Document generated on 07/13/2025 8:16 p.m.

Revue des sciences de l'éducation

Intégration visuo-motrice et troubles d'apprentissage : perspectives présentes et prospectives

Pierre-H. Ruel

Volume 7, Number 1, Winter 1981

URI: https://id.erudit.org/iderudit/900319ar
DOI: https://doi.org/10.7202/900319ar

See table of contents

Publisher(s)

Revue des sciences de l'éducation

ISSN

0318-479X (print)
1705-0065 (digital)

Explore this journal

Cite this article

Ruel, P.-H. (1981). Intégration visuo-motrice et troubles d'apprentissage : perspectives présentes et prospectives. *Revue des sciences de l'éducation*, *7*(1), 97–113. https://doi.org/10.7202/900319ar

Article abstract

Current debates on the question of learning disabilities are seen as a source of change for intellectual and professional attitudes towards psycho-scolastic evaluation and education or reeducation. In light of the pehnomenons of visual-motor integration, the author proposes that the problem be reformulated by drawing on our knowledge of neurobiology.

Tous droits réservés © Revue des sciences de l'éducation, 1981

This document is protected by copyright law. Use of the services of Érudit (including reproduction) is subject to its terms and conditions, which can be viewed online.

https://apropos.erudit.org/en/users/policy-on-use/

érudit

This article is disseminated and preserved by Érudit.

Érudit is a non-profit inter-university consortium of the Université de Montréal, Université Laval, and the Université du Québec à Montréal. Its mission is to promote and disseminate research.

https://www.erudit.org/en/

Revue des sciences de l'éducation, vol. VII, no 1, hiver 1981

Intégration visuo-motrice et troubles d'apprentissage : perspectives présentes et prospectives[1]

Pierre-H. Ruel*

Résumé — Les débats actuels sur la problématique des troubles d'apprentissage sont perçus comme une source de modification des attitudes intellectuelles et professionnelles, face à l'évaluation psycho-scolaire et à l'acte éducatif ou ré-éducatif. À la lumière des phénomènes d'intégration visuo-motrice, l'auteur propose que la problématique soit reformulée en s'inspirant des connaissances que nous apporte la neurobiologie.

Abstract — Current debates on the question of learning disabilities are seen as a source of change for intellectual and professional attitudes towards psycho-scolastic evaluation and education or reeducation. In light of the pehnomenons of visual-motor integration, the author proposes that the problem be reformulated by drawing on our knowledge of neurobiology.

Resumen — La discusión actual sobre la problemática de los trastornos en el aprendizaje son percibidos como una fuente de modificación en las actitudes intelectuales y profesionales frente a la evaluación psicoescolar y al acto educativo o reeducativo. A la luz de los fenómenos de integración visuales y motrices, el autor propone que la problemática sea reformulada inspirándose en los conocimientos que nos proporciona la neurobiologia.

Zusammenfassung — Die gegenwärtigen Diskussionen über den Problemkreis der Lernschwierigkeiten werden als eine Quelle von Änderungen der intellektuellen und beruflichen Einstellung gegenüber der schulpsychologischen Evaluation sowie gegenüber dem Erziehungs-und und Umerziehungsakt selbst betrachtet. Im Licht der Phänomene der visuell-motorischen Integration schlägt der Autor eine Neuformulierung der Problematik vor, die sich der uns von der Neurobiologie gebotenen Erkenntnisse bedienen könnte.

Introduction

Le problème du rendement et de l'adaptation scolaires est loin d'avoir reçu une réponse satisfaisante, encore moins exhaustive. Les nombreux travaux effectués depuis plus d'une décade, plus particulièrement en ce qui concerne les fondements perceptivo-moteurs, en raison de l'incohérence ou de la contradiction de leurs conclusions, n'autorisent pas le dégagement de constats univoques propres à ouvrir les voies de compréhension et d'explications des difficultés d'apprentissage scolaire. Il en résulte, entre autres, que la théorie des pré-requis instrumentaux, qui se voulait une source d'explication des troubles d'apprentissage, n'a pu résister à l'investigation scientifique, du moins dans l'état actuel des connaissances. Ainsi, la notion (explicite ou implicite) de

1. Ce texte fut l'objet d'une conférence au Congrès 1980 de l'Association québécoise pour l'enfant en troubles d'apprentissage (AQETA — QACLD).

* Ruel, Pierre-H. : professeur, Université de Sherbrooke.

« facteur » d'apprentissage doit laisser le pas à des perspectives plus réduites, telles celles de relation associative (Jadoulle, 1962), concomitante (Chiland, 1966) ou incidentelle (Malmquist, 1973).

Ces divers concepts, toutefois, marquent davantage l'échec des tentatives d'explication qu'ils ne suggèrent une voie nouvelle de recherche. Une source nous semble n'avoir pas été suffisamment et profondément explorée, celle de la « maturité » développementale, au sens de la définition que Mialaret (1965) donne à ce concept : « *l'état d'équilibre atteint par l'ensemble des processus psychiques qui préparent et ouvrent la voie à un dépassement et à de nouvelles acquisitions* » (p. 141). Ce concept de maturité, qui sous-tend celui de « *conditions nécessaires d'apprentissage* » (Mialaret, 1965), nous apparaît pouvoir porter la problématique au niveau de la multi-dimensionnalité de la réalité psycho-biologique de l'être. De nouveaux horizons, ainsi, se dégageraient qui rejoignent l'assertion de Ayres (1975, p. 344) : « *Nous sommes au commencement, non à la fin, de la compréhension des processus sensori-moteurs et des difficultés d'apprentissage. (...) Le temps est venu de regarder à l'avant et de voir ce qu'il faut accomplir et non de regarder à l'arrière pour dire ce qui n'a pas été fait.* »

La neurobiologie au service des problèmes d'apprentissage

« *Ce n'est pas mon œil qui voit, ce n'est pas mon oreille qui entend, mais c'est mon être tout entier qui voit et qui entend.* » Cette assertion, reprise par de nombreux philosophes depuis Aristote, dont Thomas d'Aquin, qui était alors le fait d'une intuition dégagée de l'empirisme, comportait, cependant, une vérité qui n'a commencé à recevoir des explications neurobiologiques qu'au début du présent siècle. Il a fallu, en effet, attendre une large et profonde évolution de la physiologie et, plus particulièrement, l'avènement de la neurobiologie pour en saisir tout le sens phénoménologique. Depuis la théorie de l'arc réflexe de Sherrington (1895), la neurobiologie a fait d'énormes progrès, auxquels, d'ailleurs, Sherrington lui-même n'est pas étranger... loin de là. Ainsi, dès 1906, ce lauréat du prix Nobel de physiologie (1932) — à qui l'on doit les dénominations d'extérocepteurs et d'intérocepteurs — préconisait pour la première fois le « *concept d'organisation nerveuse du cerveau* », perçue dans des schèmes hiérarchiques. Nous savons que Delacato (1960) fut, chez les éducateurs, le promulgateur de ce concept qu'il utilisa comme fondement de ses méthodes correctives des fonctions sensori-motrices. Plus tard, dans son ouvrage *Man on his Nature* (1940, 1951), Sherrington établit la nécessité de l'expérience sensori-motrice pour le développement et l'opération des fonctions supérieures d'intégration ; ce sur quoi nous reviendrons.

Cette rapide incursion dans le passé de la neurobiologie nous montre combien lente et progressive fut — et est encore — son évolution dont, en tant que psychologues et pédagogues, nous sommes largement tributaires pour notre compréhension des difficultés d'apprentissage scolaire qui font appel aux processus perceptivo-moteurs. À titre d'illustration de cet avancé, prenons l'exemple suivant.

