time concepts, *Journal of Genetic Psychology*, 1958, 93, 158-190.
- Goldstone (S.), Goldfarb (J. L.) — The perception of time by children, in A. H. Kidd et J. L. Rivoire (Eds.), *Perceptual development in children*, New York, International Universities Press, 1966, 445-486.
- Goodrick (C. L.) — Operant responding of non-deprived young and senescent male albino rats, *Journal of Genetic Psychology*, 1969, 114, 29-40.
- Graham (F. K.) — Distinguishing among orienting, defense and startle reflexes, in M. D. Kimmel, E. H. Van Olst et J. F. Orlebeke (Eds.), *The orienting reflex in humans*, New York, Erlbaum, 1979, 137-167.
- Grize (J. B.), Henry (K.), Meylan (M.), Orsini (F.), Piaget (J.), Van Den Bogaert (M.) — *L'épistémologie du temps*, Paris, PUF, 1966.
- Gullickson (G. R.) — Contingent negative variation and attention in two- and three-year-old children, *SPR Abstract*, 1971, 8, n° 2, 249.
- Harrison (D. W.), Isaac (W.) — Disruption of habituation of stable fixed-interval behavior in younger and older monkeys, *Physiology and Behavior*, 1984, 32, 341-344.
- Hermelin (B. M.), O'Connor (N.) — Children's judgements of duration, *British Journal of Psychology*, 1971, 62, n° 1, 13-20.
- Janet (P.) — *L'évolution de la mémoire et de la notion de temps*, Paris, A. Chahine, 1928.
- Kravitz (H.), Boehm (J. J.) — Rhythmic habit patterns in infancy: their sequence, age of onset, and frequency, *Child Development*, 1971, 42, 399-413.
- Lenneberg (E. H.) — *Biological foundations of language*, New York, Wiley, 1967.
- Lewis (M.) — The cardiac response during infancy, in R. S. Thompson et M. H. Patterson (Eds.), *Methods in physiological psychology*, I: *Biological recording technique*, Part C: *Receptor and effector processes*, New York, Academic Press, 1974, 201-229.
- Lindsay (D. B.) — Psychological phenomena and the electroencephalogram, *EEG and Clinical Neurophysiology*, 1952, 4, 443-456.
- Long (E. R.), Hammack (J. T.), May (F.), Campbell (B. J.) — Intermittent reinforcement of operant behavior in children, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1958, 1, 315-339.
- Lowe (C. F.) — Determinants of human operant behavior, in M. D. Zeiler et P. Harzem (Eds.), *Advances in analysis of behaviour*, vol. 1: *Reinforcement and the organization of behaviour*, Chichester, Wiley, 1979, 159-192.
- Lowe (C. F.) — Radical behaviorism and human psychology, in G. C. L. Davey (Ed.), *Animal models of human behavior*, New York, J. Wiley & Sons, 1983, 71-94.
- Lowe (C. F.), Beasty (A.), Bentall (R. P.) — The role of verbal behavior in human learning: infant performance on fixed-interval schedules, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1983, 39, 157-164.
- Luria (A. R.) — The directive function of speech, *Word*, 1959, 15, I, 341-352, II, 453-464.
- Macar (F.) — Signification des variations contingentes négatives dans la dimension temporelle du comportement, *L'Année Psychologique*, 1977, 77 (2), 439-474.
- Macar (F.) — *Le Temps: perspectives psychophysioliques*, Bruxelles, Mardaga, 1980.

