

N° 78

Sensori-motricité & Apprentissages fondamentaux

coordonné par
V. CAMOS et M. PLAZA

Avant-propos

Sensori-motricité et apprentissages fondamentaux

L'écriture : une activité longue et complexe à acquérir.

Articulation de la parole et apprentissage de la lecture.

Effet de l'exploration visuo-haptique et haptique de lettres dans les entraînements de préparation à la lecture.

Le rôle du geste dans les apprentissages numériques : les stratégies de dénombrement chez les patients infirmes moteurs cérébraux.

Subitizing et troubles oculomoteurs chez l'enfant IMC.

Réflexions sur l'intégration scolaire des adolescents présentant une déficience motrice.

Apports de la neuro-imagerie dans la connaissance des rapports cerveau et cognition.

M. PLAZA, V. CAMOS

E. CHARTREL, A. VINTER

S. RAYNAUD, J. GENESTE

F. BARA, E. GENTAZ, P. COLÉ

A.-S. LECOINTRE, V. CAMOS

S. ARP

J.-F. LECAS, V. DAFFAURE

B. ECHENNE

ARTICLES ORIGINAUX

Fonctionnement attentionnel et comportemental de jeunes filles traitées pour une leucémie lymphoblastique aiguë par chimiothérapie avec et sans irradiation crânienne

S. PRÉCOURT, M. LASSONDE,
I. LAMOTHE, H. C. SAUERWEIN,
A. MOGHRABI, P. ROBAEY

Le pointage lors du dénombrement de collections chez l'adolescent infirme moteur cérébral

A. MONTARU, V. CAMOS

Les performances des enfants dyslexiques dans le rappel de suites de chiffres

S. PAKZAD, B. ROGÉ

Lu pour vous, Agenda



RÉDACTION

Fondateurs

B. Dreyfus-Madelin et C. J. Madelin

Directeur de la publication
Patrick de Gavre
patrickdegavre@wanadoo.fr

ANAE

4, rue des Colonels Renard
75017 PARIS
Tél. : 01 45 74 37 45
Fax : 01 45 74 37 49
E-Mail : anae@wanadoo.fr

Comité éditorial

• Rédacteur en chef

Dr Paul Messerschmitt
Hôpital Trouseau
Unité de Psychopathologie de l'enfant
26, av. du Dr Arnold Netter
75571 Paris Cedex 12
Tél. : + 01 44 73 64 10
Fax : + 01 44 73 60 61
E-mail : paul.messerschmitt@trs.ap-hop-paris.fr

• Secrétaire du Bureau éditorial

Mme Véronique Gely
E-mail : anae@wanadoo.fr

• Bureau permanent

Pr Jean-Louis Adrien (Tours)
M. Jean-Michel Albaret (Toulouse)
Dr Renée Cheminal (Montpellier)
M. Patrick de Gavre (Paris)
M. Patrice Gillet (Tours)
Pr. Michel Habib (Marseille)
Mme Isabelle Jambaqué (Paris)
Dr Claude Madelin (Paris)
Dr Paul Messerschmitt (Paris)
Dr Alain Picard (Garches)
Mme Monique Plaza (Paris)
Pr Bernadette Rogé (Toulouse)
Mme Carole Tardif (ARRAPI).

• Membres permanents du Comité éditorial

Pr Catherine Barthélémy (Tours)
Pr Henriette Bloch (Paris)
Pr Manuel Bouvard (Blanquefort)
Pr Jean-François Camus † (Reims)
Dr Claude Chevrie-Muller (Paris)
Pr Annick Comblain (Liège - B)
Mme Dominique Crunelle (Lille)
M. Laurent Danon-Boileau (Paris)
Pr Olivier Dulac (Paris)
Pr Bernard Echenne (Montpellier)
Pr Philippe Evrard (Paris)
Pr François Gaillard (Lausanne - CH)
Mme Véronique Gely (St Raphaël)
Pr Philippe Lacert (Garches)
Mme Maryse Lassonde (Montréal - CA)
Mme Francine Lussier (Montréal - CA)
Pr Josette Mancini (Marseille)
Mme Isabelle Martins (Lisbonne - P)
Pr Gary Mesibov (Chapel Hill - USA)
Pr. Marie-Christine Mouden-Simeoni (Paris)
Dr Anne Philippe (Paris)
Mme Emmanuelle Ploix-Maes (Paris)
Pr J. A. Rondal (Liège - B)
Dr Anne Van Hout † (Bruxelles - B)
M. Robert Voyazopoulos (Paris)
M. Pascal Zesiger (Carouge - CH).

• Expert-Membres consultatifs

Mme Martine Barbeau (Paris)
Dr Catherine Billard (Paris)
Dr Christophe-Loïc Gérard (Paris)
Mme Marie-Thérèse Le Normand (Paris)
Dr Ovidio Ramos (Villejuif)
Mme Liliane Sprenger-Charolles (Paris)

INDEX DES ARTICLES PUBLIES

Sur simple demande à : anae@wanadoo.fr

ÉDITEUR-DÉLÉGUÉ

PLÉIOMÉDIA

Bureaux :

4, rue des Colonels Renard
75017 PARIS
Tél. : 33(0)1 45 74 37 45
Fax : 33(0)1 45 74 37 49
E-mail : anae@wanadoo.fr
Siège :

3, rue du Colonel Moll
75017 PARIS

Gérant-Éditeur délégué :
Christian Gauffre

Siret B 448 204 321 000 13 Code APE 221 C

Pour toute commande, joindre votre règlement à l'ordre de : " ANAE ".

N° d'inscription à la commission des publications et agences de presse : 04 05 G81735.
Tirage : 2 000 ex. Composition et Impression :
Groupe Landais (Vendôme - Noisy-le-Grand).
Dépôt légal à parution.



Symposium Anne Van Hout

Vendredi 29 octobre 2004

Troubles du calcul et de l'arithmétique chez l'enfant

Académie royale de Médecine

Palais des Académies, Rue Ducale, 1 • B - 1000 Bruxelles - • Métro Trône

A.N.A.E. s'associe à cet hommage
et publiera le compte-rendu de cette Journée

Programme

09h00 Introduction

• **Session 1 : Modérateurs :**
Pr Jean-Paul MISSON, Dr Christine BONNIER
09h10 Compétences innées

Laurence Rousselle, Xavier Seron
Louvain-la-Neuve

09h50 Acquisition de l'arithmétique symbolique

Michel Fayol - Clermont-Ferrand

10h30 Rôle du langage dans le calcul

Pascal Zesiger - Genève

• Session 2 : Modérateurs :

Pr Bernard DAN, Dr Florence CHRISTIAENS

11h30 Déficits cognitifs de base dans la
dyscalculie développementale

Marie-Pascale Noël - Louvain-la-Neuve

12h10 Méthodes d'investigations des troubles
du calcul

Brigitte Hermans, Martine Van Rompaey
Woluwé

13h00 Buffet-Dîner

• Session 3 : Modérateurs :

Dr Xavier SCHLOGEL, Mme Nicole LAPORTE

14h15 Bases neuro-anatomiques du calcul

Mauro Pesenti - Louvain-la-Neuve

15h00 Table Ronde

Hommage au Docteur Anne Van Hout

15h30 La neuropsychologie pédiatrique revisitée par les neurosciences **Philippe Evrard - Paris**

16h10 L'apport des travaux du Docteur Anne Van Hout à la neuropsychologie du développement **Scania de Schonen - Paris V**

16h40 Témoignages

17h00 Fin de la réunion

Organisateurs :

Dr M.-C. Nassogne, Service de Neurologie Pédiatrique
Pr X. Seron, Unité de Réhabilitation Neuropsychologique, Cliniques universitaires Saint-Luc, Woluwé

• Centre de Réhabilitation Neuropédiatrique, Cliniques Saint-Luc, Woluwé • Centre de Recherche en Neurosciences, UCL, Woluwé et Louvain-la-Neuve • Pr J.-P. Misson, Service de Neurologie Pédiatrique, Hôpital de la Citadelle, Liège • Pr B. Dan, Service de Neurologie Pédiatrique HUDERF, Bruxelles • Pr P. Evrard, Service de Neurologie Pédiatrique et Maladies Métaboliques, Hôpital Robert-Debré, Paris

Participation aux frais : 15 € pour la journée (lunch compris)

Informations pratiques : Madame Defat

Tél : 02/764 10 67, Fax : 02/764 89 57 • E-mail : Defat@nepe.ucl.ac.be

ÉDITEUR-DÉLÉGUÉ

PLÉIOMÉDIA

Tél. : 33 (01) 45 74 37 45
 Fax : 33 (01) 45 74 37 49
 E-Mail : anae@wanadoo.fr

Directeur de la publication :
 Patrick de GAVRE
 Gérant-Éditeur délégué :
 Christian Gauffre
 Publicité au support.

Adressez vos courriers, demandes et réclamations à :

ANAE
 4, rue des Colonels Renard
 75017 PARIS
 Tél. : 33(0)1 45 74 37 45
 Fax : 33(0)1 45 74 37 49
 E-mail : anae@wanadoo.fr
 Siège :

3, rue du Colonel Moll
 75017 PARIS

TARIFS de VENTE 2004 (*)

Abonnement annuel (5 numéros)

- **Établissements-Associations :**
 CEE (dont France-DOM-TOM).... 135 €
 Autres pays⁽¹⁾..... 225 €
- **Médecins et soignants⁽²⁾ :**
 France-DOM-TOM-CEE^{(2) (3)} 80 €
 Autres pays^{(1) (2) (3)} 95 €
- **Étudiants⁽³⁾ :**
 France-DOM-TOM-CEE^{(2) (3)} 68 €
 Autres pays^{(1) (2) (3)} 95 €

(1) Expédition " AVION " : suppléments inclus.
 (2) Payant eux-mêmes leur abonnement.
 (3) Joindre un justificatif.

Modalités - Le paiement à facturation est accepté pour les établissements et associations. Dans tous les autres cas, joindre le règlement à la commande. Commande et chèque à rédiger à l'ordre de : " ANAE " (à l'exclusion de toute autre mention). Les règlements par **C.B.** sont acceptés exclusivement pour l'étranger. Voir nos bulletins d'abonnements à l'intérieur de la publication.

Changement d'adresse et Réclamations - Pour tous les abonnés, joindre la dernière étiquette d'expédition, ou indiquer les références exactes de l'abonnement, avec votre nouvelle adresse et envoyer à : " ANAE ".

Ventes des numéros déjà parus

Certains numéros ne sont pas mis à la vente à l'unité et sont réservés aux abonnés en cours d'abonnement.

Prix unique de l'exemplaire (port inclus) numéros normaux.

- CEE (dont France-DOM-TOM) .. 40 €
- Reste du monde 45 €

Pour toute commande, joindre votre règlement à l'ordre de : " ANAE ".

N° d'inscription à la commission des publications et agences de presse : 04 05 G81735. Tirage : 2 000 ex. Composition et Impression : Groupe Landais (Vendôme - Noisy-le-Grand). Dépôt légal à parution.

ANAE est analysée par :
 - l'INIST-CNRS, référencée dans la base de données PASCAL. Accès minitel : 01 36 29 36 01.
 - EXCEPTA MEDICA, base de données EMBASE, CNU.

SOMMAIRE

CONTENTS

Sensori-motricité & Apprentissages fondamentaux

coordonné par V. CAMOS et M. PLAZA

Avant-propos

Sensori-motricité et apprentissages fondamentaux
 M. PLAZA, V. CAMOS..... 172

Articles du dossier :

L'écriture : une activité longue et complexe à acquérir.
Writing acquisition : a long, complex process
 E. CHARTREL, A. VINTER 174

Articulation de la parole et apprentissage de la lecture.
Speech articulation and reading acquisition
 S. RAYNAUD, J. GENESTE 181

Effet de l'exploration visuo-haptique et haptique de lettres dans les entraînements de préparation à la lecture.
Impact of visual-haptic and haptic exploration of letters in preparation for reading acquisition
 F. BARA, E. GENTAZ, P. COLÉ..... 189

Le rôle du geste dans les apprentissages numériques : les stratégies de dénombrement chez les patients infirmes moteurs cérébraux.
The role of gesture in numerical acquisition : Numeration strategies in patients suffering from cerebral palsy
 A.-S. LECOINTRE, V. CAMOS..... 195

Subitizing et troubles oculomoteurs chez l'enfant IMC.
Subitizing and oculomotor disorders in children with cerebral palsy
 S. ARP 202

Réflexions sur l'intégration scolaire des adolescents présentant une déficience motrice.
Reflections on school integration of adolescents with motor deficiency
 J.-F. LECAS, V. DAFFAURE 208

Apports de la neuro-imagerie dans la connaissance des rapports cerveau et cognition.
Contribution of neuroimaging to our knowledge of the relationship between brain and cognition
 B. ECHENNE..... 216

Articles originaux

Fonctionnement attentionnel et comportemental de jeunes filles traitées pour une leucémie lymphoblastique aiguë par chimiothérapie avec et sans irradiation crânienne
Attention and behaviour of girls treated for an acute lymphoblastic leukemia by chemotherapy with and without cranial radiation
 S. PRÉCOURT, M. LASSONDE, I. LAMOTHE, H. C. SAUERWEIN, A. MOGHRABI, P. ROBAEY 221

Le pointage lors du dénombrement de collections chez l'adolescent infirme moteur cérébral
Pointing objects in cerebral palsied adolescents
 A. MONTARU, V. CAMOS 232

Les performances des enfants dyslexiques dans le rappel de suites de chiffres
Dyslexic children's capacities in the recall of numbers in order
 S. PAKZAD, B. ROGÉ 239

Lu pour vous — Recherche : autisme..... 243

AGENDA — DIARY..... 245

Avant-propos

Sensori-motricité et apprentissages fondamentaux

M. PLAZA, V. CAMOS

Laboratoire Cognition et Développement, cnrs, Université René-Descartes, Paris-V, 71, avenue Vaillant, 92774 Boulogne-Billancourt Cedex.

Dans ce numéro, les rapports entre la sensori-motricité et les apprentissages sont explorés selon deux axes complémentaires. Le premier axe concerne l'implication de la sensori-motricité dans les apprentissages de la lecture, de l'écriture et de la fonction numérique. Le second concerne l'adaptation des apprentissages en cas de troubles sensori-moteurs. Les points de vue développés par les auteurs sont d'ordre clinique, expérimental et pédagogique et ils accordent une large place aux dysfonctionnements.

L'intégration sensori-motrice est sollicitée de façon évidente **dans l'écriture**, ainsi que le rappellent E. Chartrel et A. Vinter dans leur article. L'écriture est un acte moteur complexe qui requiert, en début d'apprentissage, le traitement coordonné d'informations multisensorielles : visuelles, kinesthésiques et proprioceptives. Ainsi que le disent les auteurs, « le visuel aide à interpréter le kinesthésique, et la nature de la forme de la lettre est importante dans cette mise en relation ».

Or la « forme de la lettre » n'est pas seulement prise en compte de façon multisensorielle dans l'écriture, **mais également dans la lecture**. S. Raynaud et J. Geneste d'une part, F. Bara, E. Gentaz et P. Colé d'autre part, nous apportent des données complémentaires sur les liens existant entre la sensori-motricité et l'apprentissage de la lecture ou ses dysfonctionnements.

Pour acquérir la lecture dans le cadre des langues alphabétiques, l'enfant doit maîtriser le code de correspondance entre les unités graphémiques de la langue (les lettres et groupes de lettres) et les unités phonémiques (les plus petites unités de la parole), développer une stratégie d'analyse séquentielle (on traite les unités de gauche à droite en français, et de droite à gauche en hébreu) et procéder à un certain type d'assemblage respectueux du caractère syllabique de la langue (on sépare « a » et « n » dans « canard » mais on les assemble dans « cantine »). Cet apprentissage per-

met à l'enfant de se construire un lexique orthographique de plus en plus précis et de plus en plus stable. Lorsque les correspondances graphèmes/phonèmes sont totalement automatisées, le mot écrit et le mot oral se connectent avec rapidité, permettant à l'enfant de s'affranchir progressivement des contraintes de la combinatoire.

La question est de savoir comment l'enfant parvient à intégrer et à automatiser le code de correspondance entre graphèmes et phonèmes, entre langage écrit et langage oral, dont beaucoup de chercheurs, de cliniciens et de pédagogues s'accordent à reconnaître l'importance. Ces vingt dernières années, l'hypothèse dominante a été celle de la « conscience phonologique ». L'enfant apprendrait d'autant plus facilement à lire qu'il aurait développé une capacité à percevoir, à identifier, à segmenter et à manipuler certaines unités phonologiques de la langue : de façon précoce, les syllabes ou certaines unités infra-syllabiques (comme les rimes) puis, avec l'entrée dans l'écrit, les phonèmes. *A contrario*, l'enfant dyslexique serait celui qui n'a pas mis en place de façon adaptée de telles capacités de traitement des différentes unités phonologiques.

L'hypothèse de la médiation phonologique a entraîné certains chercheurs (dont Paula Tallal) à privilégier l'aspect perceptif, et à construire des méthodes de « remédiation » axées essentiellement sur le traitement de l'input auditif.