Pendant longtemps, nos milieux éducatifs, surtout scolaires, se sont référés à la théorie de la dominance latérale de Samuel Orton (1937) pour expliquer et corriger des

comportements comme la stréphosymbolie (Orton, 1937) ou d'autres difficultés d'apprentissage. On forçait l'enfant à devenir droitier manuel, croyant que la gaucherie présentait un sérieux handicap au développement du langage et aux apprentissages scolaires. Depuis, tout en affirmant la nécessité de la dominance d'un hémisphère cérébral sur l'autre, les connaissances neurobiologiques permettent de nuancer la problématique. Lenneberg (1967), entre autres, a montré que la faiblesse d'un hémisphère pouvait, en raison des voies homolatérales et des centres intégrateurs du cerveau, être compensée par l'action de l'autre hémisphère. Ainsi, particulièrement avant l'âge de 10 ans, l'hémisphère droit pourrait assumer les fonctions du langage qui sont habituellement dévolues à l'hémisphère gauche. L'interdépendance et l'interaction des hémisphères sont de nos jours reconnues. On sait, comme l'a établi Geschwind (1968), que le cerveau possède des aires d'associations hémisphériques (gyrus angulaire et corps calleux) qui permettent l'interaction entre les divers systèmes sensoriels et moteurs de l'organisme. C'est ce phénomène d'intégration intersensorielle et afféro-efférentielle qui, semble-t-il, donne à l'homme sa supériorité sur les animaux inférieurs (Ayres, 1975 ; Bryan et Bryan, 1978). De ces nouvelles connaissances, il ressort qu'il importe d'attacher une attention nettement préférentielle aux signes d'intégrité et de maturité neurologiques du cerveau plutôt qu'à la dominance d'un hémisphère particulier, sans nier toutefois les fonctions spécifiques à chaque hémisphère.

Ces données, relativement récentes de la neurobiologie, doivent maintenant servir de canevas fondamental pour la compréhension de certains problèmes d'apprentissage scolaire, tout comme elles doivent nous servir de champ de référence pour l'étude des phénomènes perceptivo-moteurs. C'est sur elles que s'appuiera notre texte pour traiter de l'intégration visuo-motrice.

Perception et motricité

Parler d'activité visuo-motrice, c'est d'abord parler d'activité perceptuelle et motrice. Au sens large, la perception procède d'un acte complexe et coordonné en réponse à un stimulus spécifique qui atteint l'organe sensoriel approprié. Ainsi, la lumière qui atteint l'œil déclenche un processus afféro-efférentiel. La perception initie une prise de conscience sensorielle d'objet(s) extérieur(s) et de sensations internes. Elle crée le percept. De sorte que la perception, comme l'affirme Ajuriaguerra (1965, voir Wapner et Werner), est directement fonction du monde extérieur mais, en réciproque, elle est aussi fonction du monde interne, c'est-à-dire de la qualité et de la maturité des systèmes perceptuels impliqués et de l'expérientiel de l'individu. Par ailleurs, tout comme il n'y a pas de perception sans environnement, il n'y a pas de perception sans mouvement car l'organisme *répond* à la sensation qu'il perçoit. Il est actif, il y réagit, en raison de la chaîne afféro-efférentielle. De fait, et ceci est de prime importance, toute information sur les objets et sur l'espace s'acquiert à travers l'activité motrice. Ainsi, on saisit les objets et on les explore avec les mains pour en découvrir les qualités, la signification, la constance. Pour reprendre un exemple de Beery (1979), on apprend la notion de longueur, par exemple celle d'un bâton, en le parcourant d'abord avec la main. De même, on acquiert

l'information sur l'espace à travers des réponses locomotrices qui se développent rapidement chez l'enfant. C'est en marchant qu'on devient « globetrotter » ; le goût se développe en mangeant. Au plan du développement, écrit Kephart (1960), « *les discriminations et les intégrations motrices sont antérieures aux discriminations et aux intégrations perceptuelles* ». La coordination des mouvements manuels et oculaires est consécutive au développement des habiletés visuelles pertinentes. Alors, le sujet peut apprécier une dimension, comme la longueur, par un seul examen visuel, en raison de l'apprentissage antérieur et de la référence aux schèmes moteurs, comme le précise Piaget (1948). C'est l'image intérieure du monde extérieur, à laquelle l'organisme peut faire appel. Sensation et mouvement sont si étroitement liés, écrit Ayres (1975) qu'ils ne constituent qu'un seul mot : sensorimoteur. Piaget (1948) parle de schème sensori-moteur, c'est-à-dire d'un « *système défini et clos de mouvements et de perceptions* ». Chaque schème est hétérogène, c'est-à-dire naît de sources différentes, et est indépendant de l'autre. Chacun se développe dans un processus « *d'intra-intégration* » par la coordination des différents stimuli propres au schème. Ce concept de schème est conforme aux vues récentes de la neurobiologie, selon Ayres (1975). Plusieurs schèmes moteurs peuvent être emmagasinés dans le système nerveux central et être déclenchés par la stimulation (input) sensorielle (Delong, 1972 ; Bizzi et Évarts, 1972 : cf. Ayres, p. 306).

Ainsi en est-il des fonctions visuo-motrices dont, selon Gesell (1945) et Piaget (1948), l'intégration des deux composantes (sensation et motricité) semble être la première à s'élaborer dans le développement de l'enfant. Par exemple, l'enfant qui suit des yeux le mouvement de sa main qui est le stimulus visuel. Hebb (1949) dira que les systèmes des cellules motrices et visuelles constituent des systèmes de cellules visuo-motrices qui sont stimulées par des sources visuelles et motrices (processus de ré-afférence).

Cette intra-intégration ou, pour reprendre l'expression de Piaget (1948), cette coordination sensorielle et motrice, qui prend naissance dans les réactions circulaires primaires (deuxième stade : premières adaptations), s'intensifie avec l'arrivée des réactions circulaires secondaires vers le quatrième mois de la naissance, stade où se manifeste une activité « quasi intentionnelle » (début de l'intelligence empirique). Wallon (1949) dira qu'à ce stade, l'enfant est tourné vers le monde extérieur et que ses exercices consistent en investigations sensori-motrices. « *Avec cette coordination mutuelle des champs sensoriels et moteurs,* écrit-il (p. 126), *s'accomplit l'aménagement fonctionnel de l'activité en vue des tâches objectives.* »

Le mouvement devient ainsi un moyen important pour le développement des fonctions intégratives, car il exige le « feedback » sensoriel à partir des nerfs afférents (Ayres, 1972 ; Kephart, 1975). Sans ce feedback sensoriel, la perception et le mouvement volontaire deviennent impossibles, selon Twitchell (1965 : cité par Frostig, 1975). Alors que ce feedback kinesthésique est absolument requis, les feedbacks visuel et auditif le sont moins pour contrôler le mouvement (Kephart, 1975). En définitive, il ne peut y avoir de réponse motrice sans la génération d'une information kinesthésique, tout comme cette dernière ne peut émerger sans le mouvement. C'est cette relation entre la réponse motrice

et la kinesthésie qui permet d'établir des liens fonctionnels entre la perception (input) et la réponse (output).C'est ainsi que l'organisme établit la relation afféro-efférentielle qui qualifie les données perceptuelles de leur signification et qui influence le comportement. C'est alors signaler l'importance de l'expérience motrice pour le développement sensori-moteur du tout jeune enfant.