- Macar (F.) — Time psychophysics and related models, in J. Michon et J. Jackson (Eds.), *Time, Mind and Behavior*, New York, Berlin, Springer Verlag, 1985 (sous presse).
- Macar (F.), Besson (M.) — Contingent negative variation in processes of expectancy, preparation and time estimation, *Biological Psychology* (sous presse).
- Macar (F.), Vitton (N.) — Contingent negative variation and accuracy of time estimation : a study on cats, *EEG and Clinical Neurophysiology* 1979, 47, 213-228.
- Marley (E.), Morse (W. H.) — Operant conditioning in the newly hatched chicken, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1966, 9, 95-103.
- Matsuda (F.), Matsuda (M.) — A longitudinal study of learning process of duration estimation in young children, *Japanese Psychological Research*, 1983, 25, n° 3, 119-129.
- Meck (W. H.), Church (R. M.) — Simultaneous temporal processing, *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1984, 10, 1-29.
- Michon (J.), Jackson (J.) (Eds.) — *Time, mind and behavior*, New York, Berlin, Springer Verlag, 1985 (sous presse).
- Otto (D. B.), Seiple (K.), Loiselle (D.), Hatcher (T.) — ERPs in young children during sensory conditioning, in H. H. Kornhuber et L. Deecke (Eds.), Motivation, motor and sensory processes of the brain : electrical potentials, behaviour and clinical use, *Progress in Brain Research*, 1980, 54, 574-578.
- Piaget (J.) — *Le développement de la notion de temps chez l'enfant*, Paris, PUF, 1946.
- Pomerleau (A.), Malcuit (G.) — *Les compétences du nourrisson : indices physiologiques et comportementaux*, Communication au congrès international de psychologie de l'enfant, Paris, 1979.
- Pouhas (V.) — Adaptation à la durée chez l'enfant de 2 à 5 ans, *L'Année Psychologique*, 1981 a, 81 (1), 33-50.
- Pouhas (V.) — Adaptations comportementales à la durée chez le très jeune enfant, in Mémoire, Conditionnement, Evolution, Colloque en hommage au Pr Rosenzweig, *Publications de la Sorbonne, série « Etudes »*, 1981 b, 18, 59-69.
- Pouhas (V.) — Timing behaviour in young children : a developmental approach to conditioned spaced responding, in J. Michon et J. Jackson (Eds.), *Time, Mind and Behavior*, New York, Berlin, Springer Verlag, 1985 (sous presse).
- Pouhas (V.), Jacquet (A. Y.) — Attente et adaptation à la durée chez l'enfant, dans la Psychogénèse du temps : cinq approches, *Cahiers de Psychologie Cognitive*, 1983, 3, n° 4, 397-407.
- Requin (J.), Bonnet (M.) — Quelques données expérimentales contradictoires sur la distribution de l'activité motrice spontanée dans le cycle cardiaque, *Cahiers de Psychologie*, 1968, 11, 23-24.
- Richelle (M.), Lejeune (H.) (Eds.) — *Time in animal behavior*, Oxford, Pergamon Press, 1980.
- Richelle (M.), Lejeune (H.) — Timing competence and timing performance : a cross-species approach, in J. Gibbon et L. Allan (Eds.), *Timing and time perception*, New York, *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1984, 423, 254-268.
- Robertson (S. S.) — Intrinsic temporal patterning in the spontaneous movement of awake neonates, *Child Development*, 1982, 53, 1016-1021.
- Ruchkin (D. S.), McCalley (M. G.), Glaser (E. H.) — Event-related potentials and time estimation, *Psychophysiology*, 1977, 14, n° 5, 451-455.

- Siqueland (E. R.) — Reinforcement patterns and extinction in human newborns, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1968, 6, 431-442.
- Smythe (E. J.), Goldstone (S.) — The time sense : a normative, genetic study of the development of time perception, *Perceptual and Motor Skills*, 1957, 7, 49-59.
- Stein (N.), Landis (R.) — Differential reinforcement of low rates performance by impulsive and reflective children, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1975, 19, 37-50.
- Stein (N.), Landis (R.) — Effects of age and collateral behavior on temporally discriminated performance of children, *Perceptual and Motor Skills*, 1978, 47, 87-94.
- Surwill (W. W.) — The relation of decision time to brain wave frequency and to age, *EEG and Clinical Neurophysiology*, 1964, 16, 510-514.
- Surwill (W. W.) — Human reaction time and period of the EEG in relation to development, *Psychophysiology*, 1971, 8, 468-482.
- Surwill (W. W.) — Developmental changes in the speed of information processing, *The Journal of Psychology*, 1977, 98, 92-102.
- Tecce (J. J.) — Contingent negative variation (CNV) and psychological processes in man, *Psychological Bulletin*, 1972, 77, n° 2, 73-108.
- Thelen (E.) — Rhythmic stereotypes in normal human infants, *Animal Behaviour*, 1979, 27, 699-715.
- Timsit-Berthier (M.), Hausman (J.) — Etude de la VCN et du phénomène de préparation motrice chez des enfants de 5 à 15 ans, *Revue d'Electro-encéphalographie*, 1972, 2, n° 2, 141-146.
- Vanderwolf (C. H.) — Neocortical and hippocampal activation in relation to behavior : effects of atropine, eserine, phenothiazines, and amphetamine, *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 1975, 88, 300-323.
- Walter (W. G.) — The functions of electrical rhythms in the brain, *Journal of Mental Sciences*, 1950, 96, 1-31.
- Weisberg (P.) — Effects of reinforcement history on timing (DRL) performance in young children, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1970, 9, 348-362.
- Weisberg (P.), Tragakis (C. J.) — Analyses of DRL behavior in young children, *Psychological Reports*, 1967, 21, 709-715.
- Werboff (J.) — Time judgment as a function of electroencephalographic activity, *Experimental Neurology*, 1962, 6, 152-160.
- White (S. H.) — Evidence for a hierarchical arrangement of learning processes in L. P. Lipsitt et C. C. Spiker (Eds.), *Advances in Child Development and Behavior*, vol. 2, New York Academic Press, 1964, 187-220.
- Wiener (N.) — Time and the science of organization, *Scientia*, Milano, 1958, 93, 199-205.
- Wolff (P. H.) — The role of biological rhythms in early psychological development, *Bulletin of the Menninger Clinic*, 1967, 13, 192-218.
- Wolff (P. H.) — Sucking patterns of young animals, *Brain, Behavior and Evolution*, 1968, 1, 354-367.
- Zeiler (M. D.), Kelley (C. A.) — Fixed ratio and fixed-interval schedules of cartoon presentation, *Journal of Experimental Child Psychology*, 1969, 8, 306-313.

(Accepté le 15 novembre 1985.)