Or, s'il est évident que la médiation phonologique et les capacités de discrimination auditive sont fondamentales pour apprendre à lire, la « trace auditive » de la lettre ne suffit pas à soutenir cet apprentissage. D'autres traces, d'autres médiations et d'autres traitements multisensoriels sont nécessaires.

S. Raynaud et J. Geneste s'appuient sur la théorie motrice de la parole qui articule étroitement perception et production. Ils mettent l'accent sur l'importance de la médiation articulatoire dans l'apprentissage de la lecture et dans les

stratégies de rééducation qui peuvent être proposées aux enfants dyslexiques. La représentation du phonème ne dépend pas seulement de la discrimination acoustique, mais également de la représentation articulatoire. L'une des clés du décodage serait ainsi de « retrouver le geste bucco-phonatoire dans la trace que la main a laissée sur le support où elle a tracé les signes ». Des vignettes cliniques montrent l'intérêt de ce type d'approche dans la prise en charge de la dyslexie.

F. Bara, E. Gentaz et P. Colé rapportent une série d'expériences d'entraînement des correspondances graphèmes/phonèmes en grande section de maternelle. L'entraînement « VAM » (visuel, auditif, phonologique) sollicite uniquement les modalités visuelle et auditive, alors que l'entraînement « HVAM » (haptique, visuel, auditif et métaphonologique) sollicite les modalités haptique, visuelle et auditive. Les auteurs notent une supériorité de l'entraînement « HVAM » sur l'entraînement « VAM » et ils concluent que l'ajout de la modalité haptique (toucher les lettres) semble optimiser l'apprentissage des correspondances graphèmes/phonèmes. Les auteurs expliquent cette supériorité par les spécificités de la modalité haptique, dont le caractère successif et simultané fait à la fois écho aux spécificités du traitement visuel (qui est par nature plutôt simultané) et à celles du traitement auditif (qui est par nature plutôt séquentiel).

Si, dans l'apprentissage de l'écriture et la lecture, la sensori-motricité est sollicitée, qu'en est-il pour **les activités numériques** ? Deux articles répondent à cette question, en analysant les performances d'enfants présentant une infirmité motrice cérébrale (IMC). La maîtrise du nombre est en effet fortement liée à la motricité digitale, comme le montrent à la fois les études anthropologiques et les recherches développementales. Les enfants avec une IMC, qui présentent des défaillances motrices d'origine neurologique, sont donc susceptibles de présenter des difficultés dans les apprentissages numériques.

A.-S. Lecointre et V. Camos se focalisent sur le dénombrement, activité qui requiert non seulement une énonciation

verbale, mais également une activité motrice (le pointage manuel). Les auteurs montrent que les enfants avec IMC présentent, du fait de leurs défaillances neuromotrices, un retard dans la mise en œuvre du dénombrement et dans l'acquisition des stratégies complexes de dénombrement. En effet, malgré leur handicap moteur, ils utilisent massivement le geste de pointage, ce qui confirme l'importance de cette activité manuelle dans l'acquisition des capacités de dénombrement.

S. Arp se focalise sur le subitizing (perception immédiate de petites quantités). Elle montre que les enfants avec une IMC ont des capacités de subitizing inférieures à celles des enfants tout-venant. Ce déficit serait dû à leurs faibles capacités de coordination visuo-manuelle et de poursuite oculaire.

Compte tenu des difficultés d'apprentissage des enfants présentant une déficience motrice, leur intégration scolaire demande une attention particulière. J.-F. Lecas et V. Daffaire présentent les dispositions spécifiques mises en œuvre par les institutions pour l'accueil et l'intégration scolaire des pré-adolescents et adolescents souffrant de handicaps moteurs.

L'ensemble de ces contributions permet de dresser un premier bilan sur le lien entre sensori-motricité et apprentissages fondamentaux. Vision, motricité manuelle et motricité de la parole sont fortement sollicitées dans l'apprentissage du langage écrit et des mathématiques, qui apparaissent comme des activités de nature intrinsèquement intermodale et multisensorielle. B. Echenne dans son article sur « Cerveau et cognition » rapporte des données récentes d'imagerie cérébrale fonctionnelle qui confirment que certaines activités cognitives mettent en jeu des régions cérébrales très diverses, dont le cervelet qui a été longtemps conçu comme une aire quasiment exclusive d'intégration motrice.

Nous espérons que ce numéro permettra d'approfondir les recherches portant sur les relations entre sensori-motricité et apprentissages fondamentaux et qu'il contribuera aux échanges interdisciplinaires.

L'écriture : une activité longue et complexe à acquérir

E. CHARTREL, A. VINTER

LEAD, CNRS 5022, Université de Bourgogne, Pôle 2AFE, Esplanade Erasme, BP 26513, 21065 Dijon Cedex, France.

RÉSUMÉ : *L'écriture : une activité longue et complexe à acquérir*

Un survol de la littérature relative à l'acquisition de l'écriture par l'enfant est proposé dans cet article. Quatre directions d'analyse sont développées. Tout d'abord, les principales caractéristiques de l'écriture vue comme un acte moteur sont décrites. Puis les étapes de développement de cette habileté sont résumées, ainsi que les transformations intervenant au cours du temps dans les paramètres des mouvements d'écriture. Quelques questions spécifiques posées par l'enseignement de l'écriture sont soulevées, avant de conclure avec une discussion des troubles présentés par les enfants dysgraphiques.

Mots clés : Écriture — Grapho-motricité — Acquisition.

SUMMARY : *Writing acquisition : A long, complex process*

This paper presents a brief review of the literature dedicated to the acquisition of handwriting in children. Four different axes of analysis are developed. First, the main characteristics of handwriting, conceived of as a motor act, are described. Then the step development of this ability is summed up, as well as the main changes occurring in handwriting movement parameters. Some specific questions related to handwriting teaching are raised, before to conclude with a discussion of some disturbances displayed by dysgraphic children.

Key words : Writing — Graphic motricity — Learning process.

RESUMEN : *La escritura : una actividad compleja y larga de adquirir*

Este artículo está dedicado a un panorama de la literatura relativa a la adquisición de la escritura por los niños. Cuatro posibilidades de análisis están desarrolladas. En primer lugar, están explicadas las características de la escritura percibida como un acto motor. Más adelante están resumidas las etapas del desarrollo de esta habilidad, así como las transformaciones que intervienen a lo largo del tiempo, en los parámetros de los movimientos de escritura. Están puestos en relieve algunos problemas específicos planteados por la enseñanza de la escritura, antes de concluir con una discusión sobre los trastornos que presentan los niños disgráficos.

Palabras clave : Escritura — Grafo-motricidad — Adquisición.

Comme il en va de tout acte graphique, l'étude de l'activité d'écriture peut être menée dans une double approche, l'une d'elles considérant l'écriture comme un acte élémentaire, l'autre comme un acte finalisé. La première approche s'intéresse à la production et au contrôle des mouvements mêmes d'écriture, que l'on caractérisera avec des paramètres issus de la cinématique (longueur, durée, vitesse, fluidité...), ou en fonction d'une analyse de la trace créée par ces mouvements (qualité de la production). La deuxième approche voit l'écriture comme un acte symbolique structuré, porteur de messages, intégrant ainsi l'étude de l'orthographe ou de la production de textes par exemple. Nous restreindrons notre revue de questions à la première approche uniquement. Dans un premier temps, nous aborderons l'écriture comme un acte moteur, en décrivant quelques aspects de son organisation. Dans un deuxième temps, nous nous intéresserons aux étapes dans l'acquisition de l'écriture et à l'évolution des paramètres des mouvements d'écriture. Dans un troisième temps, nous

discuterons de quelques questions spécifiques liées à l'acquisition de l'écriture, comme le rôle du type d'écriture à enseigner ou celui des instructions données à l'enfant. Enfin, dans une dernière partie, nous évoquerons quelques travaux ayant porté sur l'enfant dysgraphique.

L'ÉCRITURE, UN ACTE MOTEUR

L'écriture comme acte moteur présente évidemment de nombreux points communs avec le dessin. Tous deux relèvent ainsi du même système effecteur, qui inclut des articulations proximales, l'épaule, responsable des mouvements du bras, le coude, responsable des mouvements de l'avant-bras, et des articulations distales, le poignet dont sont issus les mouvements de la main, et la main, responsable des mouvements des doigts. Les premières vont être d'autant plus sollicitées que l'écriture produite est de forte

amplitude. Elles permettent également les mouvements de translation lente et continue allant de la gauche vers la droite, avec retour à la ligne et déplacement du haut vers le bas, pour notre système d'écriture latine alphabétique. Les secondes sont directement sollicitées pour la formation de lettres de taille « normale », c'est-à-dire telle que visée par les méthodes d'instruction scolaire. Le développement maturational est décalé pour ces deux types d'articulations, celles proximales achevant une maturation plus précocement que celles distales, ce qui explique en grande partie la difficulté rencontrée par les jeunes enfants dans la production d'écriture de taille réduite. Ces articulations doivent coopérer afin de permettre la réalisation des mouvements d'écriture. En empruntant une distinction proposée par Paillard [25], nous soulignerons le fait que les articulations proximales participent essentiellement dans le contrôle des composantes topocinétiques de l'écriture, c'est-à-dire l'ensemble des mouvements assurant l'agencement des formes graphiques (lettres, signes de ponctuation...) dans l'espace graphique (la feuille, le tableau...). Les topocinèses vont ainsi concerner les déplacements sur une ligne, l'espacement entre les mots, le retour à la ligne, l'espacement entre les lignes, etc. Les articulations distales interviennent de manière prédominante, tant que l'écriture reste de taille réduite, dans le contrôle des composantes morphocinétiques de l'écriture, à savoir l'ensemble des trajectoires cursives qui déroulent, dans l'espace graphique, les formes caractéristiques de chaque lettre. Apprendre à écrire, c'est à la fois acquérir un ensemble de morphocinèses (les programmes moteurs responsables de la production de toutes les formes d'une lettre, majuscule, minuscule, script, cursive – on parle d'allographe pour désigner ces formes d'une lettre), et un ensemble de topocinèses, variant selon les cultures et les systèmes d'écriture. Comme on peut l'anticiper, la maîtrise de certains aspects topocinétiques, comme par exemple le respect des limites graphiques imposées par la feuille, précédera, dans le développement, celle des morphocinèses. De manière intéressante, la littérature montre amplement que ces deux composantes sont en grande partie dissociées et indépendantes, relevant de modes de contrôle moteur différents [voir par exemple, 25, 39, 47]. Sur le plan expérimental, des études ont démontré une sensibilité nettement plus accentuée de la composante topocinétique aux informations visuelles que de la composante morphocinétique [31]. Priver l'enfant ou l'adulte d'informations visuelles alors qu'il écrit conduit à une désorganisation spatiale des mouvements. La dépendance continue à ces informations visuelles témoigne du fait que les composantes topocinétiques de l'écriture relèvent d'un mode de contrôle moteur appelé « rétroactif » ou en boucle *feedback*, au moyen duquel les mouvements sont à la fois forgés et contrôlés au travers d'une utilisation directe et continue de ces *feedbacks* visuels. Par contre, chez l'adulte ou l'enfant devenu expert, la production de la forme des lettres peut se maintenir de manière acceptable (écriture lisible) même en l'absence de vision. Leur mode de contrôle est qualifié de « proactif » ou de contrôle en boucle ouverte, signifiant par là que l'apprentissage de ces mouvements d'écriture concourt à la formation de programmes moteurs sollicitables indépendamment de la présence d'informations sensorielles sur le mouvement en cours ou sur son résultat, ou autrement dit, à la formation d'automatismes moteurs.

Nous avons, pour notre part, étudié la production de lettres cursives isolées chez l'enfant de 7 à 9 ans et l'adulte en condition de vision normale, yeux ouverts mais sans vision de leur main et de la trace écrite, ou yeux fermés (Chartrel et Vinter, en préparation). Les résultats montrent que l'absence de *feedback* visuel entraîne une modification des caractéristiques des mouvements plus importante chez les enfants que chez les adultes. Seule une augmentation de la pression est observée chez les adultes, alors que les productions des enfants subissent une augmentation de la vitesse, de l'amplitude, de la fluidité et de la pression. Ils sont cohérents avec la littérature, et confirment que ce n'est certainement pas avant l'âge de 10 ans qu'un certain niveau d'automatisme est établi dans la production de l'écriture, attesté par la présence dominante du mode de contrôle proactif. Auparavant, c'est au travers de l'utilisation massive de toutes les informations sensorielles pertinentes, visuelles, kinesthésiques, proprioceptives, et de la découverte de leur coordination, que l'enfant produira de l'écriture. Cet apprentissage est donc très long – Ajuria-guerra et coll. [1] datent autour de 14 ans les derniers progrès observables dans ce développement –, ce qui contraste assez fortement avec le peu d'années d'enseignement de l'écriture accordées par notre système scolaire aux enfants. Pourtant, comme on le verra par la suite, une partie des troubles intervenant dans cet apprentissage (dysgraphies) sont issus de problèmes rencontrés dans la formation même de ces programmes moteurs, c'est-à-dire dans l'apprentissage des formes individuelles des lettres. À l'instar d'autres mouvements graphiques, les mouvements d'écriture présentent un certain nombre de régularités suffisamment stables chez l'expert pour qu'on les ait identifiées, dans la littérature, comme des principes [voir 44]. Le principe d'équivalence motrice recouvre le fait que les mêmes lettres peuvent être produites avec des systèmes effecteurs fort différents (les deux mains, la bouche, les pieds) et qu'il y a chaque fois conservation des caractéristiques individuelles ou personnelles de l'écriture. Ce principe est mis en avant pour confirmer que le contenu des automatismes appris correspond bien à une représentation interne de la forme de la lettre, indépendamment des propriétés des contextes dans lesquelles elle peut se déployer (les plans d'écriture, les supports d'écriture, etc.). Le principe d'homothétie spatiale affirme l'invariance des rapports de taille des lettres (rapport entre chaque trait constitutif de la lettre et la taille globale) malgré des variations de la taille totale, alors que celui d'homothétie temporelle établit l'invariance des rapports de durée au travers de variations de la durée totale d'écriture d'une lettre. Ces principes connaissent toutefois des déviations, perdant quelque peu de leur poids dans le cas de production d'écriture de taille supérieure à la normale en particulier [37]. Par ailleurs, le principe d'homothétie spatiale est bien plus établi que son homologue temporel [35]. Quoiqu'il en soit, ils sont très probablement révélateurs de ce qui est contenu dans les programmes moteurs gérant l'écriture de lettres, et montrent que la maîtrise des paramètres absolus des lettres, comme leur taille par exemple, n'est certainement pas essentielle à la mise en place des premiers automatismes. Alors que certains enseignants sont d'emblée très exigeants dans le respect des tailles des lettres par l'enfant, il est probable qu'une liberté de production relativement à cet aspect soit

davantage propice à la formation du programme moteur. Enfin, le dernier principe que nous mentionnerons, celui d'isochronie, affirme l'existence d'une relation linéaire positive entre la vitesse d'exécution d'une lettre et la longueur de sa trajectoire (sa taille) de façon telle que la durée d'exécution soit maintenue à peu près constante : plus on trace une lettre de grande amplitude, plus on augmente la vitesse de tracé. À nouveau, ce principe connaît de sérieuses limites d'application, dont une est intéressante : le degré d'isochronie est dépendant de la vitesse globale du mouvement, en étant d'autant plus garanti que le mouvement est rapide et fluide. Il en devient un indicateur intéressant du niveau d'expertise atteint par l'individu. Nous avons de fait montré qu'il évoluait de manière significative avec l'âge, entre 5 et 9 ans, dans des tâches de dessin de figures géométriques simples toutefois [42]. Mais d'autres études ont plutôt mis en évidence une stabilité relative de cet indice entre 6 et 11 ans [36], entre 7 et 9 ans [20] ou entre 5 et 12 ans [43].

Enfin, pour conclure ce survol de la littérature relative à l'écriture en tant qu'acte moteur, il nous faut mentionner comment se caractérise une écriture experte, fluide. Du point de vue de la trace produite, cette écriture présente un tracé net, sans vacillement, sans hésitation, avec des courbures harmonieuses. Du point de vue du mouvement, on a montré qu'il existe alors une correspondance parfaite entre une segmentation spatiale de la lettre relativement à ses points d'inflexion et une segmentation motrice relative aux nombres de pics de vitesse. Considérons la lettre « l » par exemple écrite en cursif. Cette lettre se décompose en trois traits constitutifs, un premier trait ascendant jusqu'au premier point d'inflexion, un second trait descendant jusqu'au deuxième point d'inflexion, et un troisième petit trait final. Lorsque cette lettre émane d'une écriture experte, fluide, on notera alors que le premier trait est produit par un seul mouvement (une seule unité motrice, avec une courbe de vitesse caractéristique, une phase ascendante suivie d'une phase descendante), le deuxième et troisième traits étant également chacun produit par une seule unité motrice. Le mouvement est dit balistique entre chaque point d'inflexion du tracé. Par contre, un enfant apprenant produira cette lettre avec un nombre bien supérieur d'unités motrices (son tracé sera vacillant, les lettres seront cabossées), ce nombre de pics de vitesse étant utilisé comme indice de la fluidité du mouvement.