Mais si là s'arrêtait son évolution, l'humain ne dépasserait pas le niveau fonctionnel des animaux inférieurs à lui. L'activité perceptuelle doit aller au delà de la simple interprétation corticale des stimuli, particulièrement visuels et auditifs. Son développement ultérieur est fonction de la stimulation polysensorielle afférente, comme le précise Ajuriaguerra (1965), c'est-à-dire de l'association de sensations provenant de plusieurs sources sensorielles différentes. Cette intégration intermodale, ou synesthésie, est rendue possible par l'existence chez l'homme des aires d'associations du cerveau que Geschwind (1968) a décrites. En effet, le cerveau de l'homme est ainsi constitué qu'il est capable de recevoir, d'organiser, d'interpréter et d'utiliser simultanément des sensations provenant des diverses sources proprioceptives et extéroceptives (par exemple, somesthésie, toucher, audition, vision), ce que les philosophes d'autrefois ont dénommé le « sens commun ». Notons, cependant, comme l'ont observé Lashey (1951), Birch et Lefford (1967) que l'intégration la plus difficile est celle des stimuli visuels et auditifs, par le fait d'un phénomène asynchronique : la vision organise ses stimuli spatialement et simultanément, tandis que la réception auditive les organise dans des séquences temporelles. En conséquence, l'intégration visuo-temporelle s'élabore difficilement chez les jeunes enfants et apparemment chez ceux qui présentent des difficultés d'apprentissage. On sait que l'apprentissage de la lecture, plus particulièrement, exige une équivalence des fonctions temporelles et spatiales. Sabatino (cité par Frostig, 1975) a observé que l'habileté à résoudre des problèmes d'appariement transmodal (« cross-modal matching ») était un excellent indicateur de l'habileté en lecture.

Pour les mêmes raisons qu'il en est de l'intégration intramodale, le développement de l'intégration intersensorielle est, dans une large mesure, fonction de l'activité motrice. Parlant de la relation génétique entre l'organe, siège des aptitudes, et les aptitudes elles-mêmes, Henri Wallon écrit, dans son ouvrage *De l'acte à la pensée* (1942), que leur croissance mutuelle et réciproque « *s'effectue, entre autres, par l'activité de l'individu qui est inconcevable sans le milieu social* », sans l'environnement. En réciproque, comme le souligne Ayres (1975), le mouvement intentionnel est largement fonction des sensations polysensorielles « *intégrées dans un tout significatif qui informe l'organisme humain sur la position de son corps et sur l'environnement dans et avec lequel le corps est en interaction* ». C'est d'ailleurs cette perception polysensorielle qui, tout en donnant une connaissance plus exhaustive de l'objet, favorise la correction des distorsions perceptuelles que chaque sens peut provoquer selon l'expérience sensorielle actuelle et antérieure. C'est ainsi qu'une perception composite d'un complexe polysensoriel peut être déformée en raison d'un déficit sensoriel spécifique, sans que pour autant la perception globale intégrée ne soit elle-même déformée. Par ailleurs, comme l'a souligné Ajuriaguerra (1965), chaque sens pris individuellement peut avoir une bonne perception

mais, en raison du manque d'intégration de l'un ou de plusieurs d'entre eux, la perception d'ensemble peut être déformée. Beery, dont nous avons traduit la monographie sur l'intégration visuo-motrice (1979), traite de ce problème que je qualifierais de distorsion diagnostique, dont on soupçonne facilement les inconvénients pratiques. Ainsi, par exemple, peut s'expliquer l'existence de certaines difficultés d'apprentissage, telles en lecture, ou l'absence de ces difficultés, alors que le sujet ne présente pas ou présente des troubles perceptivo-moteurs.

Sans doute est-ce dans cette perspective de correction fonctionnelle des distorsions perceptuelles, dont nous venons de parler, qu'il faut comprendre cette conclusion de Merleau-Ponty (1945) lorsqu'il traite de la constance perspective ou des invariants objectifs des objets. « *Les vues perspectives sur l'objet,* écrit-il dans *Phénoménologie de la perception* (p. 348), *étant d'emblée replacées dans le système objectif du monde, le sujet pense sa perception et la vérité de sa perception plutôt qu'il ne perçoit.* »

Ce niveau d'intégration, décrit par la neurobiologie, se situe dans l'approche cognitiviste de Piaget au moment de l'émergence de l'intelligence sensori-motrice, soit vers le huitième ou neuvième mois de la naissance, au stade de la coordination des schèmes. À ce moment, les réactions circulaires secondaires s'orientent vers l'intentionalité de l'acte. C'est le stade de l'adaptation intentionnelle, qui anticipe l'apparition, vers deux ans, des réactions circulaires tertiaires, où le sujet, selon Wallon, saura « *mêler l'acte à la réalité extérieure* » et où le geste (activité motrice) prendra « *l'impact d'un simulacre* », c'est-à-dire « *le faire semblant* » dont parle Jean Château (1960). Cependant, au huitième mois, l'enfant n'en est pas encore à ce niveau de la pensée pré-opératoire. Toutefois, par le recours à la combinaison entre eux « *des schèmes sensori-moteurs hétérogènes et indépendants* », pour reprendre le langage Piagétien, il sera capable d'activité inter-intégrative. Comme l'écrit si finement Piaget (1948, p. 82), « *l'enfant cherche un sens à écouter la figure et à regarder la voix* ». C'est la coordination des schèmes visuels aux autres schèmes hétérogènes et indépendants. L'enfant est capable d'objectiver le monde extérieur, c'est-à-dire « *d'identifier l'objet* ».

La fonction visuo-motrice

Développement visuo-moteur

Ce que nous venons de dire sur la perception en général s'applique, évidemment, au spécifique de la perception visuelle. Il n'y a donc pas lieu de refaire la même démarche. Nous préférons porter notre attention sur la dynamique fonctionnelle de la perception visuelle dans sa relation avec l'environnement. Mais, préalablement, il convient de dire quelque mot sur le développement de la fonction visuo-motrice.

La perception visuelle de l'environnement est le fait d'un processus complexe qui implique l'association fonctionnelle des systèmes vestibulaire (pour la kinesthésie), locomoteur (pour le déplacement) et oculo-moteur (pour la vision proprement dite). Cet ensemble tripartite, incluant la perception visuelle, constitue un système unifié, régi par le cerveau moyen et le néocortex (Trevarthen, 1968 ; Held, 1968), et dont chaque

composante apporte une signification à chaque autre sur l'objet perçu (Ayres, 1975). On rejette, aujourd'hui, cette thèse de la Gestalthéorie (Hebb, 1949 ; Beery, 1979) que la perception visuelle de certaines formes, comme le carré par exemple, soit un « premier donné ». Tout au plus, selon Hebb (1949), le seul donné dans la perception visuelle serait « l'unité primitive », c'est-à-dire la saisie de « *relations très grossières entre la figure et le fond* ». Il en résulte que le développement initial de la perception visuelle requiert à la fois la contribution du mouvement des yeux et l'apprentissage. Brunswik (1956) fut, selon Bower (1965), le premier Gestaltiste à préciser l'importance de l'apprentissage comme déterminant de l'unité perceptuelle. Les travaux de Bower (1965, 1966, 1967) confirment la théorie de Brunswik, c'est-à-dire que la perception des objets comme des unités, des touts cohérents est fonction de l'expérience, de l'âge. Werner (1957 : cité par Beery, 1975) a établi que l'organisme sans expérience visuelle ne peut que percevoir des formes « globulaires » ou « syncrétiques », c'est-à-dire « *des masses indifférenciées et amorphes* ». Pour Von Senden (1932), l'adulte nouvellement voyant n'arrive qu'avec l'expérience et l'apprentissage à percevoir la forme, à lui donner une signification et, alors, à la reconnaître. Au début, l'acte perceptuel n'est disponible qu'aux gradients de l'illumination (variation des rayons lumineux). Il faut déduire de ces observations, avec Gibson et Gibson (1955), Kephart (1960) et Werner (1957), que le développement de la perception visuelle est le fait de la maturation neurologique et de l'apprentissage. D'une indifférenciation initiale globale (syncrétisme), l'organisme évolue progressivement par voie de maturation et d'apprentissage vers une différenciation et une intégration de ses fonctions en vue de leur interaction qui explique les schèmes comportementaux. Cette loi générale s'applique également au développement de la perception visuelle et à l'intégration des fonctions visuo-motrices pour la saisie de l'espace et de la forme, qui est vue comme le produit final de l'intégration visuo-motrice.