LES ÉTAPES DANS L'ACQUISITION DE L'ÉCRITURE

Les travaux conduits par Lurcat [18] restent les plus complets pour rendre compte des tout débuts du développement de l'écriture. Il faut toutefois souligner qu'une attention toute relative doit être accordée aux âges proposés par Lurcat dans sa description des derniers niveaux de développement, ces âges apparaissant quelque peu précoces aujourd'hui, peut être à cause d'une évolution des changements de programmes scolaires en maternelle. Cet auteur décrit tout d'abord un niveau moteur, entre 20 et 24 mois, durant lequel les mouvements sont très rapides, de type impulsif, sous contrôle proximal uniquement, et

donc de forte amplitude. Une première forme de coordination des deux articulations proximales apparaît en fin d'étape, rendant possible la production des premiers tracés circulaires. Quelques topocinèses s'organisent, comme le non débordement de l'espace graphique. Un niveau perceptif s'ensuit, caractérisant la période entre 2 et 3 ans, où les articulations distales vont commencer à intervenir dans la production du mouvement graphique, provoquant une première diminution des tailles des tracés. Les boucles apparaissent, grâce aux rotations de la main autour du poignet. De nouvelles topocinèses émergent, comme les mouvements de translation sur l'espace graphique. Il est intéressant de noter qu'à cet âge, les directions des mouvements sont totalement guidées par des références égocentrées, démarrant de l'axe du corps, et allant donc du bas vers le haut pour les verticales, de gauche à droite pour la main droite et de droite à gauche pour la main gauche. Cette directionnalité première des mouvements devra impérativement être inversée pour produire correctement les lettres, ce qui demeurera un problème pour un certain nombre d'enfants en début d'apprentissage. Un peu avant 3 ans, le mouvement se ralentit, un freinage devient possible, et le contrôle visuel du mouvement s'intensifie. C'est l'œil qui va dicter à la main là où elle doit aller, et comment elle doit y aller. Le dernier niveau, appelé représentationnel, s'échelonne entre 3 et 6 ans, et va voir la naissance de la lettre. Ce niveau débute avec une mise en place de premières coordinations entre toutes les articulations concernées par l'écriture, ce qui va rendre possible l'émergence de morphocinèses spécifiques, alors que l'organisation topocinétique continue à progresser. Entre 3 et 4 ans, se constitue ainsi un répertoire de primitives graphiques qui seront des éléments des lettres à venir. La différenciation entre dessin et écriture s'établit vers 4 ans, et des copies de modèles externes peuvent être obtenues, grâce à un très fort contrôle visuel et kinesthésique. Entre 4 et 5 ans, lorsque l'enfant copie des lettres, un conflit entre la réalisation de la forme des lettres et la trajectoire normalement associée à cette réalisation intervient. Ce conflit se résout aux dépens du mouvement : l'enfant copiera plus ou moins correctement la forme de la lettre, mais sans respecter la trajectoire qui devrait y être associée. Les erreurs dans sa copie sont nombreuses, en partie dues au contrôle visuel intense exercé sur le geste, le regard allant du modèle à la copie de manière incessante, entraînant des erreurs de positionnement, et ainsi des omissions ou répétitions ou permutations de parties de lettres par exemple. Entre 5 et 6 ans, ce conflit va être dépassé, les enfants apprenant à associer la bonne trajectoire à la forme de la lettre. Mais les lettres produites seront alors cabossées, souvent retouchées, le tracé incertain, les courbures inappropriées, les tailles encore trop grandes, ou sans cohérence d'une lettre à l'autre, si ce n'est entre parties de la lettre même [1]. Le mode de contrôle rétroactif continue à dominer, les automatismes n'étant toujours pas formés. Une de nos études actuelles porte sur cette capacité que doit acquérir l'enfant à associer les informations proprioceptives provenant de son mouvement et celles visuelles relatives à la forme de la lettre, en distinguant deux conditions : l'une où l'enfant doit identifier la lettre qu'il est en train de réaliser passivement (il ne voit pas le mouvement de sa main) parmi 3 lettres candidates visibles en même temps ; l'autre où les lettres à iden-

tifier sont fournies après que le mouvement ait été réalisé. Dans le cas de la condition « lettres présentées après », les résultats font apparaître que les enfants de moyenne section reconnaissent correctement les cibles dans 37 % des cas, pourcentage qui atteint 50 % en grande section. Dans la condition « lettres présentées en même temps », les taux de reconnaissance sont à 45 % en MS, 60 % en GS. Les lettres les plus difficiles à identifier sont le e-d-b-p-k-r-s-n, les plus faciles sont le f-g-i-j-o-t. Le visuel aide donc à interpréter le kinesthésique, et la nature de la forme de la lettre est importante dans cette mise en relation.

À 6 ans, débute l'instruction scolaire proprement dite pour l'écriture. Celle-ci va porter sur la manière dont les lettres s'écrivent (une diversité de modèles d'écriture cursive existe), et sur la manière dont les liaisons entre lettres sont à effectuer pour aboutir à une écriture lisible et rapide. Ces deux critères, qualité de la production des formes des lettres et rapidité, sont importants pour la réussite de l'apprentissage. Mojet [24] a d'ailleurs montré que ces deux critères sont suffisants pour évaluer l'écriture. À partir d'études diverses ayant analysé la qualité des lettres [7, 8, 10, 14, 32], Karlsdottir et Stefansson [16] ont établi que le profil moyen de développement de la qualité de la production voit un développement très rapide entre 6 et 8 ans, suivi par une progression beaucoup plus lente par la suite. Par contre, le profil de développement de la vitesse d'écriture apparaît plus continu et linéaire au travers des âges [49, 28, 26]. On pourrait penser que ces deux aspects, qualité et rapidité, sont inversement corrélés. Mais la littérature ne confirme pas cette intuition, les corrélations obtenues en moyenne entre les deux critères restant faibles à modérées (au maximum de $r = .40$, [33]). Les filles présentent des performances globalement supérieures à celles des garçons, que l'on considère le critère de qualité de la production ou celui de rapidité [6, 9, 50].

La littérature offre quelques études ayant porté sur le développement des paramètres spatio-temporels des mouvements d'écriture de lettres cursives, mais elles ne concernent pas l'enfant plus jeune que 7 ans (niveau de CE1). Meulenbroek et Van Galen [21] ont ainsi mis en évidence que les durées d'exécution des lettres diminuent fortement entre 8 et 11 ans, les vitesses augmentant, de même que la fluidité du mouvement. Mais un résultat particulier s'observe toutefois entre le niveau de CE1 et celui de CE2, la vitesse comme la fluidité baissant quelque peu dans cette période. La même discontinuité apparaît du côté de variables concernant davantage les aspects spatiaux des lettres. On relève globalement une diminution des valeurs maximales des courbures, une augmentation des valeurs minimales, ce qui indique une meilleure modulation de la courbure du tracé au travers des âges, mais ce phénomène n'opère pas autour de 9 ans. Les résultats apportés par Zesiger [47] sont globalement compatibles avec ceux-ci, l'auteur mettant également en évidence une diminution du nombre et de la durée des pauses entre 8 et 10 ans, ainsi qu'une diminution de la pression exercée sur le stylo entre 8 et 12 ans, avec une irrégularité autour de 9 ans. Zesiger [47] date autour de 10-11 ans l'âge de la formation des automatismes dans la production de lettres, le contrôle opéré sur le mouvement étant alors de nature proactive essentiellement. La discontinuité relevée autour de 9 ans pourrait être due à une volonté de l'enfant de s'appliquer dans la production de la forme des lettres, d'être plus pré-

cis et d'aboutir à une meilleure qualité. Après 9 ans, l'enfant viserait surtout l'augmentation de la vitesse d'écriture, ce qui va entraîner une réaugmentation des vitesses et une amélioration de la fluidité du mouvement. On mentionnera toutefois que les résultats obtenus par Mojet [24] dans une étude similaire à celles relatées ne font pas apparaître de discontinuités dans le développement des paramètres spatio-temporels des mouvements d'écriture. Les évolutions sont globalement semblables à celles décrites, mais continues, les plus grands changements intervenant entre 7 et 10 ans.

L'écriture de l'enfant de 11-12 ans n'est toujours pas celle de l'adulte. Elle va continuer à s'améliorer, à être plus rapide. Elle va également se personnaliser, pouvant ainsi réaugmenter en taille, s'arrondir ou au contraire adopter un style haché, par exemple [1]. L'adulte va devoir trouver le meilleur compromis entre les exigences de lisibilité, de rapidité et de stylisation. Ce compromis sera hautement variable, dépendant de l'importance que l'écriture revêt dans l'environnement de chacun.

À PROPOS DE QUELQUES QUESTIONS SPÉCIFIQUES

Quelle peut être l'influence du type d'écriture enseigné sur la production des enfants ? Karlsdottir [14] a comparé les profils de qualité et de rapidité d'enfants qui ont appris, comme premier type d'écriture, soit des lettres d'imprimerie, soit des lettres cursives isolées. Aucune différence significative n'apparaît dans leur développement entre 7 et 11 ans. Il semble donc que le développement de l'écriture de l'enfant soit relativement indépendant du premier type d'écriture enseigné. Mais on ignore par contre l'influence que de tels facteurs peuvent avoir vis-à-vis d'enfants présentant des troubles de l'écriture, et de ce point de vue, ne pas surcharger la tâche de l'enfant en introduisant trop de types d'écriture successifs apparaît s'imposer. De manière plus systématique, Karlsdottir [15] a comparé les performances d'enfants âgés de 9 à 12 ans quand ils ont à produire différents types d'écriture, italique, italique avec arrondis, cursive simplifiée, cursive avec des traits d'attaque des lettres. Les seules différences qui apparaissent concernent l'écriture des enfants plus âgés, qui doivent produire une écriture plus rapide, et donc faire des simplifications de certaines formes. Le type d'écriture qui conduit à la meilleure qualité par rapport au modèle donné est celui cursif avec des traits d'attaque, mais ceci se fait aux dépens de la rapidité. Les modèles qui donnent lieu à une écriture rapide sont ceux avec des traits ascendants ou descendants courts et des traits aux courbures moyennes. Cet auteur souligne la nécessité de simplifier l'écriture et de l'alléger par rapport à tous les éléments stylistiques qui rendent plus complexe la réalisation motrice des lettres, afin que les simplifications de traits engendrées par la nécessité d'augmenter la vitesse ne se fassent pas au détriment de la lisibilité de l'écriture.

Les lettres diffèrent-elles entre elles du point de vue de leur complexité ? Meulenbroek et Van Galen [23] ont enregistré différents paramètres cinématiques des mouvements d'écriture de lettres isolées chez l'enfant. Ils ont ensuite ordonné les lettres selon leur vitesse d'exécution, leur

fluence de réalisation et selon leur courbure. Les lettres les plus simples sont celles contenant de longs traits faiblement courbés (comme le t). Les plus complexes sont celles qui exigent de nombreux changements de direction (comme le k) et celles qui présentent des traits horizontaux avec changement de direction (comme le r). Sovik, Flem Maeland et Karlsdottir [34] ont de fait également montré que les lettres avec de nombreux changements de direction étaient produites moins rapidement que les autres. On pourrait donc suggérer que l'enseignement des lettres devrait respecter cet ordre de complexité afin de mettre l'enfant dans les meilleures conditions de réussite.

Quels sont les mérites respectifs des tâches de copie et de traçage pour l'apprentissage de l'écriture ? Quelques études ont montré que les tâches de traçage pouvaient entraîner des effets négatifs sur la performance de l'enfant [5, 13]. Mais Karlsdottir et Stefansson [16] ne confirment pas ce point, les tâches de traçage n'ayant pas dans leur étude d'effets différenciés de ceux des tâches de copie.

Sur quels aspects doivent mettre l'accent les instructions données aux enfants ? De nombreuses études ont affirmé le rôle bénéfique joué par des instructions insistant sur la forme de la lettre et la manière dont elle se réalise. Sovik [32] rapporte que la démonstration des mouvements à produire et l'ajout d'explications verbales des formes des lettres amélioraient les performances d'enfants de 8 ans. Hayes [12] a obtenu des reproductions plus correctes des lettres alors que des démonstrations perceptives de comment les lettres doivent être tracées étaient fournies à des enfants de 6 et 9 ans. Kirk [17] a démontré une supériorité d'instructions à la fois visuelles et verbales sur une pratique simple de copie sans démonstration préalable chez des enfants de 4-5 ans. Wright et Wright [46] ont comparé les performances d'enfants confrontés soit à des modèles statiques, soit à des modèles en mouvement et rapportent de meilleures performances en réponse à des modèles en mouvement. Pour Karlsdottir et Stefansson [16], les vertus positives du mélange verbal-perceptif des instructions témoignent du poids d'une composante cognitive, relative à la compréhension de la forme des lettres, dans l'apprentissage de l'écriture. De fait, Karlsdottir [14] a établi l'efficacité de la réintroduction d'une méthode associant analyse perceptive et description verbale des lettres chez l'enfant de 10 ans, alors que des exercices de copie ne conduisent, à cet âge, à aucune amélioration notable.

La dernière question que nous évoquerons brièvement est relative à l'effet de la latéralité. Les gauchers n'ont pas un développement différencié des droitiers relativement à la rapidité d'écriture [49]. Leurs mouvements présentent globalement les mêmes caractéristiques cinématiques que ceux des droitiers [22]. Par contre, il paraît important d'aider l'enfant gaucher à bien stabiliser sa posture [3]. Les gauchers adoptent en général soit une posture inversée par rapport à celle du droitier, soit une position non inversée. Les enfants gauchers ont tendance à conserver une posture intermédiaire entre les deux, posture, qui chez l'adulte, conduit à une écriture plus lente. Il semble donc préférable d'amener l'enfant à opter soit pour une posture inversée, soit non inversée, mais à éviter d'osciller entre les deux postures, ou d'adopter une posture hybride intermédiaire.

LES ENFANTS DYSGRAPHIQUES

Ajuriaguerra et coll. [1] ont défini la dysgraphie comme une déficience de la qualité de l'écriture, sans trouble neurologique ou intellectuel associé. Cette définition oriente vers une analyse qualitative des écritures des enfants, laquelle a permis aux auteurs de mettre en évidence cinq types de dysgraphies : lenteur et précision, impulsivité, maladresse, raideur et tension, relâchement ou « mollesse ». Cette première classification a été précisée par d'autres études ultérieures. Dans une perspective toute différente, pour Alston [4], on parlera de dysfonctionnement graphique lorsque l'enfant ne remplit pas les deux exigences imposées à l'écriture au moment de l'entrée dans le système secondaire (autour de 11 ans) : une fluence suffisante pour une prise de notes rapide, et un niveau de maîtrise suffisant pour permettre la concentration sur d'autres aspects que l'acte d'écrire même. Ces deux critères orientent évidemment vers une évaluation plus finalisée des troubles de l'écriture. L'auteur a étudié 440 enfants anglais âgés de 9 ans, et suggère que 21 % d'entre eux ne seraient pas prêts à satisfaire aux deux critères proposés. Pour Rubin et Henderson [27] la dysgraphie constitue une atteinte de la fonction graphique scripturale visible dans les composantes spatiales de l'écriture, indépendamment des composantes morphosyntaxiques. Hamstra-Bletz et Blote [11] considèrent la dysgraphie comme un trouble du langage écrit, affectant les composantes mécaniques de l'écriture, intervenant chez un enfant d'intelligence normale, en l'absence de trouble neurologique ou de handicap perceptivo-moteur. Les deux dernières définitions nous orientent vers des caractérisations plus fonctionnelles de la dysgraphie, ce qui a été fait dans différents travaux ayant proposé des classifications des troubles dysgraphiques, appuyées sur des analyses qualitatives du tracé ou des analyses cinématiques des mouvements d'écriture. Comme souligné par Albaret et Santamaria [2], l'adoption de cette technologie a permis de faire nettement progresser ce champ d'investigation.

Une classification intéressante basée sur des analyses qualitatives des tracés est celle proposée par Sandler et coll [29], car elle intègre également les troubles auxquels la dysgraphie peut être associée. Quatre types de dysgraphies sont définis par l'auteur. Dans les dysgraphies avec trouble linguistique et trouble de la motricité fine, l'écriture est associée à une dysorthographe, un retard d'apprentissage dans la lecture, une mémoire à court terme perturbée. On relève également des perturbations au test d'imitation de gestes et une agnosie digitale. Dans les dysgraphies avec déficits visuospatiaux, on note à la fois des déficits morphocinétiques (lettres mal formées) et des déficits topocinétiques (ligne de base non maintenue, marges et espacements entre mots ou lignes irréguliers). Les troubles associés sont de nature visuospatiale. Une troisième forme de dysgraphie est associée à des troubles de l'attention et de la mémoire. Enfin le dernier type de dysgraphie est associé à des troubles de l'organisation séquentielle, avec une agnosie digitale et un trouble des mouvements séquentiels des doigts. On constate, à la lecture de la diversité des tableaux cliniques recouverts par le terme de dysgraphie, que ce trouble peut être d'origines variées, sans grande homogénéité entre elles.