Organisme et environnement

Comme l'écrit Ayres (1975), c'est au niveau du cerveau (plus spécifiquement du tronc cérébral) que s'élaborent les intégrations visuo-sensorielles. De plus, les processus moteurs et visuels sont médiatisés à travers ces mêmes structures cérébrales qui sont particulièrement importantes dans le développement de la perception visuelle. Lorsqu'à ce niveau s'associe à la stimulation visuelle l'information sur le mouvement dans l'environnement ou champ visuel (information provenant du système vestibulaire et des autres propriocepteurs), un modèle de l'environnement se développe auquel se relie le corps. Ce schéma environnemental, initialement de caractère proprioceptif et analogue au schéma corporel selon Ajuriaguerra (1965), devient alors essentiellement visuel. Ces deux schèmas, environnemental et corporel, sont interdépendants. Le corps est le centre du schéma environnemental et ce dernier n'existe que dans sa relation au corps relié à l'environnement (Ayres, 1975). C'est-à-dire que l'organisme est situé dans ce schéma environnemental et il agit dans l'environnement en conciliation avec ce schèma qu'il a élaboré.

Cette perception de l'environnement, ou des objets dans le champ visuel, est donc largement fonction de l'organisme qui perçoit. Ainsi, en raison de la relation spatiale

(relation perspective) entre le corps et les objets de l'environnement, le schéma environnemental varie chaque fois que le corps tout entier — ou simplement la tête — change de position ou de direction. C'est ainsi que le carré apparaît losange lorsqu'il est perçu sous un angle oblique plutôt que de face. Utilisant cet exemple, Merleau-Ponty (1945) commente : « *Une certaine orientation de mon regard par rapport à l'objet signifie une certaine apparence de l'objet et une certaine apparence des objets voisins* » (p. 347). C'est ce qui fera dire à Lord Brain (1963 : Ayres, 1975) que « *toute action dans le monde extérieur exige et implique une information sur l'orientation du corps en relation au monde, et des parties du corps les unes par rapport aux autres* ». Mais, de préciser Merleau-Ponty (1945), en raison même de cette relation perspective (spatiale) de l'organisme au milieu ambiant, ces apparences ne sont que des apparences, un simple accident de nos relations avec l'objet qui, in se, conserve ses « constantes perspectives », ses invariants, ses « propriétés stables ». Par la conscience de sa position spatiale, par les stimulations kinesthésiques et autres, aussi par l'expérience antérieure ou par l'image interne qu'il a de l'objet, l'individu peut rectifier sa perception et reconnaître dans la chose ses invariants ; il peut « *construire une objectivité* ». Toujours selon Merleau-Ponty (1945), l'apparence n'est trompeuse que si elle demeure indéterminée. Si, pour l'observateur, l'objet est déterminé, il conserve ses propriétés vraies, objectives (grandeur, forme...). On saisit mieux ainsi comment la perception visuelle du schéma environnemental est le fait de l'association des processus vestibulaire, locomoteur et oculomoteur. Comme l'écrit Wallon (1952), « *le mouvement porte en lui le milieu* » et il y a « *une étroite intégration du milieu à l'acte* » (p. 167).

Théorie sensori-motrice de la perception visuelle

Depuis Helmholtz (1866) et Hering (1874), les théories concernant la vision et la perception visuelle ont largement évolué. Nous en retenons deux qui, selon John Gyr (1975), sont complémentaires et que nous présentons succinctement.

Les premières théories de la perception visuelle présentent une conception d'un système visuel à sens unique, c'est-à-dire se limitant au parcours afférentiel (rétino-cortical) et négligeant ainsi le parcours efférentiel (cortico-rétinal), ainsi que la liaison sensori-motrice (afféro-efférentielle) et les paramètres (sources) de l'environnement extérieur. Kephart (1963, 1968, 1975) a élargi le débat en recourant aux phénomènes kinesthésiques. Merleau-Ponty (1945, 1947, 1964) fait intervenir la relation perspective de l'observateur et de l'objet dans un milieu ambiant. Held (1964 : cité par Gyr, 1975) décrit « *le rôle du mouvement dans l'origine et le maintien de la perception visuelle* ».

Avec sa « *théorie de la perception visuelle directe* », Gibson (1966) est perçu comme l'un des premiers à élaborer une théorie où les mécanismes moteurs figurent dans la saisie des stimuli, c'est-à-dire une théorie qui inclut le rôle joué dans la perception visuelle par les données non-optiques reliées à l'activité motrice de l'organisme, telles la kinesthésie et les autres stimulations proprioceptives. Selon Gyr (1975), postuler une inter-relation entre les processus sensoriels et moteurs implique la référence aux aires corticales visuelles et motrices et, en plus, la liaison et le feedback sensori-moteurs, dont

on a parlé antérieurement. De fait, Gibson (1966) affirme que ce sont les actions propres de l'organisme qui aident à construire et définir l'objet stimulus, c'est-à-dire que l'information reçue d'un « *réseau optique ambiant* » ne peut être obtenue que par des mouvements actifs de l'organisme : mouvements des yeux, de la tête, des membres, du corps.

Mais une fois ce principe affirmé, Gibson (1966), par la suite, centre son attention essentiellement sur la structure du réseau optique ambiant (champ visuel) pour expliquer la perception. Pour lui, le réseau optique ambiant contient l'information d'un stimulus permanent et la perception n'a pas besoin d'avoir recours à un modèle interne qui serait construit par l'organisme, ni de processus internes pour corriger et interpréter l'information. Selon Gibson, la perception s'effectue en ligne directe à partir de la structure inhérente au réseau optique qui organise la perception visuelle en conjonction avec le cerveau, ce dernier n'ayant qu'à réagir à cette structure toute faite. Il n'est alors point requis de « *présupposer un cerveau qui copie, emmagasine, compare, apparie et décide* » (Gibson, cité par Gyr, 1975). Toutefois, toujours selon Gyr (1975), l'information reçue exclusivement du réseau optique ambiant ne suffit pas à expliquer à la fois la perception des événements de l'environnement extérieur et la perception des mouvements de l'organisme. Il y a certainement quelque chose de plus qu'une perception visuelle directe, dans laquelle le cerveau n'aurait qu'un rôle passif, c'est-à-dire n'a pas à interpréter la perception. Aussi, au terme de sa critique de la théorie de Gibson, Gyr (1975) se retourne vers d'autres recherches qui suggèrent de modifier la théorie de la perception visuelle directe d'une façon telle qu'elle devienne une théorie sensori-motrice de la perception.