Pour ce qui concerne les analyses cinématiques des mouvements d'écriture, Wann et Kardirkamanathan [45] suggèrent que la variabilité des performances, du point de vue spatial, temporel et cinématique, est une caractéristique présente dans toute forme de dysgraphie. Van Galen et coll. [41] ont mis en évidence que les performances d'enfants mauvais scripteurs âgés de 8 à 10 ans sont plus rapides, et d'amplitude plus forte que celles d'enfants bons scripteurs. Une analyse spectrale des vitesses révèle également la présence de davantage de bruit dans le signal chez les mauvais scripteurs, ce qui conduit les auteurs à supposer que l'origine des dysgraphies pourrait être liée à une difficulté à inhiber le bruit neuromoteur inhérent au fonctionnement biomécanique du système. Smits-Engelsman et coll. [30] confirme cette analyse, en montrant que la difficulté de ces enfants est de répondre à des contraintes de précision spatiale, comme écrire des lettres à l'intérieur de limites supérieures et inférieures. Les productions des enfants dysgraphiques sont alors plus grandes que celles des bons scripteurs, et surtout, elles présentent quatre fois plus de dépassement ou au contraire de non atteinte des limites. Une difficulté à réguler les forces pour contraindre le geste spatialement est ainsi apparente chez ces enfants. Van Dorn et Keuss [38] retiennent, pour leur part, une hypothèse liée à un déficit de programmation motrice chez les enfants, qui recourraient de manière massive aux informations visuelles pour produire leurs mouvements distaux. De fait, ces auteurs ont montré que la suppression des informations visuelles a un effet bénéfique pour la qualité des mouvements d'enfants mauvais scripteurs lorsque des mouvements des doigts sont sollicités, alors qu'elle a un effet négatif sur la production de mouvements du poignet. Enfin, Karlsdottir et Stefansson [16] émettent une hypothèse plus cognitive pour rendre compte d'une première forme de dysgraphie apparaissant précocement, entre 7 et 8 ans. Cette dysgraphie primaire se développerait de lettre à lettre, comme résultat de l'incapacité de l'enfant à comprendre les instructions de l'enseignant, de façon telle que les schèmes moteurs (ou programmes) seraient insuffisamment différenciés les uns des autres. Une forme plus tardive de dysgraphie se développerait autour de 10-11 ans, et trouverait son origine dans la formation ambiguë de certaines lettres en interaction avec une exigence d'augmentation de rapidité. Une détérioration de la qualité d'écriture en résulterait chez certains enfants. Comme le font remarquer Zesiger et coll. [48], la diversité des troubles dysgraphiques, et donc de leur origine, peut parfaitement être anticipée dans la perspective d'une analyse de cette conduite selon un modèle hiérarchique comme celui de Van Galen [40], qui va du plus abstrait (le message à produire) au plus concret (les groupes de muscles à coordonner).

Si la question de l'origine des troubles dysgraphiques est donc source d'opinions divergentes, deux autres points recueillent plutôt des avis convergents des auteurs. Le premier établit que les troubles dysgraphiques sont plus fréquents chez les garçons que chez les filles, à raison de 3 garçons pour une fille environ [11, 16, 49]. Le deuxième est relatif à l'épidémiologie de ces troubles. L'ensemble des études estime qu'environ 10 à 20 % des enfants scolarisés en primaire présentent des troubles dans l'apprentissage de l'écriture. Maeland [19] recense 10 % d'enfants dysgraphiques parmi 345 enfants de 10 ans. Rubin et Hender-

son [27] en dénombrent 12 % parmi 2 500 enfants âgés de 9 ans. Ce trouble n'est donc pas anecdotique, et il faut souligner qu'il va constituer un sérieux handicap pour le reste de la scolarité de l'enfant, s'il doit se maintenir.

En conclusion de ce bref survol de la littérature relative à l'acquisition de l'écriture chez l'enfant, nous aimerions souligner le fait que des études précises continuent à faire défaut pour mettre au point une technique d'apprentissage la plus appuyée possible sur les données expérimentales dont nous disposons. Les instructions pédagogiques données aux enseignants sont particulièrement floues à ce sujet, et la marge de manœuvre laissée à chaque intervenant probablement trop large. Par ailleurs, sans substituer la machine au « maître », il serait certainement fort utile de disposer de programmes d'enseignement automatisés, avec une tablette digitalisante pour enregistrer les performances des enfants. Une guidance continue et individualisée des gestes de l'enfant serait alors possible dès l'étape de formation des lettres, ce qui serait certainement fort profitable pour la mise en place des automatismes nécessaires à cette activité.

RÉFÉRENCES

- [1] AJURIAGUERRA (J. de), AUZIAS (M.), DENNER (A.) : *L'écriture de l'enfant, I : L'évolution de l'écriture et ses difficultés*, Neuchâtel, Delachaux & Niestlé, 1971.
- [2] ALBARET (J. M.), SANTAMARIA (A.) : « Utilisation des digitaliseurs dans l'étude des caractéristiques motrices de l'écriture », *Évolutions psychomotrices*, 8, 33, 1996, pp. 115-119.
- [3] ATHENES (S.), GUIARD (Y.) : « Le développement des postures d'écriture : une étude comparative chez les droitiers et les gauchers », in *L'écriture, le cerveau, l'œil et la main*. C. Sirat, J. Irigoien et E. Pouille (eds), Paris, Brepols, 1990, pp. 59-73.
- [4] ALSTON (J.) : « The handwriting of seven to nine year olds », *British Journal of Special Education*, 12, 1985, pp. 68-72.
- [5] ASKOV (E.), GREFF (K. N.) : « Handwriting : Copying versus tracing as the most effective type of practice », *Journal of Educational Research*, 69, 1975, pp. 96-98.
- [6] BLOTE (A. W.), HAMSTRA-BLETZ (L.) : « A longitudinal study on the structure of handwriting », *Perceptual and Motor Skills*, 72, 1991, pp. 983-994.
- [7] FREEMAN (F. N.) : « Experimental analysis of the writing movement », *Psychological Review Monograph Supplement*, 17, 1914, pp. 1-46.
- [8] GRAHAM (S.), BERNINGER (V.), WEINTRAUB (N.), SCHAFER (W.) : « Development of handwriting speed and legibility in grades 1-9 », *Journal of Educational Research*, 92, 1998, pp. 42-52.
- [9] GROFF (P. J.) : « New speeds of handwriting », *Elementary English*, 38, 1961, pp. 564-565.
- [10] GROFF (P. J.) : « Who are the best writers –the left-handed or the right-handed ? », *Elementary School Journal*, 65, 1964, pp. 92-96.
- [11] HAMSTRA-BLETZ (L.), BLOTE (A. W.) : « A longitudinal study on dysgraphic handwriting in primary school », *Journal of Learning Disabilities*, 26, 1993, pp. 689-699.
- [12] HAYES (D.) : « Handwriting practice : The effects of perceptual prompts », *Journal of Educational Research*, 75, 1982, pp. 169-172.
- [13] HIRSCH (E.) : « The effects of letter formation practice and letter discrimination training on kindergarten handwriting performance », *Dissertation Abstracts*, 33, 6648A, 1973.
- [14] KARLSDOTTIR (R.) : « Print script as initial handwriting style : I. Effects on the development of handwriting », *Scandinavian Journal of Educational Research*, 40, 1996, pp. 161-174.

- [15] KARLSDOTTIR (R.): « Comparison of cursive models for handwriting instruction », *Perceptual and Motor Skills*, 85, 1997, pp. 1171-1184.
- [16] KARLSDOTTIR (R.), STEFANSSON (T.): « Problems in developing functional handwriting », *Perceptual and Motor Skills*, 94, 2002, pp. 623-662.
- [17] KIRK (U.): « The development and use of rules in the acquisitions of perceptual motor skills », *Child Development*, 52, 1981, pp. 299-305.
- [18] LURCAT (L.): *Études de l'acte graphique*, Paris, Mouton, 1974.
- [19] MAELAND (A. F.): « Handwriting and perceptual motor skills in clumsy, dysgraphic, and normal children », *Perceptual and Motor Skills*, 75, 1992, pp. 1207-1217.
- [20] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « Movement analysis of repetitive writing behavior of first, second and third grade primary school children », in *Graphonomics : Contemporary Research in Handwriting*, H. S. R. Kao, G. P. Van Galen et R. Hoosain (eds), Amsterdam, North-Holland, 1986, pp. 71-92.
- [21] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « The acquisition of skilled handwriting : discontinuous trends in kinematic variables », in *Cognition and action in skilled behavior*, A. M. Cooley et J. R. Beech (eds), Amsterdam, North Holland, 1988, pp. 273-281.
- [22] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « The production of connecting strokes in cursive writing », in *Computer recognition and human production of handwriting*, R. Plamondon, C. Y. Suen et M. L. Simner (eds), Singapore, World Scientific, 1989.
- [23] MEULENBROEK (R. G. J.), VAN GALEN (G. P.): « Perceptual motor complexity of printed and cursive letters », *Journal of Experimental Education*, 58, 1990, pp. 95-110.
- [24] MOJET (J. W.): « Characteristics of the developing handwriting skill in elementary education », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 53-75.
- [25] PAILLARD (J.): « Les bases nerveuses du contrôle visuo-manuel de l'écriture », in *L'écriture, le cerveau, l'œil et la main*, C. Sirat, J. Irigoien et E. Poulle (éd.), Paris, Brepols, 1991, pp. 23-52.
- [26] HELPS (J.), STEMPEL (L.), PECK (G.): « The children's handwriting scale : A new diagnostic tool », *Journal of Educational Research*, 79, 1985, pp. 46-50.
- [27] RUBIN (N.), HENDERSON (S. E.): « Two sides of the same coin : variations in teaching methods and failure to learn to write », *Special Education : Forward Trends*, 9, 1982, pp. 17-24.
- [28] SASSOON (R.), NIMMO-SMITH (I.), WING (A.): « An analysis of children's penholds », in *Graphonomics : Contemporary Research in Handwriting*, H. S. R. Kao, G. P. Van Galen et R. Hoosain (eds), Amsterdam, North-Holland, 1986, pp. 93-106.
- [29] SANDLER (A.), WATSON (T.), FOOTO (M.), LEVINE (M.), COLEMAN (W.), HOOPER (S.): « Neurodevelopmental study of writing disorders in middle childhood », *Developmental Behavioral Pediatrics*, 14, 1992, pp. 17-23.
- [30] SMITS-ENGELSMAN (B. C. M.), VAN GALEN (G. P.), PORTIER (S. J.): « Psychomotor aspects of poor handwriting in children », in *Contemporary Issues in Forensic, Developmental, and Neurological Aspects of Handwriting*, M. L. Simner, W. Hulstijn et P. L. Girouard (eds), Toronto, Association of Forensic Document Examiners, 1994.
- [31] SMYTH (M. M.), SILVERS (G.): « Functions of vision in the control of handwriting », *Acta Psychologica*, 65, 1987, pp. 47-64.
- [32] SOVIK (N.): « The effects of different principles of instruction in children's copying performances », *Journal of Experimental Education*, 45, 1976, pp. 38-45.
- [33] SOVIK (N.), ARNTZEN (O.), TEULINGS (H.-L.): « Interactions among overt process parameters in handwriting motion and related graphic production », *Journal of Human Movement Studies*, 8, 1982, pp. 103-122.
- [34] SOVIK (N.), FLEM MAELAND (A.), KARLSDOTTIR (R.): « Contextual factors and writing performance on normal and dysgraphic children », in *Computer Recognition and Human Production of Handwriting*, R. Plamondon, C. Y. Suen et M. L. Simner (eds), Singapore, World Scientific, 1989, pp. 333-347.
- [35] TEULINGS (H.-L.), THOMASSEN (A. J. W. M.), VAN GALEN (G. P.): « Invariants in handwriting : The information contained in a motor program », in *Graphonomics : Contemporary Research in Handwriting*, H. S. R. Kao, G. P. Van Galen et R. Hoosain (eds), Amsterdam, North-Holland, 1986, pp. 305-316.
- [36] THOMASSEN (A. J. W. M.), TEULINGS (H.-L.): « The development of handwriting », in *The Psychology of Written Language*, M. Martlew (éd.), New York, John Wiley, 1983, pp. 179-213.
- [37] THOMASSEN (A. J. W. M.), TEULINGS (H.-L.): « Time, size and shape in handwriting : Exploring spatio-temporal relationships at different levels », in *Time, Mind and Behavior*, J. A. Michon et J. L. Jackson (eds), Heidelberg, Springer Verlag, 1985, pp. 253-263.
- [38] VAN DORN (R. R. A.), KEUSS (P. J. G.): « Dysflency in children's handwriting », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 239-248.
- [39] VAN DORN (R. R. A.), KEUSS (P. J. G.): « Does the production of letter strokes in handwriting benefit from vision ? », *Acta Psychologica*, 85, 1993, pp. 275-290.
- [40] VAN GALEN (G. P.): « Handwriting : Issues for a psychomotor theory », *Human Movement Science*, 10, 1991, pp. 165-191.
- [41] VAN GALEN (G. P.), PORTIER (S. J.), SMITS-ENGELMANS (B. C. M.), SCHOMAKER (L. R. B.): « Neuromotor noise and poor handwriting in children », *Acta Psychologica*, 82, 1993, pp. 161-178.
- [42] VINTER (A.), MOUNOUD (P.): « Isochrony and accuracy of drawing movements in children : Effects of age and context », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 113-134.
- [43] VIVIANI (P.), SCHNEIDER (R.): « A developmental study of the relation between geometry and kinematics in drawing movements », *Journal of Experimental Psychology : Human Perception and Performance*, 17, 1991, pp. 198-218.
- [44] VIVIANI (P.), TERZUOLO (C.): « The organization of movement in handwriting and typing », in *Language Production*, vol. 2 : *Development, Writing and Other Language Processes*, B. Butterworth (ed.), Londres, Academic Press, 1983, pp. 103-146.
- [45] WANN (J. P.), KARDIRKAMANATHAN (M.): « Variability in children's handwriting : Computer diagnosis of writing difficulties », in *The Development of Graphic Skills*, J. Wann, A. M. Wing et N. Sovik (eds), Londres, Academic Press, 1991, pp. 223-236.
- [46] WRIGHT (C. D.), WRIGHT (J. P.): « The effectiveness of copying moving versus still models », *Journal of Educational Research*, 74, 1980, pp. 95-98.
- [47] ZESIGER (P.): *Écrire : approches cognitive, neuropsychologique et développementale*, Paris, puf, 1995.
- [48] ZESIGER (P.), DEONNA (T.), MAYOR (C.) « L'acquisition de l'écriture », *Enfance*, 3, 2000, pp. 295-304.
- [49] ZIVIANI (J.): « Some elaborations on handwriting speed in 7- to 14-year-olds », *Perceptual and Motor Skills*, 58, 1984, pp. 535-539.
- [50] ZIVIANI (J.), ELKINS (J.): « An evaluation of handwriting performance », *Educational Review*, 36, 1984, pp. 249-261.

Articulation de la parole et apprentissage de la lecture

S. RAYNAUD*, J. GENESTE**

* Orthophoniste, centre référent pour les troubles du langage. Service de Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent. CHU, BP 69, 63003 Clermont-Ferrand cedex 1.

** Chef du service de Psychiatrie de l'enfant et de l'adolescent. CHU, BP 69, 63003 Clermont-Ferrand cedex 1.

RÉSUMÉ : *Articulation de la parole et apprentissage de la lecture*

À partir d'une synthèse de travaux sur le développement de la conscience phonologique chez l'enfant, cet article étudie le rôle de la production dans la représentation du phonème. Il émet l'hypothèse que le système alphabétique étant grapho-phonémique, il s'appuie sur une représentation d'unités articulatoires. À partir de constatations cliniques sur les déficits de représentation motrice de la parole chez les enfants dyslexiques et sur l'utilisation de l'oralisation dans les pratiques de rééducation de la lecture, il plaide pour une prise en compte de l'articulation dans l'initiation au système alphabétique.

Mots clés : Conscience phonologique — Phonème — Syllabe — Schème acoustique — Schème articulatoire — Système alphabétique — Oralisation.

SUMMARY : *Speech articulation and reading acquisition*

From a synthesis of publications about development of phonological awareness in children, this paper investigates the role of production in representation of phoneme. It hypothesizes that the alphabetic system rests on a representation of articulatory units because this system is graphophonemic. From clinical observations about deficits of motor representation of speech in dyslexic children and about the use of oralisation in reading reeducation, this paper pleads to consider articulation in alphabetic system's initiation.

Key words : Phonological awareness — Phoneme — Syllable — Acoustic pattern — Articulatory pattern — Alphabetic system — Oralisation

RESUMEN : *Articulación de la palabra y aprendizaje de la lectura*

A partir de una síntesis de trabajos sobre el desarrollo de la conciencia fonológica del niño, este artículo estudia el papel de la producción en la representación de fonemas. Emite la hipótesis que el sistema alfabético siendo gráfico-fonémico, se apoya en una representación de unidades articulatorias. Refiriéndose a unas constataciones clínicas cerca al déficit de la representación motriz de la palabra en los niños disléxicos y a la utilización de la oralización en las prácticas de reeducación de la lectura, aboga por tomar en consideración la articulación en la iniciación al sistema alfabético.