À cet effet, les travaux de Von Holst (1954), de Sperry (1950), de Festiner et Canon (1965) apportent des propositions intéressantes, que plusieurs autres recherches ont confirmées. Selon ces travaux, la perception visuelle est un processus afféro-efférentiel, c'est-à-dire qu'elle est le fait de la stimulation et de la réaction de l'organisme. La perception inclut l'efférence dans l'élaboration des percepts. Il y a donc une relation entre la sensorialité et la motricité. Ainsi, non seulement l'organisme reçoit l'influx sensoriel, mais il y réagit entre autre par voie de ré-afférence et il utilise l'information de ses propres mécanismes moteurs pour interpréter la stimulation (input) visuelle. Nous rejoignons donc ainsi ce que nous avons dit plus haut sur le phénomène général de l'activité perceptivo-motrice. En conséquence, l'organisme peut « *copier, emmagasiner, comparer, apparier et décider* ». Il est capable de mouvement volontaire sans qu'il lui soit requis de recourir à une stimulation externe, comme l'indiquent d'ailleurs les expériences sur la déafférentation (Konorski, 1967 ; Taub et Berman, 1968).

En définitive, dans l'état actuel des connaissances, une théorie de la perception visuelle doit être de nature sensori-motrice. Elle doit impliquer à la fois l'information provenant du réseau optique ambiant (Gibson, 1966) et, centralement, l'information provenant de l'activité propre de l'organisme (Holst, 1954). La perception est un phénomène actif et endogène qui requiert l'intermédiaire d'un organisme qui décide et non seulement d'un organisme qui réagit. En conséquence, comme en conclut Gyr (1975,

p. 383), l'input périphérique et les inputs centraux, ces derniers dus à l'activité volontaire de l'organisme, sont tous deux impliqués dans l'activité visuo-motrice et peuvent même, dans une certaine mesure, s'inter-influencer, s'organiser entre eux. L'activité perceptivo-visuelle est donc le fait d'une interaction entre le système optique et le système nerveux central. Ce rôle d'un organisme qui compare et décide dans l'activité perceptuelle facilite, comme l'affirme Gyr (1975), l'explication du rôle de l'attention et de la sélection dans l'expérience visuo-motrice, dont Michael Lewis (1975) a fait une intéressante étude neurologique.

Troubles d'apprentissage et fonctions perceptuelles

Dans cette dernière partie, nous abordons la question de la relation des troubles d'apprentissage et des fonctions perceptuelles. Il est loin d'être question, ici, de présenter, même sommairement, les nombreuses études que la plupart d'entre nous connaissent. Tout au plus, ferons-nous référence à quelques-unes d'entre elles pour poser une problématique qui nous permettra de tirer quelques conclusions... ou mieux, de poser certaines interrogations. Par ailleurs, notre attention se portera davantage sur le phénomène d'intégration sensori-motrice, plutôt que sur le cognitif ou l'affectivo-social.

C'est à Kephart (1960, 1963, 1975) que l'on doit les premières préoccupations et les premiers travaux sur la relation entre l'activité motrice et les systèmes perceptuels, plus particulièrement en ce qui concerne la vision et l'audition. D'autres chercheurs, dont Birch et Belmont (1963, 1964, 1965), Senf et son équipe (1969, 1971, 1973), ont apporté d'importantes contributions à ce chapitre, dont les conclusions, loin d'être définitives, laissent l'intellect en expectative. Wepman (1974) et Cruickshank (1975) reconnaissent bien le fort impact des troubles perceptuels et surtout perceptivo-moteurs, en particulier la discrimination visuelle et auditive, sur les difficultés d'apprentissage (Cruickshank et Hallahan, 1975, p. 73). Cependant, l'un et l'autre demeurent aux prises avec l'incohérence ou la fragilité des conclusions de nombreux travaux sur ce vaste problème. Mais, limitons-nous, ici, au phénomène perceptivo-visuel et visuo-moteur.

Plusieurs travaux ont étudié la relation entre les défauts de la vision et le rendement en lecture. Ainsi, Lerner (1971) a mis en évidence que de *sérieux défauts* de réfraction (myopie, hyperopie ou astigmatisme) ne présentaient pas de relation significative avec l'apprentissage de la lecture. On les rencontre autant chez les bons lecteurs que chez les mauvais lecteurs, avec cette nuance, cependant, que les bons lecteurs marquent une plus haute incidence à la myopie (difficulté de voir à distance), tandis que les mauvais lecteurs manifestent davantage d'hyperopie (difficulté de voir auprès). De même en est-il des troubles *sérieux* de binocularité (strabisme, fusion inadéquate et anisoconie) qui n'apparaissent pas reliés aux problèmes d'apprentissage (Krieg et Windsor, 1974). Selon les auteurs, ces problèmes peuvent recevoir une solution par la capacité d'adaptation (compensation ou rectification) de l'organisme. Ainsi, une déficience en lecture causée exclusivement par un trouble binoculaire est allégée par un ajustement interne de la vision monoculaire. Par contre, une déficience binoculaire légère peut être associée à des défauts de lecture. L'organisme n'aurait pas conscience de ce léger

trouble, alors il ne peut en rectifier sa perception. Lawson (1968), qui a fait une importante revue des écrits sur les troubles de vision, tels dominance latérale, mouvements des yeux, binocularité, réfringence oculaire, conclut qu'aucun d'entre eux ne supporte l'interprétation des comportements symptomatiques des échecs en lecture. En définitive, même compte tenu du fait, comme l'écrit Hallahan (1975), que certaines études arrivent à des conclusions différentes, on ne peut établir de relation cohérente entre des déficits visuels et des difficultés en lecture et ce, davantage chez les enfants plus âgés que 8-9 ans comme le montrent, entre autres, les travaux de Lyle et Goyen (1968, 1971, 1973, 1974). Par contre, à partir de cet âge, il semblerait y avoir plus de problèmes auditifs que visuels (Lingren, 1969 ; Flynn et Byrne, 1970).

Mais, à toute fin pratique, on ne peut expliquer l'apprentissage ou l'échec en lecture par la contribution, c'est-à-dire l'efficience ou la non-efficience d'une seule modalité sensorielle. Il faut donc chercher ailleurs des sources d'explication.

S'agit-il de l'intégration sensori-motrice, telle l'intégration visuo-motrice, de l'avis même de Gyr (1975, p. 361), le petit nombre de recherches actuelles sur ce problème spécifique sont encore peu concluantes et présentent des interprétations souvent déficientes. Dans l'état actuel des connaissances, le plus que nous puissions avancer est l'éventualité d'une incohérence fonctionnelle des deux fonctions, comme l'indiquent les travaux sur la déafférentation et les phénomènes d'agnosie ou d'apraxie. Par ailleurs, comme le rappelle aussi Beery (1979), il peut arriver que « *les niveaux du fonctionnement visuel (partie isolée) et du fonctionnement moteur (partie isolée) ne soient pas toujours indicatifs du fonctionnement visuo-moteur (intégration des parties) chez un individu* ». Ainsi, par exemple, un certain déficit sensoriel ou moteur peut ne pas entraver l'action intégrée visuo-motrice. Par contre, cette dernière peut manifester une faiblesse sans que ne soit identifié un déficit de sensorialité et de motricité. On rejoint, ici, une des explications plausibles de l'incohérence ou de l'ambiguïté des conclusions des recherches dans ce domaine. Rappelons, comme nous l'avons dit, que cette incohérence fonctionnelle se retrouve dans le phénomène d'intégration intersensorielle.

Compte tenu de cet état des travaux sur l'intégration sensori-motrice, nous pourrions nous tourner vers les recherches sur l'intégration intermodale ou intersensorielle (synesthésie). Mais, ce n'est guère là le propos spécifique de cette communication. Toutefois, dans une certaine perspective d'exhaustivité, rappelons-en succinctement les principales conclusions. Selon les travaux de Birch et Lefford (1963) et Schevill (1973), le processus d'intégration intermodale est fonction de l'âge. Il évoluerait entre 5 et 12 ans, du moins en ce qui concerne la vision, le toucher et la kinesthésie. Birch et Belmont (1963, 1964) ont dégagé que les retardés en lecture manifestent une infériorité significative, par rapport aux lecteurs normaux, dans des tâches audio-visuelles. Les auteurs en concluent que l'incapacité à faire des jugements d'équivalence auditivo-visuelle est une source principale de retard en lecture. Toutefois, dans des mêmes tâches, Freides (1974) ne trouve pas de différence entre les deux groupes en ce qui concerne la rapidité à donner leurs réponses et Senf (1969), Senf et Freundl (1971), en ce qui a trait au rappel de l'information. Par contre, Rudnick, Sterritt et Flax (1967) n'ont pu confirmer les données

de Birch et Belmont (1963, 1964). Nous-même, dans une étude encore inédite, n'avons pu établir une relation ferme et constante entre, d'une part, des troubles de latéralité (fonctionnelle et de connaissance) en conjonction avec la discrimination perceptivo-visuelle et d'autre part, des difficultés d'identification des formes graphiques en lecture (Ruel et Dubois-Poirier, 1980). Nous n'avons pas trouvé, non plus, de relation entre la variable composite « schéma corporel et latéralité fonctionnelle » et l'apprentissage en lecture (Ruel, 1979) ; de même n'en avons-nous pas établi entre, d'une part, la conjonction de troubles temporo-rythmiques et d'organisation spatiale et, d'autre part, des difficultés en lecture (Ruel et Fabi-Girard, 1978). En définitive, nous devons nous rallier à Blank, Higgins et Bridger (1971) et conclure que, dans l'état actuel des connaissances, les études sur l'intégration transmodale sont loin d'être concluantes. On est toujours devant leur caractère incohérent et hétérométrique.

Discussion

Au terme de cet exposé et avant d'en tirer la conclusion, certaines remarques s'imposent auxquelles je veux apporter quelques précisions. Ainsi, la question préalable de savoir dans quelle mesure et par quelle voie le développement des fonctions sensori-motrices, dont les visuo-motrices, facilitent les premiers apprentissages scolaires, n'a pas encore reçu de réponse. Au moins deux raisons peuvent expliquer cet échec. D'une part, tant les analystes que les interventionnistes ont eu une action trop exclusivement uni-directionnelle en privilégiant les voies sensorielles (vision, etc) dans les processus d'apprentissage, au détriment de l'apport important des processus moteurs. D'autre part et surtout, il faut reconnaître l'échec des travaux actuels à saisir la relation fonctionnelle entre les activités cognitives et la dynamique des processus afféro-efférentiels. À ce sujet, Sperry (1952) a depuis longtemps recommandé une approche intégrative qui consisterait en l'étude des processus mentaux sous la lumière des inférences des schèmes moteurs en regard à la nature des fonctions sensorielles et associatives (cf. Ayres, 1975). C'est dire que si la problématique ne doit pas négliger les intégrations intrasensorielles et les intermodales, elle doit être surtout reformulée en termes d'intégrations afféro-efférentielles, c'est-à-dire sensori-motrices, telle l'intégration visuo-motrice... et ce, plus en termes neurologiques que fonctionnels.

En deuxième lieu et en conséquence, il importe, comme le mentionne Ayres (1975), de considérer l'activité motrice comme un reflet d'une fonction nerveuse plus extensive. Si les phénomènes moteurs sont indicateurs de la capacité motrice d'un individu, ils le sont davantage de l'état de croissance et d'intégrité neurologiques de son développement. En d'autres termes, comme le précise Prechtl (1971), la qualité de l'activité motrice reflète les changements fondamentaux de l'évolution, changements qui sont fonction du processus de maturation du système nerveux. Il y a donc intérêt et avantage à observer plus systématiquement les fonctions motrices que les sensorielles. C'est dans cette perspective que Ayres (1975), Beery (1979), Cruickshank (1972) et d'autres recommandent l'usage des tests moteurs, particulièrement les tests qui font appel à l'intégration visuo-motrice, comme celui de Beery, par exemple.

Une troisième remarque, d'un autre ordre cette fois, utilise la distinction que Fait Chomsky (1957) entre « compétence » et « performance » linguistiques et que nous pourrions analogiquement appliquer, à la suite de Hallahan (1975) d'ailleurs, à la situation des difficultés d'apprentissage. La compétence renvoie à la capacité de l'individu, par exemple sa capacité (« ability ») visuo-motrice ; tandis que la performance serait l'expression de cette compétence, c'est-à-dire l'habileté (« skill ») d'un individu à exécuter une tâche précise, par exemple d'ordre visuo-moteur. Ainsi, à compétence égale, deux personnes peuvent fournir une performance différente, en raison de l'apport ou de l'interférence d'autres variables, par exemple un fort pouvoir ou une difficulté de concentration à la tâche. On perçoit d'ores et déjà l'impact de cette distinction sur l'analyse et l'interprétation des difficultés d'apprentissage, d'autant que cette étude s'appuie prédominamment sur le *produit,* c'est-à-dire sur le « ce-qui-est-fait » (la performance) plutôt que sur le *processus,* c'est-à-dire le « comment-on-fait » (la compétence). Ainsi, un rendement moindre dans une tâche visuo-motrice ne signifie pas nécessairement un déficit (inability) de la fonction impliquée, en l'occurence les processus visuo-moteurs. On est, ici, devant une illustration de la pierre d'achoppement rencontrée par certaines études dans leur tentative d'expliquer les origines des échecs scolaires.

Conclusion

Nous concluons rapidement par les quelques propositions qui suivent. Malgré les conclusions incohérentes et souvent déroutantes des travaux sur la relation entre les fonctions psychomotrices et les phénomènes d'apprentissage scolaire, il serait injustifié d'adopter une attitude irresponsable de résignation et d'abdication devant ces échecs apparents de la recherche scientifique en ce domaine. La science est certes un des domaines de l'activité humaine où les conquêtes sont difficiles, où les progrès sont souvent imperceptibles. Elle se laisse conquérir difficilement. Si, devant les difficultés, les physiciens du siècle dernier avaient abdiqué, Einstein n'aurait peut-être pas établi sa loi de la relativité, qui a modifié toute la compréhension et l'interprétation du monde physique. Et je pourrais ainsi, tous le savent, multiplier les exemples en me référant aux autres sciences. La psychologie est une science relativement jeune. Davantage en est-il de la neurobiologie et de la neuropsychologie. Même si, depuis plusieurs années, des progrès remarquables ont été obtenus, beaucoup reste à découvrir sur la nature complexe et encore peu connue de l'homme multi-dimensionnel. La recherche scientifique conserve donc toute sa raison d'être et on doit lui assurer une place et un rôle prépondérants.