Palabras clave : Conciencia fonológica — Fonema — Silaba — Esquema acústico — Esquema articulatorio — Sistema alfabético — Oralización.

Depuis une vingtaine d'années, un nombre impressionnant de travaux sur la lecture et sa pathologie a vu le jour. En 1999, une étude statistique a alerté les pouvoirs publics, révélant qu'en Europe 25 % des élèves quittaient l'école primaire sans maîtriser parfaitement la lecture et que 4 à 6 % de la population alphabétisée présentaient des troubles dyslexiques. Parallèlement, les cabinets d'orthophonie ont vu le nombre de demandes de rééducation de la lecture augmenter considérablement.

Pourtant, peu de travaux se sont intéressés à ce qui se passe dans la réalité quotidienne de l'apprentissage de la lecture et de la prise en charge de sa pathologie. Aucune

étude comparative sérieuse n'a été menée sur les différentes méthodes d'apprentissage et de rééducation utilisées, aucune recherche n'est allée objectivement observer à quoi l'on entraîne les enfants dans les classes de CP, dans les cabinets d'orthophonie, les CMP ou les RASED. Il existe peu de travaux sur l'interaction maître-élève ou sur l'interaction patient-thérapeute.

Or, à la lumière de vingt-cinq ans de pratique de l'orthophonie, il nous semble que nous ne pourrions pas comprendre la lecture et sa pathologie sans une observation rigoureuse des interactions maître-élève et thérapeute-patient ni sans une analyse de l'influence de ces interactions sur le développement de l'enfant.

Un point nous semble particulièrement important : la place accordée à l'oralisation au cours de l'apprentissage de la lecture et au cours de la rééducation de la dyslexie.

Lorsque l'on examine les pratiques rééducatives, on constate que, derrière l'apparente diversité des méthodes, un principe préside à toute thérapie de la lecture : le rapport constant entre le langage oral et écrit. L'oralisation, la prononciation d'énoncés, de mots, de syllabes ou de phonèmes est un procédé toujours utilisé. Les thérapies de la lecture accordent un soin tout particulier à la représentation du phonème et à sa correspondance avec le système de codage alphabétique. Pour parvenir à cette représentation du phonème, la production active du sujet est largement sollicitée. Deux types de procédés sont le plus généralement utilisés pour contourner les difficultés de discrimination auditive : les procédés audio-phonatoires et les suppléances gestuelles.

Dans les procédés audio-phonatoires, il s'agit d'introduire artificiellement des distorsions acoustiques dans des messages afin d'inciter le sujet à percevoir et analyser ce qu'il ne perçoit pas et n'analyse pas spontanément. Quel que soit l'artifice utilisé, quelle que soit la justification théorique ou clinique, le point central de ces méthodes reste le même : distordre le message pour obtenir du sujet un travail acoustique qui n'a pas été accompli spontanément, modifier artificiellement la structure acoustique de la parole pour permettre au sujet de discriminer les phonèmes à l'intérieur de la syllabe [3, 47].

Les suppléances gestuelles (comme la méthode Borel-Maisonny, créée dans les années 1960 par Suzanne Borel-Maisonny [5] ou la méthode Sensonaime, élaborée par Béatrice Sauvageot et Jean Mettelus dans les années 1990 [43], utilisent le geste comme un moyen palliatif pour accéder à la discrimination des phonèmes et des lettres. Le geste est considéré comme un intermédiaire entre le phonème et la lettre.

Ces techniques rééducatives reposent donc sur deux artifices. Le premier consiste à manipuler artificiellement les sons de la parole pour mettre en évidence la structure phonémique intra-syllabique. Le second consiste à utiliser un autre circuit que le canal auditif pour parvenir à la segmentation de la syllabe en phonèmes. Elles démontrent que la seule représentation acoustique des messages verbaux n'est pas considérée par les thérapeutes comme suffisante pour développer la conscience phonémique.

Lorsque l'on examine ce qui se passe en classe, on constate que l'oralisation de la lecture est relativement peu utilisée. D'une part, les conditions d'apprentissage de groupe ne permettent pas à l'élève d'être en position d'imitation directe et le feedback correctif joue peu.

D'autre part, l'oralisation est rarement considérée comme une base d'apprentissage par les enseignants de CP. Depuis les travaux de Goodman [15, 16], on a créé un clivage entre déchiffrement et compréhension du message et on a pris l'habitude, en début d'apprentissage, de focaliser l'attention des enfants sur la signification du message, les invitant à émettre des hypothèses sur ce qui est écrit, et négligeant de les inciter à mettre en correspondance la structure alphabétique des mots écrits et la structure phonologique des mots dits. On ne considère pas l'oralisation comme une production active participant à l'élaboration de la représentation verbale et à la compréhension, mais comme une sonorisation accessoire, voire gênante, au

point qu'il arrive parfois que l'on prohibe la production et que l'on suggère que la lecture intériorisée peut précéder l'oralisation [8]. Lorsque, généralement dans un second temps, l'on s'intéresse au codage alphabétique, on considère les phonèmes sous l'angle acoustique et non sous l'angle articuloire. On considère comme acquis que les lettres représentent les sons de la parole. De nombreux ouvrages d'apprentissage de la lecture utilisent les symboles suivants : « j'entends » avec le dessin d'une oreille et la représentation du phonème en alphabet phonétique international, « je vois » avec le dessin d'un œil et la représentation de la lettre. On oublie l'indissociabilité de la réalité acoustique de la parole et de l'acte de phonation, on ne tient pas compte du rôle de l'articulation des mots dans les procédures d'installation de la lecture.

Il nous semble donc qu'il existe une différence fondamentale entre ce que fait l'enfant en classe et ce qu'il fait en rééducation : l'oralisation de la lecture et l'utilisation de la production orale par l'enfant comme base d'accès au système alphabétique. Nous sommes en droit de nous demander si cette production n'assure pas l'essentiel de la fonction rééducative et d'émettre l'hypothèse que l'articulation de la parole est un élément clé de l'apprentissage de la lecture. Plusieurs arguments théoriques étayent cette hypothèse.

LE SYSTÈME ALPHABÉTIQUE EST UN SYSTÈME GRAPHO-PHONÉMIQUE

La lettre est une symbolisation graphique du phonème. Le système alphabétique repose donc sur la structure phonémique du langage, c'est-à-dire moins sur la sonorité des mots que sur le geste qui sert à les produire, car rien ne nous permet d'affirmer que les phonèmes sont des sons. « On ne peut réduire la langue au son, ni détacher le son de l'articulation buccale », disait déjà Ferdinand de Saussure [10]. « Les phonèmes d'une langue ne sont pas des sons, mais simplement des traits phoniques liés ensemble, que les sujets parlants ont été entraînés à produire et à reconnaître dans le flux des sons de parole » écrivait Jakobson quarante ans plus tard [23]. Un certain nombre de travaux, dont au premier rang ceux de Liberman et Mattingly [29], montrent que la représentation du phonème dépend non seulement de sa discrimination acoustique, mais encore et surtout des représentations de schèmes articuloires. « La correspondance entre percepts et gestes est plus forte que la correspondance entre percepts et sons... il n'existe tout simplement aucun moyen de définir une catégorie phonétique en termes uniquement acoustiques. » [29] Les auteurs en déduisent que les objets de la perception de la parole ne devraient pas être recherchés dans la « surface » acoustique, mais dans les causes, en l'occurrence les processus moteurs sous-jacents. Pour Liberman et Mattingly [29], nous percevons les mouvements articuloires de l'autre, voire ses intentions motrices, grâce aux sons qu'il émet et rendent simplement ses mouvements audibles. Si nous retrouvons à travers la surface acoustique, la structure articuloire sous-jacente, c'est parce que chaque auditeur est aussi locuteur. Il est donc capable de mettre dans la chaîne de traitement per-

ceptif sa propre connaissance de la chaîne de production. Pour Liberman et Mattingly, « perception et production sont simplement deux faces d'une même monnaie » [29]. La fonction linguistique repose sur des oppositions binaires, une opposition syllabique telle que [par] [bar] est largement suffisante pour *comprendre* la parole, [P] et [B] étant alors traités non comme des unités distinctes, mais comme les traits distinctifs des syllabes, selon les termes de Jakobson : « Le principe pivot de la structure syllabique réside dans le contraste entre traits distinctifs successifs à l'intérieur de la syllabe. Une partie de la syllabe tranche sur les autres » [23]. Par contre, pour *produire* la parole, les sujets sont obligés de positionner leurs organes phonatoires de manière très précise. L'opposition [par] [bar] repose sur la présence ou l'absence d'une vibration laryngée au cours de l'obstruction bilabiale. La représentation articulatoire du phonème est donc indispensable à la production. Cette représentation ne s'appuie pas sur une simple succession de mouvements, mais sur une organisation de schèmes complexes du fait des phénomènes de co-articulation [29].

La conversion des signes écrits en schèmes articulatoires nous semble donc fondamentale pour accéder à la représentation et à la compréhension du message écrit. Ces schèmes sont constitués de mouvements des organes phonatoires et de sensations proprioceptives de tensions, détentes, souffles, vibrations, etc. Ils sont, bien entendu, hautement sémantisés. Une fois l'apprentissage du code terminé et automatisé, le lecteur est entré dans une phase de représentation directe, autrement dit un langage intérieur, appelé « boucle articulatoire » qui est « un processus de contrôle lié à l'articulation ou à la répétition sub-vocale » selon P. Lecocq [28]. Ce qui laisse supposer que le lecteur habile se parle à lui-même quand il lit silencieusement un texte et que l'écriture alphabétique ne remplace pas l'oreille de celui qui entend, mais la bouche de celui qui parle.

Au cours du codage graphique, la parole entendue est reproduite au moyen du geste de la main et non plus de celui de la bouche, main qui a l'avantage d'être munie d'un stylo, et ainsi laisse une trace durable. La clé du décodage consiste à retrouver le geste buccophonatoire dans la trace que la main a laissée sur le support où elle a tracé les signes. Ce que le sujet fait lorsqu'il produit de la parole, la façon dont il agence, organise et se représente ses mouvements articulatoires doivent donc être pris en compte dans les pédagogies de la lecture. On ne peut faire l'impasse sur les sensations qu'éprouve un enfant à percevoir les mots se former contre ses organes buccophonatoires. On ne peut ignorer la frustration imposée à un petit apprenti lecteur de six ans quand on lui demande de comprendre une parole désincarnée, si on ne lui permet pas de retrouver le chemin qui va du mot au corps. Son expérience précédente était celle d'un langage appartenant au corps, au sien et à celui de sa mère et de ceux qui, devant lui, produisaient des séquences signifiantes parce qu'attachées à une personne vivante et réelle. Pour certains enfants, la découverte de l'écrit, c'est-à-dire d'un langage sans corps, est un véritable choc. Pour les enfants non habitués au récit, pour ceux qui ont peu fréquenté les livres, cette expérience vient heurter leur expérience précédente. Chez les enfants présentant des séquelles de retard de parole la structure du système alphabétique rencontre

une organisation acoustico-articulatoire défaillante. Ils n'ont pas suffisamment d'appui pour l'intégrer.

Il n'est pas question ici, bien évidemment, de ne considérer que le système de codage en faisant abstraction de l'importance de la signification du message. Tout problème de langage est un problème de lien entre signifiant et signifié. L'un n'existe pas sans l'autre. Mais pour établir ce lien, pour entrer en communication, il faut que les protagonistes de l'acte de communication possèdent un code commun. Il faut que ce qui est codé par l'un soit décodé par l'autre. Pour pouvoir projeter notre expérience dans ce qu'autrui dit ou écrit, pour faire entrer en résonance notre connaissance du monde et la sienne, il faut que nous accédions à l'identification de son message.

LE DÉVELOPPEMENT COGNITIF CONSISTE EN UNE MENTALISATION PROGRESSIVE DE L'ACTION

On le sait depuis Piaget [38, 39]. Dans la période sensori-motrice, l'enfant met en relation les différents schèmes sensori-moteurs et cherche à retrouver le geste ayant exercé par hasard « une action intéressante sur les choses » [38].

Lors des étapes d'acquisition du langage, les jeunes enfants mettent en corrélation les images sensori-motrices et les sonorités qui en découlent. Ils expérimentent progressivement que pour produire une syllabe, perçue par eux comme le plus petit élément acoustique des mots, il faut passer par une organisation articulatoire, points et modes d'articulation. Ils mettent en correspondance des sonorités, des praxies buccophonatoires et des situations. De Boysson-Bardies a démontré que les capacités d'analyse acoustique et les capacités articulatoires évoluent de manière parallèle [4].

Pendant la période préverbale, le bébé développe une série de jeux vocaux au cours desquels il joue à faire varier les intonations, les successions, les durées. Il joue avec ses articulateurs, claque la langue, ouvre et ferme la bouche, etc. « Il est probable que ces jeux lui permettent de découvrir, d'une part, les relations entre l'intensité et la durée du son qu'il produit et, d'autre part, le mode d'agencement des articulateurs nécessaires à cette production » [4].

Une expérience de Meltzoff et Moor [32] a démontré que, dès les premiers jours, le bébé tire la langue, ouvre la bouche ou ferme les yeux quand, en face de lui, un adulte produit ces gestes de façon répétitive. Vers 2 mois, l'unité de segmentation acoustique est la syllabe, qui « est perçue comme un tout plutôt que comme une combinaison d'éléments distincts » [4].

La discrimination acoustique des consonnes n'apparaît qu'un peu plus tard, comme l'ont démontré Werker et Tees [49]. Cette discrimination paraît liée aux débuts de la reconnaissance des mots. Elle se manifeste particulièrement vers 10-12 mois et coïncide avec la production du babil. L'enfant retient alors les consonnes pertinentes dans sa langue, tout en perdant la capacité à discriminer les contrastes consonantiques non pertinents.

Cette capacité d'analyse acoustique infrasyllabique est liée à la reconnaissance des mots et à l'exercice de

l'articulation à travers le babil, c'est-à-dire à la capacité nouvelle de l'enfant de mettre en correspondance schèmes articulatoires et schèmes auditifs en trouvant comment articuler ce qu'il entend. « Le babillage n'est pas le langage, mais il est un langage qui fournit un cadre pour le développement de la parole... Dans le babillage, l'enfant commence à produire des syllabes... la syllabe est l'unité rythmique de base des langues naturelles » (De Boysson-Bardies [4]).

Nous constatons que, lorsque l'enfant est apte à articuler les syllabes, il commence à discriminer, à l'intérieur de celles-ci, les traits distinctifs que sont les phonèmes, tout en commençant à isoler des mots. Il segmente rythmiquement le continuum sonore en syllabes, et il coordonne ses articulateurs pour produire ces syllabes, par imitation. Les schèmes acoustiques syllabiques rencontrent les schèmes articulatoires phonémiques, créant ainsi le cadre sensorimoteur à l'intérieur duquel la fonction symbolique peut s'épanouir.

Le langage naît donc du travail colossal auquel se livre l'enfant en exerçant ses praxies buccophonatoires d'une part, et en développant ses gnosies auditives d'autre part et de l'association qu'il peut faire entre ces différents schèmes et les situations vécues.

Cette expérience, comme toute expérience humaine, dépend des capacités imitatives de l'individu et s'inscrit dans l'interaction. La parole de la mère et les vocalises du bébé accompagnent les situations capitales de l'existence : manger, apaiser les tensions, se faire toiletter, etc. La mère sait parfaitement et intuitivement s'adapter aux capacités linguistiques de son bébé, en réglant le registre de sa voix, en adoptant un ton affectueux et en articulant clairement et plus lentement les mots, comme l'ont démontré Ferguson [12] ou Stern [46].

Ces différents travaux permettent d'émettre l'hypothèse qu'il existe deux types d'unités distinctes liées entre elles : des unités articulatoires, les phonèmes, dont la représentation est avant tout kinesthésique et des unités acoustiques plus larges, les syllabes, dont la représentation est surtout auditive. La conscience phonologique nous semble être la connexion des schèmes articulatoires phonémiques et des schèmes acoustiques syllabiques.

IL EXISTE UNE FORTE CORRÉLATION ENTRE CONSCIENCE PHONOLOGIQUE ET MAÎTRISE DU SYSTÈME ALPHABÉTIQUE

D'innombrables travaux l'ont démontré [28, 19, 48, 45, 9, 34]. Des études auprès de populations non alphabétisées ont démontré que ces sujets ne pouvaient pas isoler les phonèmes. Pour P. Lecocq, « il est extrêmement probable que de manière générale la conscience phonémique ne se développe qu'avec l'apprentissage de la lecture, qui donne un contenu symbolique (les lettres puis les graphèmes) à une réalité linguistique abstraite » [28]. Pour J. Morais « l'habileté à analyser intentionnellement la parole en phonèmes est très intimement liée à l'apprentissage de la lecture dans le système syllabique » [34]. Il a démontré qu'un adulte illettré traitait les syllabes, mais ne pouvait pas traiter les phonèmes. Il est important de préciser que son

expérience portait sur l'aspect acoustique de la parole, la consigne était : « Combien de sons y a-t-il dans fop ou bien quel est le premier son ? » On n'a pas demandé au sujet : « Que se passe-t-il dans votre bouche quand vous commencez à prononcer [fop] ou quand vous finissez de le dire ? La matérialisation des différents phonèmes par des pièces, une pièce pour [f], une pièce pour [o], une pièce pour [p], n'aidait pas le sujet.

Par ailleurs on ne compte plus le nombre de travaux ayant démontré que les enfants possédant une mauvaise conscience phonologique présentaient beaucoup plus de risques de devenir dyslexiques que le reste de la population [1, 30, 28, 31, 40].

Considérer que la conscience du phonème dépend du système alphabétique et que l'intégration du système alphabétique dépend de la maîtrise du phonème conduit à une impasse que des chercheurs comme Gombert [17, 18] contournent en parlant d'« épiphonologie » pour la sensibilité intuitive à la phonologie, et de « métaphonologie » pour la conscience phonologique. Selon Lecocq [28] et Morais [34], les enfants posséderaient des bases de maîtrise de la phonologie qui seraient en quelque sorte un point d'ancrage à partir duquel ils pourraient comprendre le système alphabétique. Leur confrontation au système alphabétique leur permettrait en retour d'affiner leurs compétences phonologiques.

À la lumière des travaux sur le développement prélinguistique et de la théorie motrice de la perception de la parole de Liberman et Mattingly [29], nous pouvons nuancer l'interprétation des travaux de psycholinguistique sur le rapport entre conscience phonologique et maîtrise de la lecture.

Les analphabètes, enfants non encore alphabétisés ou adultes ne l'ayant jamais été, ne sont pas capables d'analyser acoustiquement une syllabe en phonèmes parce que ce niveau d'analyse n'est pas pertinent pour la compréhension de la parole. La représentation d'une segmentation syllabique est largement suffisante.

Dans le système alphabétique les syllabes ne sont pas représentées et doivent être construites par association de lettres. L'apprentissage du code alphabétique a donc pour opération première la découverte de la structure syllabique non codée à partir de la structure phonémique codée par les lettres. La lecture alphabétique ne peut donc pas s'appuyer sur la représentation acoustique syllabique. Elle doit faire appel à la représentation phonémique, c'est-à-dire à la représentation d'unités de type articulatoire et s'appuyer sur l'habileté à se représenter les mouvements de la parole nécessaires à la production des syllabes.

Une série de travaux [33, 20] ont démontré que les adultes dyslexiques éprouvaient des difficultés à accéder aux représentations articulatoires.

Pour une majorité des enfants, une pratique minimale de la production est sans doute suffisante pour repérer la parole dans l'écrit. Mais certains d'entre eux ne peuvent le faire seuls. Dans notre expérience clinique quotidienne, nous avons pu observer plusieurs centaines d'enfants, encore fragiles sur le plan linguistique, que la confrontation au système alphabétique a totalement et parfois irrémédiablement désorientés. Ils ont intégré le système alphabétique sur un mode déficitaire, faisant abstraction d'un élément essentiel à son intégration : le rapport à la production. La répétition jour après jour de ces procédures incomplètes a

aggravé leurs difficultés de langage, transformant des retards de développement en troubles parfois irréversibles et finalement métabolisés à un point tel qu'ils sont devenus un élément constitutif de leur mode de pensée et de leur organisation cérébrale [14, 21].

Il n'est pas étonnant que le cerveau des dyslexiques soit différent de celui des non dyslexiques. Il est sans doute plus proche de celui du lecteur d'icônes que de celui du lecteur de lettres. L'écriture est du dessin qui doit être traité comme du langage, du visuel qui doit être traité comme de l'audiophonatoire, sa maîtrise suppose l'inhibition du mode naturel d'accès à la représentation visuelle. C'est une opération cognitive périlleuse, c'est sans doute un grand bouleversement dans l'organisation cérébrale. Cette opération a été étudiée par A. Bullinger [7]. « Dans "l'espace écologique" et aussi dans celui des représentations picturales, l'exploration visuelle est organisée à la guise du sujet, qui choisit son "menu" perceptif dans le spectacle potentiel... Dans "l'espace de lecture", au cours de ce parcours visuel arbitrairement et fermement imposé par un consensus social qui est grossièrement reflété dans le texte, le regard a pour tâche de repérer des objets à certains égards radicalement différents des objets concrets offerts à une exploration "banale" : des signes graphiques dont il faut extraire les traits pertinents, en vue de reconstituer un sens qui leur est extérieur. »

Certains enfants ont besoin d'expérimenter de manière intensive l'oralisation de la lecture pour connecter les schèmes visuographiques de l'écrit et les schèmes acoustico-articulatoires de l'oral et ainsi intégrer le système alphabétique et parvenir à la lecture intériorisée. Il ne s'agit pas tant pour eux de sonoriser le corpus écrit pour l'entendre que de l'articuler pour l'intégrer dans leur propre corps. Cette expérimentation est d'autant plus efficace qu'elle est précoce dans la hiérarchie des étapes de l'apprentissage, car il existe pour l'intégration du système alphabétique, comme pour tous les secteurs du développement de l'enfant, des périodes sensibles, c'est-à-dire des fenêtres temporelles durant lesquelles l'influence de l'expérience a un effet significatif sur le comportement. L'expérience est indispensable à l'apparition du comportement de lecteur, à tel point qu'une institution consacre un temps et une énergie colossale à alphabétiser les populations.

L'expérience quotidienne des enfants dyslexiques nous montre que leur interdire l'oralisation, c'est leur interdire la compréhension. Oraliser ne consiste pas seulement à sonoriser pour entendre la parole. Oraliser c'est utiliser la production pour donner une réalité sensori-motrice au message. « Le geste, c'est l'homme », disait Marcel Jousse [25] dans l'anthropologie du geste en 1955, « l'homme ne connaît que ce qu'il reçoit en lui-même et ce qu'il rejoue ». Les enfants de 6 ans ne sont pas des petits linguistes, certains n'ont pas la capacité de sémantiser des tracés en court-circuitant les étapes intermédiaires de mise en correspondance des signes graphiques, des sonorités et des mouvements buccophonatoires. Certains ne retrouvent pas l'acte de parole dans les signes écrits. Ils ne peuvent pas faire directement le lien mental qui permet de passer d'une représentation à une autre. Un petit enfant de 6 ans n'est pas toujours en mesure d'accéder à une parole sans corps. C'est une expérience nouvelle, qui peut parfois même être traumatisante pour lui. « L'écriture est magie visuelle, miracle qui donne corps aux silences et aux sons,

figures à la pensée. Mais par l'opération alchimique de la lecture, elle s'enracine à nouveau dans la parole, redonnant vie et souffle au texte mystérieusement pétrifié, lui rendant les couleurs de la voix », écrit Anne Zali [27] dans *L'Aventure des écritures*. La pensée pure n'existe pas, la pensée est incarnée dans le corps de l'homme et elle filtre par sa bouche. Le phonème est le souffle du locuteur, sonorisé par son larynx, freiné ou bloqué par ses lèvres et sa langue et nasalisé par le mouvement du voile de son palais. Le phonème émane de la pensée et s'enracine dans le corps. La parole est vivante, mouvante et possède la chaleur du souffle humain. Et c'est cette parole qui est couchée sans vie sur une feuille de papier. Le rôle du lecteur est de lui redonner vie. L'oralisation est en quelque sorte l'incarnation du texte. Il est bien évident que lorsque l'apprentissage est terminé, l'oralisation n'est plus nécessaire. Le mouvement de la parole est inscrit mentalement.

DEUX TYPES D'ENFANTS DYSLEXIQUES

Parmi les enfants dyslexiques qui peuplent les cabinets d'orthophonie on rencontre principalement deux types d'enfants :

- Des enfants particulièrement lents, ayant des difficultés dans l'évocation des mots, et élaborant leur pensée verbale laborieusement.
- Des enfants dont le profil linguistique est tout le contraire, avec un vocabulaire riche, une pensée rapide, elliptique, et un langage bousculé par une rapidité d'évocation en avance sur les capacités articulatoires.

Ceci peut paraître étonnant à première vue, pourtant, il est évident que les uns et les autres n'ont pas une bonne représentation motrice du mot. À partir des sonorités qu'ils entendent, ils ne peuvent pas de manière suffisamment fine et suffisamment automatique produire un schème moteur ; à partir des signes visuels, ils ne le pourront pas non plus. Il y a dans leur schéma de parole une connexion défaillante qui ne leur permet pas d'apprendre à lire par les moyens mis à leur disposition par l'école. Cette connexion peut être défaillante parce que le substrat cérébral s'y prête mal, ou du fait d'une souffrance qu'ils ont subie à la naissance ou du fait d'une fragilité familiale.

Mais elle peut aussi être défaillante parce qu'elle n'a pas été suffisamment entraînée à la période où elle devait l'être.

Les raisons à cela peuvent être une défaillance de l'audition due à une otite chronique dépistée trop tard. Chez ces enfants, c'est le mauvais *feedback* auditif qui a freiné la représentation motrice de l'articulation du mot. Ne pouvant pas vérifier par l'oreille s'ils prononçaient correctement, ils ont construit des schémas flous pour lesquels les oppositions les plus fines, comme l'opposition voisée non voisée des occlusives, n'ont pas trouvé de place.

Pour d'autres enfants, c'est le mauvais contrôle moteur qui les a empêchés de construire le schème phonémique. Ayant du mal à contrôler leur motricité fine, ils ont une représentation assez grossière de la façon dont ils articulent les mots, et donc des divisions articulatoires que sont les phonèmes. Leur motricité dérape quand il s'agit de contrôler si la langue est à plat ou pointée vers le palais, si les lèvres sont projetées ou étirées, etc. Ils produisent des

mots à l'aide de syllabes grossières dont l'agencement moteur manque de précision. Leurs schèmes moteurs de la parole sont imprécis.

D'autres encore ont été des bébés peu communicatifs ou ont eu des parents peu communicatifs ou sont nés à un moment de l'histoire familiale où on n'a pas pu communiquer suffisamment avec eux. Ils ont donc manqué d'entraînement, tout bêtement. Ils n'ont pas assez expérimenté la manière dont l'entourage produisait les mots et la manière dont eux-mêmes pouvaient le faire. Une enquête menée dans notre service par C. Raynaud sous la direction de C. Martinot [41] pour un mémoire de maîtrise de psychologie, a montré une forte corrélation entre la capacité des enfants à manipuler des phonèmes dans une épreuve d'élimination du phonème initial, et le fait qu'ils aient été signalés par leurs parents comme des bébés peu babilleurs.

L'expérience clinique nous incite à penser qu'un travail centré sur l'activation sensori-motrice des lettres peut aider ces enfants à apprendre à lire. Quatre enfants peuvent illustrer notre propos : Jé, Jo, P et E.

Jé est âgé de 7 ans et 10 mois et triple son CP quand il nous arrive en septembre 2002. Aucune lecture de mots ou de syllabes n'est possible (score de 0 à la lecture de logatomes de M. Plaza), il ne reconnaît pas toutes les lettres au test de la BELEC (batterie d'évaluation du langage écrit du laboratoire de psychologie expérimentale de l'université libre de Bruxelles). Sa conscience phonologique est inférieure aux normes des enfants de 5 ans à la batterie NEEL. Son niveau de langage à la batterie ELO est excellent tant sur le plan de la compréhension que sur le plan de la production. Au cours de l'expression spontanée, il parle beaucoup mais trop vite et il « mange » les mots, il a un vocabulaire riche et spontané. Il présente des troubles massifs de régulation de l'attention. Une rééducation orthophonique et un soutien psychothérapeutique pendant une année scolaire n'ont pas eu d'effets sur ses difficultés de lecture.

Jo est âgée de 9 ans quand nous la rencontrons. Elle a présenté un mutisme et a un long passé de rééducation du langage. Son histoire est compliquée : elle a subi une souffrance néonatale, a fait beaucoup d'otites, a eu une convulsion à 4 ans et demi. Ses parents ont eu l'un et l'autre des difficultés de langage. Sa scolarité a été chaotique : 2 GSM, 2 CP. Elle entre en CE1 car il n'y a ni CLISS ni CLAD dans son école. Son orthophoniste n'a jamais abordé la lecture avec elle, compte tenu de ses trop grandes difficultés de langage et de parole. Elle n'a aucune acquisition en lecture quand elle vient nous consulter, ne reconnaît pas toutes les lettres à la BELEC. Elle ne parvient pas à exécuter les manipulations phonologiques pour enfants non lecteurs de la NEEL. Son bilan de langage avec ELO évoque une dysphasie phonologique-syntaxique. Elle présente des troubles majeurs de la production, carence lexicale, difficultés syntaxiques et phonologiques. Le décalage est moins important pour la compréhension (1 an pour le lexique en réception, 2 ans pour la compréhension de phrases). Au cours de l'expression spontanée, elle cherche ses mots, les déforme et fait de nombreuses fautes de syntaxe.

Ces enfants présentent des profils psychologiques et linguistiques à l'opposé l'un de l'autre. Ils représentent des cas extrêmes et se situent aux deux pôles de la population des enfants à risque. Leur point commun est l'absence de

lecture après plusieurs années d'apprentissage. C'est la raison pour laquelle leurs pédiatres respectifs nous demandent de tenter quelque chose. Nous convenons de suspendre leurs prises en charge et de leur proposer un programme de rééducation par activation sensori-motrice des lettres pendant une année scolaire, à un rythme de deux séances par semaines. À la fin de l'année scolaire, ces deux enfants entrent dans la lecture.

Jé peut être testé à la batterie LMCR (lecture de mots et compréhension révisée). Il obtient une vitesse de lecture faible (11 mots minute). Le profil d'identification de mots écrits révèle la persistance de sévères difficultés d'assemblage, mais l'enfant parvient à une bonne suppléance mentale et obtient un score de CE1 à la compréhension immédiate et de CE2 après autocorrection. Son score à la lecture de logatomes de M. Plaza est de 6/12. Une amélioration de son comportement en classe est signalée par ses enseignants. Il peut accéder à la classe supérieure. Sa maman signale qu'il cherche à lire (étiquettes, affiches et petits textes).

Jo entre plus difficilement dans la lecture. Elle reste très angoissée par les mesures de sa lecture et refuse l'épreuve de lecture en une minute. Elle ne parvient pas non plus à exécuter l'épreuve d'identification de mots écrits, elle a trop peu de lecture pour porter un jugement sur les mots. Mais elle reconnaît toutes les lettres à l'épreuve de lecture de mots de la BELEC. Elle parvient à lire les mots courts fréquents et simples, les mots courts rares et simples et même quelques non-mots courts et simples. Sa durée de traitement est très allongée par rapport aux normes de CE1 du test. Elle réussit les manipulations phonologiques de la NEEL pour enfants non lecteurs. Alors qu'elle refusait tout contact avec les livres, elle cherche à lire. L'enseignant signale une meilleure participation verbale en classe.

P. et E. sont deux jumeaux. Ils consultent à l'âge de 4 ans pour un retard massif de parole et langage. Après un suivi sur le plan du langage par deux orthophonistes différentes, ils conservent des troubles phonologiques à l'entrée au CP. Leurs orthophonistes continuent à les suivre au cours de l'année d'apprentissage de la lecture en utilisant le même programme d'activation sensori-motrice des lettres. À la fin du CP, les deux enfants savent lire, ils obtiennent un score de fin de CP au test de vitesse de lecture de L'ALOUETTE et un score de CE1 à l'épreuve de compréhension de la LMCR. Leur retard de parole continue à régresser.

Ces observations cliniques nous confortent dans notre hypothèse que le passage par l'oralisation et l'interaction directe sont utiles aux enfants présentant des difficultés d'accès à la lecture. Elles font actuellement l'objet d'une étude plus approfondie dans le cadre d'un mémoire de DEA.

Elles mettent en évidence les faits suivants :

- Des enfants non lecteurs sont sensibles au même programme d'entraînement alors même qu'ils présentent des profils psychologiques et linguistiques différents, des âges différents, des cursus scolaires différents.
- Le fait d'être pris en charge dans le cadre d'une relation thérapeutique ne peut pas être le facteur principal de leurs progrès puisque ces enfants ont déjà bénéficié d'un suivi sans aucun effet sur leur lecture. L'influence du

thérapeute ne peut pas être le seul facteur, P. et E. ayant des thérapeutes différents.

- Des enfants pour qui ce programme est proposé à titre préventif ne développent pas de troubles de la lecture.
- L'amélioration du transcodage par l'oralisation a un effet positif sur la compréhension, mais aussi sur la conscience phonologique. Elle est associée à une amélioration du comportement.

Il nous paraît donc très souhaitable d'analyser les effets d'un apprentissage oralisé de la lecture chez les enfants à risque, présentant des retards de parole ou des difficultés sensori-motrices. De telles études pourraient permettre d'éliminer un biais qui, à l'heure actuelle, entache les travaux sur la dyslexie : l'absence de prise en compte de la manière dont les enfants ont été guidés et initiés à la lecture, en classe ou en dehors de l'école.