Chez l'homme, combien plus chez l'enfant, les fonctions perceptivo-motrices, davantage les visuo-motrices et les auditivo-motrices, exercent un rôle primordial et prépondérant sur son évolution et son agir tant interne qu'externe, de même que sur son adaptation. C'est un fait indéniable que reconnaît la psychobiologie moderne et que les philosophes de l'antiquité ont stigmatisé par l'affirmation suivante : « *Rien n'atteint l'intelligence s'il ne passe d'abord par les sens* ». Les processus de la pensée, le langage et les fonctions motrices dépendent tous des processus perceptuels et leur agir est troublé si ces derniers sont déficitaires. Pourquoi en serait-il autrement dans l'expérience de l'enfant qui s'engage dans le processus de scolarisation ?

Les recherches actuelles n'ont guère su apporter de réponses au problème du rendement scolaire, plus spécifiquement à celui de l'échec scolaire. N'y a-t-il pas lieu de se demander si la problématique fut bien posée, si elle fut bien articulée et bien différenciée ? Si ce problème de l'échec scolaire n'a pas reçu de réponses cohérentes et signifiantes, n'y a-t-il pas lieu de faire en sorte qu'il reçoive une nouvelle réponse. Pour ce faire, certaines conditions sont requises dont, à mon avis, en voici quelques-unes.

1 — Il faut poursuivre, en les réorientant, les études à caractère neurologique afin qu'elles répondent à la question : à quel degré l'enfant en difficulté scolaire éprouve ou des lésions cérébrales sérieuses ou n'accuse qu'un retard (immaturité) neurologique, plutôt que de se demander si les enfants ayant des lésions cérébrales éprouvent des difficultés scolaires. Cette approche aurait le mérite de différencier l'enfant qui ne manifeste qu'un retard d'évolution de celui qui est atteint d'un trouble neurologique. Elle permettrait aussi d'identifier l'enfant normal qui ne correspond à aucune de ces deux caractéristiques et qui n'en éprouve pas moins des difficultés d'apprentissage.

2 — En deuxième lieu, il importe d'intensifier les études sur le traitement (« processing ») de l'information intersensorielle dans son processus d'intégration ; toutefois, en ayant soin de bien évaluer préalablement, d'une part, chaque modalité sensorielle impliquée et, d'autre part, le type spécifique de difficulté scolaire. L'avantage de cette approche est de permettre d'identifier les enfants qui présentent ou non des troubles d'intégration intermodale et de différencier spécifiquement la nature et l'intensité des troubles d'apprentissage.

3 — Une troisième condition concerne un aspect méthodologique et se rapporte à l'intégration perceptivo-motrice ou afféro-efférentielle. Il importe que les situations et les instruments d'observation assurent la manifestation de l'interaction de la dualité sensation-motricité et ne privilégient pas l'une au détriment de l'autre.

4 — Enfin, pour me limiter, selon les constats de plusieurs études, il apparaît plus rentable et fructueux d'effectuer les observations avec des sujets plus jeunes, c'est-à-dire âgés de 8-9 ans et moins. À cet âge, les phénomènes de compensation déficitaire n'ont pas, semble-t-il, encore pris place. Ainsi, le diagnostic des déficits fonctionnels est plus fiable et les difficultés d'apprentissage, plus faciles à circonscrire.

Certes, il faut comprendre que ce champ perceptivo-moteur des recherches est loin d'épuiser les explications propres à éclairer le phénomène des échecs scolaires. Bien d'autres dimensions, non de moindre importance, à caractère affectif, social et cognitif, sont ou peuvent être en cause soit en coordination, soit en exclusive. Elles devront être aussi l'objet de l'investigation scientifique pour apporter une lumière plus vive et radiante sur l'épineux problème des difficultés d'apprentissage et d'adaptation scolaires.

RÉFÉRENCES

Ajuriaguerra, J. de, Discussion, in : S. Wapner, H. Werner, éd., *The Body Percept,* New York : Random House, 1965, p. 82-106.

Ayres, A.J., *Sensory Integration and Learning Disorders,* Los Angeles : Western Psychological Services, 1972.

Ayres, A.J., Sensorimotor foundations of academic ability, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 2, p. 301-358.

Barsch, R.H., *Achieving Perceptual Motor Efficiency,* Seattle, Wash. : Special Child Publication, 1967.

Beery, K.E., *Visual-Motor Integration,* Chicago : Follett Publishing Company, 1967.

Beery, K.E., Ruel, P.H., *Épreuve génétique d'intégration visuo-motrice, Monographie,* Montréal : McGraw-Hill, 1979.

Birch, H.G., Belmont, L., Auditory-visual integration in normal and retarded readers, *American Journal of Orthopsychiatry,* 34, 1964, p. 852-861.

Birch, H.G., Belmont, L., Auditory-visual integration intelligence and reading ability in school children, *Perceptual and Motor Skills,* 20, 1965, p. 295-305.

Birch, H.G., Lefford, A., Intersensory development in children, *Monographs of the Society for Research in Child Development Monograph,* 28, 5, 1963.

Birch, H.G., Lefford, A., Visual differentiation, intersensory integration and voluntary motor control, *Monographs of the Society for Research in Child Development,* 2, Serial no 110, 1967.

Blank, M., Higgins, T.J., Bridger, W.H., Stimulus complexity and intramodal reaction time in retarded readers, *Journal of Educational Psychology,* 62, 1971, p. 117-122.

Bower, T.G.R., The determinants of perceptual heredity in infancy, *Psychoneurotic Science,* 3, 1965, p. 323-324.

Bower, T.G.R., The visual world of infants, *Scientific American,* 215, 1966, p. 80-92.

Bower, T.G.R., Phenomenal identity and form perception in an infant, *Perception and Psychophysics,* 2, 1967, p. 74-76.

Brain, W.R., Some reflections on brain and mind, *Brain,* 86, 1963, p. 381-402.

Bryan, T.H., Bryan, J.H., *Understanding Learning Disabilities,* Sherman Oaks, Californie : Alfred Publishing Co., 1978.

Chateau, J., *L'enfant et ses conquêtes,* Paris : J. Vrin, 1960.

Chiland, C., À propos de la dyslexie, *Revue de neuro-psychiatrie infantile et d'hygiène mentale de l'enfance,* no juillet-août, 1966.

Chomsky, N.A., *Structures syntaxiques,* Paris : Éditions du Seuil, (1957), 1969, p. 19.

Cruickshank, W.M., The psychoeducational match, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 1, p. 71-112.

Cruickshank, W.M., Hallahan, D.P., *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975.

Delong, M., Central patterning of movement, in : F.O. Schmitt, G. Adelman et al., éd., *Neurosciences Research Symposium Summaries,* Cambridge, Mass. : MIT Press, 1972, vol. 6.

Festiner, L., Canon, L.K., Information about spatial location based on knowledge about efference, *Psychological Review,* 72, 1965, p. 373-384.

Flynn, P.T., Byrne, M.C., Relationship between reading and selected auditory abilities of the third grade children, *Journal of Speech and Hearing Research,* 13, 1970, p. 731-740.

Freides, D., Human information processing and sensory modality : Cross-modal functions, information complexity, memory and deficit, *Psychological Bulletin,* 81, 1974, p. 284-310.

Frostig, M., The role of perception in the integration of psychological functions, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 1, p. 115-146.

Geschwind, N., Neurological foundations of language, in : H.R. Myklebust, éd., *Progress in Learning Disabilities,* New York : Grune and Stratton, 1968, vol. 1.

Geschwind, N., Human brain : right-left asymetries in temporal speach region, *Science,* 1968, p. 186-187.

Gesell, A., *The Embryology of Behavior,* New York : Harper, 1945.

Gesell, A., Ilg, F.L., Bullis, G.E., *Vision : Its Development in Infant and Child,* New York : Paul B. Hoeber, 1941.