Pour Jousse [25], comme pour Piaget [38, 39], la base de l'intelligence est l'imitation gestuelle : « Le geste c'est l'homme... dit Marcel Jousse. Le geste, c'est l'énergie vivante qui propulse cet ensemble global qu'est l'anthropos... Notre écriture a tout momifié... C'est précisément parce que les éducateurs ignorent trop les lois anthropologiques et manient des outils inadaptés à l'enfant, que les psychiatres reçoivent tant de résidus de ces inadaptations, car l'enfant meurt sous l'algébrose qu'on lui inflige. »

RÉFÉRENCES

- [1] ALÉGRIA (J.), PIGNOT (E.), MORAIS (J.) : « Phonetic analysis of speech and memory codes in beginning readers », *Memory & Cognition*, 10, 1982, pp. 451-456.
- [2] BADDELEY (A. D.), LEWIS (V. J.) : « Inner active processes in reading : The inner voice, the inner ear and the inner eye », in *Inactive Processes in Reading*, Hillsdale, Erlbaum, 1981.
- [3] BELLER (I.) : « La rééducation sémiophonique de la dyslexie développementale », *ANAE*, 29, 1994, pp. 168-179.
- [4] BOYSSON-BARDIES (B.) : *Comment la parole vient aux enfants ?*, Paris, Odile Jacob, 1996.
- [5] BOREL-MAISONNY (S.) : *Langage oral et écrit*, Lausanne, Delachaux & Niestlé, 1966.
- [6] BRAUN-CLAUDE (M. J.) : *Neuropsychologie du développement*, Paris, Flammarion, 2000.
- [7] BULLINGER : « Conditions et aspects sensori-moteurs de la lecture », in *La lecture*, Paris, L'Harmattan, 1990.
- [8] CHARMEUX (E.) : *Apprendre à lire : échec à l'échec*, Éd. Milan, 1998.
- [9] CONTENT (A.) : « La reconnaissance des mots écrits : approche connexionniste », in *La reconnaissance des mots dans différentes modalités sensorielles. Données et modèles en psychologie cognitive*, Paris, PUF, 1991.
- [10] DE SAUSSURE (F.) : *Cours de linguistique générale*, Paris, Payot, 1967.
- [11] FERGUSON (C. A.) : « Baby talk as a simplified register », in *Talking to Children : Language Input and Acquisition*, Cambridge, Cambridge University Press, 1997.
- [12] FERGUSON (C. A.) : « Baby talk in six languages », *American Anthropologist*, 66, 1964, pp. 103-114.
- [13] FRITH (U.) : « Beneath the surface of developmental dyslexia », in *Surface Dyslexia*, Londres, LEA, 1985.
- [14] GALABURDA (A. M.), SHERMAN (G. F.), ROSEN, ABOITIZ, GESHWIND (N.) : « Developmental dyslexia : Four consecutive patients with cortical anomalies », *Ann. Neurol.*, 18, 1985, pp. 222-233.
- [15] GOODMAN : « Reading : A psycholinguistic guessing game », in *Theoretical Models and Process of Reading*, Newark, International Reading Association, 1976.
- [16] GOODMAN (K. S.), GOODMAN (Y. M.) : « Learning to read is natural », in *Theory and Practice of Early Reading*, Hillsdale, LEA, 1979.
- [17] GOMBERT (J. E.) : « Le rôle des capacités métalinguistiques dans l'acquisition de la langue écrite », *Repères*, 3, 1991, pp. 143-156.
- [18] GOMBERT (J. E.) : « Les activités métalinguistiques comme objet d'étude de la psycholinguistique cognitive », *Bulletin de Psychologie*, 44, 399, 1991, pp. 92-99.
- [19] GOUGH (P. B.), HILLINGER : « Learning to read : an unnatural act », *Bulletin of the Orton Society*, 30, 1980, pp. 180-196.
- [20] GRIFFITHS (S.), FRITH (U.) : « Evidence for an articulatory awareness deficit in adult dyslexics », *Dyslexia*, 8, 2002, pp. 14-21.
- [21] HABIB (M.) : *Dyslexie, le cerveau singulier*, Marseille, Solal, 1997.
- [22] HYND (G. W.), SEMRUD-CLIKEMAN (M.), LORYS (A. R.), NOVEY (E. S.), ELIOPULOS (D.) : « Brain morphology in development dyslexia and attention deficit disorder/hyperactivity », *Arch. Neurol.*, 47, 1990, 919-926.
- [23] JAKOBSON (R.) : *Essais de linguistique générale*, Paris, Les Éd. de Minuit, 1963.
- [24] JOHN (C.), ADAIR (M. D.), RONALD (L.), SCHWARTZ (R. L.), DAVID (J. G.), WILLIAMSON (D. J.), RAYMER (A. M.), HEILMAN (K. M.) : « Articulatory Processes and phonologic dyslexia », *Neuropsychiatry, Neuropsychology, and Behavioral Neurology*, 12, 2, 1999, pp. 121-127.
- [25] JORM (A. F.), SHARE (D. L.), MATTHEWS (R.), MACLEAN (R.) : « Behaviour problems in specific reading retarded and general reading backward children : A longitudinal study », *Journal Child Psychol. Psychiat.*, 27, 1986, pp. 33-43.
- [26] JOUSSE (M.) : *L'anthropologie du geste*, Paris, Gallimard, 1974.
- [27] HEILMAN (K. M.), VAELLER (K.), ALEXANDER (A. W.) : « Developmental Dyslexia : A motor-articulatory feedback hypothesis », *Ann. Neurol.*, 39, 1996, pp. 407-412.
- [28] ZALI (A.), BERTHIER (A.) : *L'aventure des écritures*, Paris, Bibliothèque Nationale de France, 1997.
- [29] LECOCQ (P.) : *Apprentissage de la lecture et dyslexie*, Liège, Mardaga, 1991.
- [30] LIBERMAN (A. M.), MATTINGLY (I.) : « The motor theory of speech perception revised », *Cognition*, 21, 1985, pp. 1-36.
- [31] LIBERMAN (I. Y.), SHANKWEILER : « Phonology and the problems of learning to read and write », *Remedial and Special Education*, 6, 1985, pp. 8-17.
- [32] LUNDBERG (I.), OLOFSSON (A.), WALL (S.) : « Reading and spelling skills in the first school years predicted from phonemic awareness skills in kindergarten », *Scandinavian Journal of Psychology*, 21, 1980, pp. 159-173.
- [33] MELTZOFF (A. N.), MOORE (M. K.) : « Imitation of facial and manual gestures by human neonates », *Science*, 198, 1977, pp. 75-78.

- [34] MONTGOMERY (D.): « Do Dyslexics have difficulty accessing articulatory information ? », *Psychological Research*, 43, 1981, pp. 235-243.
- [35] MORAIS (J.): *L'art de lire*, Paris, Odile Jacob, 1994.
- [36] MORTON: « An information-processing account of reading acquisition », in *From Reading to Neurons*, Cambridge, MIT Press, 1989.
- [37] PEEREMAN (R.): « Lecture, écritures, orthographes », in *La lecture : processus, apprentissage, troubles*, Lille, PUL, 1992.
- [38] PEEREMAN (R.): « Adressage et assemblage phonologique dans la prononciation des mots écrits alphabétiquement », *Liaisons HESO*, 23-24, 1994, pp. 91-109.
- [39] PIAGET (J.): *La naissance de l'intelligence chez l'enfant*, Lausanne, Delachaux & Niestlé, 1977 (2^e éd.).
- [40] PIAGET (J.): *Le langage et la pensée chez l'enfant*, Lausanne, Delachaux & Niestlé, 1989 (10^e éd.).
- [41] PLAZA (M.): « Impact des difficultés de langage sur la conscience phonologique d'enfants scolarisés en grande section de maternelle », *ANAE*, 43, 1998, pp. 93-98.
- [42] RAYNAUD (C.), MARTINOT (C.): « La dyslexie comme révélateur d'un trouble de langage précoce », *Mémoire de maîtrise de psychologie*, Université Toulouse-Le Mirail, 2002.
- [43] RIEBEN (L.), PERFETTI: « L'apprenti lecteur » in *Textes de base en psychologie*, Neuchatel, Delachaux & Niestlé, 1989.
- [44] SAUVAGEOT (B.), METELLUS (J.): *Vive la dyslexie*, Paris, Éd. Nils, 2002.
- [45] SÉRON (X.), JEANNEROD (M.): *Neuropsychologie humaine*, Liège, Mardaga, 1994.
- [46] STANOVICH (K. E.): « Matthew effects in reading : Some consequences of individual differences in the acquisition of literacy », *Reading Research Quarterly*, 21, 1986, pp. 360-406.
- [47] STERN (D. N.), SPIEKER (S.), BARNETT (R. K.), MACKAIN (K.): « The prosody of maternal speech : Infant age and context related changes », *Journal of Child Language*, 10, 1983, pp. 1-15.
- [48] TALLAL (P.): « Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities », *Brain & Lang.*, 9, 1980, pp. 182-198.
- [49] VELLUTINO (F.), SCANLON (D.): « Phonological coding, phonological awareness, and reading ability : Evidence from a longitudinal and experimental study », *Merrill-Palmer Quarterly*, 33, 1987, pp. 321-363.
- [50] WERKER (J. F.), TEES (R. C.): « Cross-language speech perception : Evidence for perceptual reorganization during the first year of life », *Infant Behaviour and Development*, 7, 1984, pp. 49-63.

Effet de l'exploration visuo-haptique et haptique de lettres dans les entraînements de préparation à la lecture

F. BARA*, E. GENTAZ**, P. COLÉ*

* Laboratoire de Psychologie et Neurocognition (CNRS UMR-5105), Université de Savoie, Domaine de Jacob Bellecombette, BP 1104, 73011 Chambéry Cedex. E-mail : florence.bara@univ-savoie.fr.

** Laboratoire « Cognition et Développement » (CNRS UMR-8607), Université René-Descartes (Paris V), 71, avenue Édouard-Vaillant, 92774 Boulogne-Billancourt Cedex, France.

RÉSUMÉ : *Effet de l'exploration visuo-haptique et haptique de lettres dans les entraînements à la lecture.*

Cet article présente une synthèse des travaux sur les effets des entraînements destinés à favoriser l'acquisition de la lecture chez les jeunes enfants. Beaucoup de ces recherches ont étudié les effets d'entraînements destinés à développer la conscience phonémique. Les résultats montrent que seuls les entraînements destinés à développer la conscience phonémique des enfants (par rapport à des enfants entraînés uniquement avec des activités sémantiques) améliorent significativement les performances en lecture. Par ailleurs, des études complémentaires montrent que ces effets bénéfiques peuvent être amplifiés si on ajoute dans ces entraînements un travail sur la connaissance des lettres et des associations graphèmes-phonèmes. Des études récentes révèlent que ces entraînements ont des effets plus bénéfiques encore sur les performances en lecture lorsque l'exploration des lettres n'est pas seulement visuelle mais également visuo-haptique (tactilo-kinesthésique) et haptique. Cet effet bénéfique de l'ajout de la modalité haptique pourrait s'expliquer par les différentes spécificités fonctionnelles des modalités sensorielles et en particulier par leur mode d'exploration respectif mis en œuvre à 5 ans.

Mots clés : Main — Toucher — Apprentissage de la lecture — Conscience phonémique — Connaissance des lettres.

SUMMARY : *Impact of visual-haptic and haptic exploration of letters in preparation for reading acquisition.*

This article presents a synthesis of studies on reading acquisition training programs. Many researches evaluated the effects on kindergarten children of training aimed at developing phonemic awareness. The results showed that this kind of training improves significantly reading performances. Some complementary researches showed that these trainings can be improved if they are associated with exercises on learning of letter identity and letter-sound correspondences. Some recent studies revealed that the way of exploring letters have an impact on reading. When the letters are explored by mean of the haptic mode the reading performances are better than when they are only explored visually. This beneficial effect can be due to the different functional specificities of the sensory modes in question (vision or haptic) and in particular to their respective exploratory mode in five years old children.

Key words : Hand — Touch — Reading acquisition — Phoneme awareness — Letter knowledge.

RESUMEN : *Efecto de la exploración visuo-háptica y háptica de las letras en los entrenamientos de preparación a la lectura.*

Este artículo presenta una síntesis de los trabajos sobre el efecto de entrenamiento destinado a favorecer la adquisición de la lectura de los niños jóvenes. Muchas investigaciones han estudiado los efectos de los entrenamientos destinados a desarrollar la conciencia fonética. Los resultados subrayan que solos los entrenamientos destinados a desarrollar la conciencia fonética de los niños (en relación con los niños entrenados únicamente con actividades semánticas) mejoran significativamente los resultados en lectura. Además, unos estudios complementarios demuestran que esos efectos benéficos pueden ser amplificados al añadir a esos entrenamientos un trabajo sobre el

conocimiento de la letras y de las asociaciones entre grafemas y fonemas. Un estudio reciente revela que esos entrenamientos se muestran más benéficos aún a la lectura cuando la exploración de las letras no es solamente visual sino también visual-háptica y háptica. Los efectos benéficos al añadir la modalidad háptica podrían explicarse por las diferentes especificidades de las modalidades sensoriales y más particularmente por sus modos de exploración respectivos realizados a 5 años.

Palabras clave : *Mano — Tocar — Aprendizaje de la lectura — Conciencia fonémica — Conocimiento de las letras.*

INTRODUCTION

Lorsqu'on apprend à lire dans un système alphabétique, il faut nécessairement découvrir comment fonctionne le code écrit et comprendre notamment le principe qui relie les unités graphiques (les lettres) et les unités phoniques (les sons). Ainsi, pour apprendre à lire, l'enfant doit parvenir à découvrir ce que l'on nomme le principe alphabétique, c'est-à-dire comprendre que les mots parlés sont représentés à l'écrit par une transcription particulière de leur structure phonologique (e.g., les sons qui les composent à l'oral et leur combinaison). Une des principales solutions proposées pour aider l'enfant dans cette découverte consiste à lui faire prendre conscience que les mots parlés sont constitués de séquences de sons élémentaires, les phonèmes.

LES ENTRAÎNEMENTS CLASSIQUES

Effets des entraînements à la conscience phonémique

Les recherches en psychologie cognitive montrent que le niveau de conscience phonémique des enfants (e.g., leur capacité à manipuler intentionnellement les phonèmes d'un mot parlé) est étroitement lié à leur niveau en lecture [10] [20]. Des chercheurs ont ainsi élaboré des entraînements de lecture ayant pour objectif de développer la conscience phonémique des enfants. Pour cela, on utilise des exercices à l'oral, dans lesquels les enfants doivent effectuer une tâche particulière sur les sons d'un mot (isolement, identification, ajout et suppression, segmentation, fusion de phonèmes). La prise de conscience que les mots parlés sont constitués de séquences de phonèmes est une acquisition critique pour l'apprentissage de la lecture puisqu'elle va permettre aux enfants de comprendre le principe alphabétique mais également d'utiliser une procédure de lecture phonologique, qui consiste à traduire la séquence de lettres du mot lu en une séquence de sons correspondants [10] [20].

Effets des entraînements à la conscience phonémique associés à des exercices sur la connaissance des lettres et des correspondances graphèmes-phonèmes

D'autres recherches montrent que l'association d'un travail destiné à développer la conscience phonémique à des exercices centrés autour de l'apprentissage de l'identité des lettres et des associations lettres-sons permettrait d'optimiser l'effet de ce type d'entraînement et de faciliter

davantage l'apprentissage de la lecture. C'est ce que suggèrent les résultats des recherches menées par Byrne et Fielding-Barnsley [6] [7]. Après ce type d'entraînement, les enfants de 5 ans présentent des capacités métaphonémiques et une lecture de mots significativement plus importantes que celles d'un autre groupe d'enfants, entraînés uniquement avec des activités sémantiques (groupe contrôle). Le support visuel des lettres aiderait à mieux comprendre le principe alphabétique, en fournissant des symboles concrets pour représenter les phonèmes. Les exercices de conscience phonémique et ceux sur la connaissance des lettres et des associations graphèmes-phonèmes jouent donc des rôles positifs et complémentaires sur l'apprentissage de la lecture.

Les entraînements multisensoriels chez les enfants en difficulté de lecture

Les travaux portant sur les troubles d'apprentissage de la lecture suggèrent qu'une des difficultés résiderait dans le travail d'élaboration des connexions entre les représentations orthographiques des lettres et les représentations phonologiques correspondantes [5]. Plus précisément, le problème de certains apprentis-lecteurs proviendrait de la difficulté à établir des liens entre l'image visuelle des mots et leur image auditive. C'est pour tenter de remédier à cette difficulté que ces auteurs ont préconisé l'utilisation d'une méthode « multisensorielle » d'apprentissage de la lecture qui ne sollicite pas uniquement les modalités sensorielles visuelle et auditive comme c'est le cas habituellement, mais également la modalité haptique (tactilo-kinesthésique) manuelle. Ainsi, le recours à la modalité haptique manuelle fournirait un moyen de favoriser la connexion entre l'image visuelle d'un mot et son « image auditive ». Cette approche multisensorielle se situe dans la continuité de certaines activités pédagogiques proposées par Montessori [17] [18].