Gibson, J.J., *The Senses Considered as Perceptual Systems,* Boston : Houghton Mifflin, 1966.

Gibson, J.J., Gibson, E.J., Perceptual learning : differentiation or enrichment ?, *Psychological Review,* 62, 1955, p. 32-44.

Gyr, J.W., The relationship between motor and visual-sensory processes in perception, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 2, p. 361-393.

Hallahan, D.P., Comparative research studies on the psychological of learning disabled children, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 1, p. 29-60.

Hebb, D.O., *The Organization of Behavior,* New York : John Wiley and Sons, 1949.

Held, R., Dissociation of visual functions by deprivation and rearrangement, *Psychologische Forschung,* 31, 1968, p. 338-348.

Held, R., Mikaclien, H., Motor-sensory feedback versus need in adaptation to rearrangement, *Perceptual and Motor Skills,* 18, 3, 1964, p. 685-688.

Helmholtz, H. von, *Treatise on Physiological Optics,* édité et traduit par P.C. Southall, Menasha, Wisc. : Optical Society of America, 1925, vol. 3.

Holst, E. von, Relations between the central nervous system and the peripheral organs, *British Journal of Animal Behavior,* 2, 1954, p. 89-94.

Jadoulle, A., *Apprentissage de la lecture et dyslexie,* Paris : Presses Universitaires de France, 1962.

Kephart, N.C., *The Slow Learner in the Classroom,* Columbus : Charles E. Merrill, 1960.

Kephart, N.C., *The Brain Injuried Child in the Classroom.* Chicago : National Society for Crippled Children and Adults, 1963.

Kephart, N.C., The perceptual-motor match, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 1, p. 63-69.

Konorski, J., *Integrative Activity of the Brain,* Chicago : University of Chicago Press, 1967.

Krieg, F.J., Windsor, M.M., Visual factors in reading disabilities, communication présentée à Conference of the American Education Research Association, Chicago, Ill., avril 1974. (Cité par T.H. Bryan et J.H. Bryan, 1978).

Lashley, K.S., The problem of the serial order in behavior, in : L.A. Jeffress, éd., *Cerebral Mechanisms in Behavior,* New York : John Wiley and sons, 1951.

Lawson, L.J., Ophthalmological factors in learning disabilities, in : H.R. Myklebust, éd., *Progress in Learning Disabilities,* New York : Grune and Stratton, 1968, vol. 1, p. 147-181.

Lenneberg, E.H., *Biological Foundations of Language,* New York : John Wiley and sons, 1967.

Lerner, J.W., *Children with Learning Disabilities,* Boston : Houghton Mifflin, 1971.

Lewis, M., The development of attention and perception in the infant and young child, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 2, p. 137-162.

Lingren, R.H., Performance of disabled and normal readers on the Bender-Gestalt, auditory discrimination test, and visual motor matching, *Perceptual and Motor Skills,* 29, 1969, p. 152-154.

Lyle, J., Goyen, J.D., Visual recognition, development lag, and strephosymbolia in reading retardation, *Journal of Abnormal Psychology,* 73, 1968, p. 25-29.

Malmquist, É., *Les difficultés d'apprendre à lire,* Paris : Librairie Armand Colin, 1973.

Merleau-Ponty, M., *Phénoménologie de la perception,* Paris : Éditions Gallimard, 1945.

Merleau-Ponty, M., Le primat de la perception et ses conséquences philosophiques, *Bulletin de la Société Française de Philosophie,* 49, 1947, p. 119-153.

Merleau-Ponty, M., The Primacy of Perception, (éd. J.M. Edie), Evanston, Ill. : Northwestern University, 1964.

Mialaret, G., Psychologie expérimentale de la lecture, de l'écriture et du dessin, in : P. Fraisse, J. Piaget, *Traité de psychologie expérimentale,* Paris : Presses Universitaires de France, 1965, vol. VIII, Langage, communication et décision, p. 140-220.

Orton, S., *Reading, Writing, and Speech Problems in Children,* New York : Norton, 1937.

Piaget, J., *La naissance de l'intelligence chez l'enfant,* Neuchâtel et Paris : Delachaux et Niestlé, 1948.

Prechtl, H.F.R., Motor behaviour in relation to brain structure, in : G.B.A. Stoelinga, J.J. Van der Werfften Bosch, éd., *Normal and Abnormal Development of Brain and Behavior,* Baltimore : Williams and Wilkins, 1971.

Rudnick, M., Sterritt, G.M., Flax, M., Auditory and visual perception and reading ability, *Child Development,* 38, 1967, p. 581-587.

Ruel, P.H., Fabi-Girard, L., Troubles temporo-rythmiques et d'organisation spatiale, et difficulté d'apprentissage en lecture, *Revue des sciences de l'éducation,* 4, 2, 1978, p. 223-247.

Ruel, P.H., Schéma corporel et latéralité fonctionnelle et difficulté d'identification de formes en lecture matérielle, in : *Adaptation scolaire et langage écrit.* Thèse de doctorat de 3e cycle, Université de Toulouse-Le Mirail (France), octobre 1979, Annexe 9, Manuscrit inédit.

Ruel, P.H., Dubois-Poirier, C., Troubles de latéralité et de discrimination visuelle, et difficulté d'apprentissage en lecture, (en rédaction).

Schevill, H.S., Longitudinal kindergarten-first grade study : Temporal ordering and first grade reading, communication présentée à Conference of the American Educational Research Association, New Orleans, février 1973. (Cité par T.H. Bryan et J.H. Bryan, 1978.)

Senf, G.M., Development of immediate memory for bisensory stimuli in normal children and children with learning disorders, *Developmental Psychology Monograph,* 7, 6, 1969, p. 1-28.

Senf, G.M., Freundl, P.C., Memory and attention factors in specific learning disabilities, *Journal of Learning Disabilities,* 4, 1971, p. 94-106.

Senf, G.M. (voir : Vande Voort, L., Senf, G.M., 1973).

Sherrington, C.S., Quantitative management of contraction in lowest level coordination, *Brain,* 54, 1937, p. 1-28.

Sherrington, C.S., *Man on his Nature,* Cambridge : Cambridge University Press, 1951.

Sperry, R.W., Neural basic of the spontaneous optokinetic response produced by visual inversion, *Journal of Comparative and Physiological Psychology,* 43, 1950, p. 482-489.

Sperry, R.W., Neurology and the mind-brain problem, *American Scientist,* 40, 1952, p. 291-312.

Taub, É., Berman, A.J., Movement and learning in the absence of sensory feedback, in : S.J. Freeman, éd., *The Neuropsychology of Spatially Oriented Behavior,* Homewood, Ill. : Dorsay, 1968.

Trevarthen, C., Two mechanisms of vision in primates, *Psychologische Forschung,* 31, 1968, p. 299-337.

Vande Voort, L., Senf, G.M., Audiovisual integration in retarded readers, *Journal of Learning Disabilities,* 6, 1973, p. 170-179.

Von Senden, M., *Space and Sight,* London : Methuen, 1960, traduit par P. Health.

Wallon, H., *L'évolution psychologique de l'enfant,* Paris : Armand Colin, 1952.

Wallon, H., *De l'acte à la pensée,* Paris : Flammarion, 1942.

Wepman, J.M., Auditory perception and imperception, in : W.M. Cruickshank, D.P. Hallahan, *Perceptual and Learning Disabilities in Children,* Syracuse, New York : Syracuse University Press, 1975, vol. 2, p. 259-298.

Werner, H., *Comparative Psychology of Mental Development,* New York : International University Press, 1957.