Des études assez anciennes ont permis de constater un effet bénéfique de cette approche sur la remédiation des difficultés de lecture. Ainsi, Fernald [8] a proposé une technique « de tracé multisensoriel » à des enfants présentant des retards de lecture. Cette technique consiste à tracer avec son index un mot écrit tout en le prononçant et le regardant. Ofman et Shaevitz [19] se sont inspirés de cette technique et ont comparé l'efficacité du « tracé multisensoriel » et celle du « tracé visuel » et de la « simple lecture » dans une tâche d'apprentissage de mots nouveaux écrits. La technique du « tracé visuel » consiste à demander à l'enfant de suivre avec les yeux un mot qui s'écrit progressivement. Les résultats révèlent que les faibles lecteurs (âgés de 13 ans) sont significativement plus aptes à apprendre des mots nouveaux avec les techniques du « tracé multisensoriel » et du « tracé visuel » (qui ne diffé-

rent pas entre elles) qu'avec la technique de la « simple lecture ». Ainsi, les auteurs font l'hypothèse que c'est l'induction d'un mouvement d'exploration (visuo-haptique ou visuel) dans l'appréhension d'un mot écrit qui faciliterait son apprentissage chez ce type de lecteurs. Dans une perspective similaire, Hulme [13] montre que, chez des enfants de 8-9 ans, la mémorisation de figures graphiques abstraites est favorisée par une exploration visuo-haptique. Il observe des résultats similaires avec des lettres chez des enfants en difficulté de lecture et des enfants normo-lecteurs.

Chez les enfants en grande section de maternelle

Dans une étude récente, nous avons évalué chez de jeunes enfants pré-lecteurs en grande section de maternelle l'effet d'un entraînement multisensoriel de préparation à la lecture incluant la modalité haptique manuelle (tactilo-kinesthésique) [9]. Deux groupes d'enfants ont été appariés sur plusieurs critères : âge, sexe, niveau de vocabulaire, niveau de performance non verbale, capacités métaphonologiques, connaissance de l'alphabet et lecture de pseudo-mots. Chacun des deux groupes a suivi un programme d'entraînement spécifique de préparation à la lecture : un

entraînement « HVAM » ou un entraînement « VAM ». L'entraînement « HVAM » (haptique-visuel-auditif-métaphonologique) sollicite les modalités haptique, visuelle et auditive, et l'entraînement « VAM » (visuel-auditif-métaphonologique) sollicite uniquement les modalités visuelle et auditive. Ces deux entraînements proposent de façon commune des exercices destinés à développer la conscience phonémique, la connaissance de certaines lettres et associations lettres-sons. Cependant, le travail de prise de connaissance de l'identité des lettres est basé sur une exploration visuo-haptique et haptique dans l'entraînement HVAM (*figures 1 et 2*) et sur une exploration uniquement visuelle dans l'entraînement VAM. Chaque entraînement est composé de plusieurs séances (une par semaine), chacune centrée autour de l'apprentissage d'un son et de la lettre correspondante. Les séances se déroulent toujours de la même manière (*tableau 1*). Chaque séance d'entraînement a une durée de vingt-cinq minutes environ et se déroule dans une salle isolée du bruit dans le but d'optimiser l'attention des enfants. Ces derniers, par groupe de 5 ou 6, sont assis autour d'une table de manière à favoriser les interactions. La participation de chacun d'entre eux est sollicitée au cours des différents exercices.

Tableau 1. Déroulement des séances d'entraînement

Entraînement HVAM	Entraînement VAM
<p>La comptine : chaque séance commence par la lecture d'une comptine qui contient le son étudié en un grand nombre d'exemplaires. Les enfants tentent de repérer le son qui va faire l'objet de la séance. La comptine est ensuite répétée phrase par phrase par les enfants, ce qui leur permet de prononcer plusieurs fois le son, et de se familiariser avec celui-ci.</p> <p>Les posters : on présente aux enfants des images correspondant soit à des mots qui commencent ou finissent par le son cible, soit à des mots distracteurs (qui ne contiennent pas le son). Parmi six mots, chaque enfant doit trouver les trois mots qui commencent par le son étudié. Puis, ils doivent trouver parmi six autres mots, les trois qui finissent par ce son.</p>	
<p>Exploration haptique des lettres Les enfants vont explorer tactilement des lettres en relief, de grande puis de petite taille, et parcourir avec leur index les courbes de la lettre. L'exploration se fait d'abord les yeux ouverts (<i>fig. 1</i>), puis les yeux fermés. Un test de discrimination tactile est ensuite effectué. Il consiste à distinguer la lettre apprise pendant la séance d'une lettre distractrice qui lui ressemble physiquement et ce après exploration haptique des deux lettres (<i>fig. 2</i>).</p>	<p>Exploration visuelle des lettres Jeu de barrage : les enfants ont pour tâche de barrer sur une feuille toutes les lettres cibles parmi des lettres distractrices. Jeu de pioche : ils vont piocher chacun à leur tour, parmi plusieurs lettres face cachée, une lettre et la placer dans une des deux boîtes posées sur la table (une boîte pour la lettre étudiée et une boîte pour toutes les autres lettres).</p>
<p>Le jeu de cartes : plusieurs images sont étalées sur la table. Les enfants doivent choisir chacun à leur tour une image qui correspond à un mot commençant par le son cible. Puis ils doivent choisir parmi d'autres images, celle qui illustre un mot qui finit par le son appris. Ce jeu s'achève lorsqu'il ne reste plus d'image cible à trouver.</p>	

Figure 1. Exploration visuo-haptique d'une grande lettre en mousse.

Figure 2. Discrimination haptique entre la lettre cible et une lettre distractrice.

Les performances ont été mesurées avant et après les entraînements par deux épreuves destinées à évaluer la compréhension du principe alphabétique (tests de lecture de pseudo-mots et de reconnaissance des lettres) et par trois épreuves de conscience phonologique (test de rimes, d'identification de phonèmes en position initiale et finale dans les mots). Les résultats révèlent une amélioration de la lecture de pseudo-mots plus importante après l'entraînement HVAM qu'après l'entraînement VAM.

Figure 3. Nombre moyen de pseudo-mots (maximum 8) lus en pré-test et en post-test en fonction du type d'entraînement (d'après Gentaz, Colé et Bara, 2003).

Par ailleurs, une amélioration similaire après les deux entraînements est observée dans tous les autres tests. L'ajout de la modalité haptique semble amplifier les effets bénéfiques de ce type d'entraînement sur le niveau de lecture des enfants. Ces effets bénéfiques pourraient s'expliquer par les caractéristiques de la modalité haptique manuelle.

LA MODALITÉ HAPTIQUE MANUELLE

Les spécificités fonctionnelles générales

La perception haptique ou tactilo-kinesthésique résulte de la stimulation de la peau issue des mouvements actifs d'exploration de la main entrant en contact avec les objets. À la déformation mécanique de la peau, s'ajoute celle des muscles, des articulations et des tendons qui résulte des mouvements d'exploration. Ces mouvements sont intentionnels, auto-initiés et le plus souvent pluri-articulaires. La principale caractéristique de la modalité haptique est son caractère successif [11]. En effet, pour compenser l'exiguïté du champ perceptif tactile (limité à la zone de contact des doigts avec l'objet) et appréhender les objets dans leur intégralité, des mouvements volontaires, d'une amplitude variant en fonction de la taille de ce qu'il faut percevoir, doivent être produits. Il en résulte une appréhension morcelée, plus ou moins cohérente, parfois partielle et toujours très séquentielle des objets, qui charge lourdement la mémoire de travail et qui nécessite, en fin d'exploration, un travail mental d'intégration et de synthèse pour aboutir à une représentation unifiée de l'objet. Des mouvements spécifiques d'exploration doivent être exécutés pour percevoir haptiquement chaque propriété

des objets. Ainsi, pour percevoir la forme, la procédure exploratoire la plus adaptée est le « suivi de contours », c'est-à-dire le traçage par l'index des contours de l'objet [14]. Ce traçage est nécessairement séquentiel et les données sont obtenues de manière fragmentaire et successive. Pour appréhender la forme dans son ensemble, il faut structurer et reconstruire les données. Ainsi, la perception haptique implique un important travail cognitif.

Le système perceptif haptique peut appréhender presque toutes les propriétés auxquelles accède la vision. Les objets étant multidimensionnels, ils possèdent une valeur sur des dimensions telles que la texture, la localisation, l'orientation, la taille, la forme, etc. Dans la vision, toutes les dimensions sont perçues de façon quasi simultanée (à quelques millisecondes près). Ceci n'est pas le cas dans la modalité haptique en raison de son mode d'exploration qui rend la perception très séquentielle. En raison de ses spécificités, cette modalité est mieux adaptée pour appréhender les propriétés matérielles des objets (surtout la texture) et reste sensiblement moins performante que la vision dans le domaine spatial [15] [16].

L'une des hypothèses, déjà mentionnée, relative aux difficultés d'apprentissage de la lecture chez les enfants propose que ces difficultés pourraient être la conséquence d'une difficulté à relier l'image visuelle et l'image auditive des mots. Les différences de fonctionnement de ces deux modalités (visuelle et auditive) pourraient permettre d'expliquer pourquoi l'association entre la lettre, traitée visuellement, et le son, traité auditivement, serait difficile à établir pour les jeunes enfants. En effet, la vision, caractérisée par sa quasi-simultanéité, reste la modalité la mieux adaptée pour traiter et se représenter des stimuli spatiaux tels que les lettres. En revanche, l'audition, caractérisée par sa plus grande séquentialité, est mieux adaptée pour traiter des stimuli temporels tels que les sons de la parole. La modalité haptique, quant à elle, partage des caractéristiques avec la modalité auditive mais également avec la modalité visuelle. En effet, tout en ayant un fonctionnement très séquentiel, elle est également une modalité spatiale car son exploration ne se déroule pas de façon linéaire et selon un ordre imposé, la main ayant la possibilité de revenir en arrière, d'explorer dans n'importe quelle direction, de repasser plusieurs fois sur les mêmes parties du stimulus, de la même façon que l'œil explore une scène ou une image de grande dimension. Ainsi, le percept tactile final dépend de la qualité des mouvements d'exploration effectués et de la qualité de la synthèse mentale faite à l'issue de l'exploration.

L'effet positif de l'ajout de la modalité haptique dans un programme de préparation à l'apprentissage de la lecture pourrait ainsi s'expliquer par les spécificités fonctionnelles des différentes modalités sensorielles sollicitées. Un objet peut être vu, entendu et touché. C'est ce lien qui permet dès le plus jeune âge d'extraire des invariants pour construire une représentation cohérente et unifiée de l'objet. Cette intégration intermodale assure la cohésion des connaissances perceptives et permet des économies d'apprentissage. Le toucher et la vision entretiennent des relations très étroites et les perceptions tactiles sont en permanence confrontées, modifiées et coordonnées aux perceptions visuelles correspondantes. Dans une perception bi-sensorielle, les deux modalités sont activées simultanément. Lorsque ces modalités permettent d'accéder à des

propriétés distinctes d'un même objet, une coordination entre les différentes informations est nécessaire pour préserver l'unité de l'objet. Les modalités ont alors des fonctions complémentaires. Ainsi, la stimulation visuelle d'un objet, la stimulation tactile associée à sa saisie et la stimulation auditive émise par celui-ci sont coordonnées pour qu'un seul et même objet soit perçu. Quand les deux modalités perçoivent la même propriété de l'objet (informations redondantes), il faut assigner la même valeur à cette propriété en dépit des stimulations spécifiques reçues. Ainsi, un objet manipulé et regardé doit conserver sa forme, sa taille et sa texture indépendamment du système sensoriel qui l'explore. Les cas de décorrélation (conflits perceptifs) peuvent nous renseigner sur le degré d'intégration intersensorielle et sur le poids relatif des modalités en conflit. Dans le cas de conflits relatifs à une propriété spatiale de forme, les adultes comme les enfants de 4-5 ans vont faire un compromis entre la vision et le toucher, c'est-à-dire qu'ils vont donner des réponses qui tiennent compte partiellement des données tactiles et des données visuelles [12]. On retrouve dans les situations de conflit perceptif, le fonctionnement à la fois complémentaire et spécialisé des modalités perceptives visuelle et haptique.

Les spécificités de l'appréhension haptique des objets par les jeunes enfants

Les recherches qui étudient le développement de l'appréhension des objets en vision et en haptique permettent de mieux cerner les caractéristiques de l'exploration haptique chez les jeunes enfants et ainsi de mieux comprendre son apport bénéfique dans les exercices sur la connaissance des lettres et des associations lettres/sons. Nous avons vu que dans la vision, toutes les dimensions sont perçues quasi simultanément, alors que dans la modalité haptique, la perception est très séquentielle. C'est pourquoi la perception haptique semble moins « globale » et plus « analytique » que la perception visuelle.

Les travaux sur les classifications perceptives ont permis de constater qu'en vision, les jeunes enfants (4-5 ans) ont tendance à classer les objets par « similarité globale » (prenant en compte des valeurs semblables mais non identiques sur deux ou plusieurs dimensions), alors que les adultes font des classements par « dimension » (basés sur le regroupement d'objets ayant une même valeur sur une dimension). En d'autres termes, de nombreuses dimensions sont traitées de façon globale (intégrée) par les enfants (4-5 ans) puis deviennent séparées chez l'adulte. Ceci a été attribué aux difficultés de l'attention sélective des jeunes, qui les empêchent de dissocier les propriétés, et au fait que les enfants ne privilégient pas, comme les adultes, le critère d'identité dans leurs classifications [2] [3]. Berger et Hatwell [4] ont obtenu dans la modalité haptique des résultats différents de ceux qu'on connaît en vision, et ce en raison de la spécialisation des procédures exploratoires et du caractère partiel de l'exploration des enfants, l'accès aux différentes propriétés est séquentiel et incomplet. En effet, il n'y a pas, chez les enfants, de prédominance du classement par similarité sur le classement dimensionnel. À 5 et 9 ans, les réponses majoritaires sont dimensionnelles, ce qui semble résulter des caractéristiques de l'exploration. À 5 ans, les enfants ont des mains de

petite taille, des doigts très fins et une exploration partielle et peu active. Ainsi, les jeunes enfants perçoivent isolément des éléments qui dans la vision sont groupés en une unité structurale difficilement sécable. En haptique, les dimensions sont perçues séparément au début puis, à la fin du traitement, sont intégrées en un tout unifié. Au contraire, en vision, les premières phases du processus sont globales, puis les dimensions sont extraites et analysées séparément. C'est pourquoi, en haptique, les classements sont en majorité dimensionnels chez les enfants et par similarité chez l'adulte, alors que c'est l'inverse qui est observé en visuel. Cette explication a été confirmée en montrant que, si on impose aux adultes une exploration globale en haptique et séquentielle en visuel, les résultats sont modifiés : il y a alors une augmentation des classements dimensionnels en haptique, et une augmentation des classements par similarité en visuel.

La séquentialité de l'exploration haptique

La séquentialité de l'exploration haptique est la raison pour laquelle la perception haptique semble moins « globale » et plus « analytique » que la perception visuelle. Ainsi, l'ajout de la modalité haptique obligerait l'enfant à traiter les lettres de manière plus séquentielle et donc plus analytique, ce qu'il ne fait pas naturellement lorsque les lettres sont présentées uniquement visuellement. De ce fait, l'exploration haptique faciliterait le lien entre le traitement visuel de la lettre et le traitement auditif du son correspondant.

Très récemment, nous avons déterminé si c'est la séquentialité de l'exploration haptique ou l'exploration haptique en elle-même qui pourrait expliquer les effets bénéfiques de l'entraînement multisensoriel de préparation à la lecture [1]. Pour cela, nous avons comparé trois entraînements de préparation à la lecture. Les entraînements VAM et HVAM (identiques à ceux de la précédente étude) sont comparés à un nouvel entraînement VAM-séquentiel, dans lequel l'exploration des lettres se fait visuellement et séquentiellement (les lettres se dessinant progressivement sur un écran d'ordinateur). Après l'entraînement HVAM (exploration visuo-haptique et haptique des lettres), les enfants ont obtenu de meilleures performances en lecture de pseudo-mots et en reconnaissance de lettres qu'après l'entraînement VAM. L'entraînement VAM-séquentiel donne des performances intermédiaires. Les résultats suggèrent donc que la séquentialité de l'exploration permettrait d'expliquer partiellement l'effet bénéfique de l'ajout de la modalité haptique.

CONCLUSION

Les bénéfices d'un entraînement de la conscience phonémique sur le niveau de lecture ont été répliqués de multiples fois dans les expériences et supportent l'idée que l'instruction de la conscience phonémique est efficace pour aider les enfants à comprendre le principe alphabétique. Ces recherches ont permis de mettre en évidence l'un des déterminants essentiels des premiers progrès en lecture et en même temps l'une des clés de prévention de l'échec de cet apprentissage. Les entraînements qui associent un travail d'apprentissage de l'identité des lettres et des associa-

tions lettres-sons avec des exercices destinés à développer la conscience phonémique semblent être encore plus efficaces. Ils constituent une bonne préparation à l'apprentissage de la lecture et ce d'autant plus si la prise de connaissance des lettres se fait par le toucher. En effet, l'exploration visuo-haptique et haptique des lettres semble être plus efficace que la simple exploration visuelle. Cet effet bénéfique de l'ajout de la modalité haptique dans les exercices sur la connaissance des lettres et des associations lettres/sons pourrait s'expliquer par les différentes spécificités fonctionnelles des modalités sensorielles et en particulier par leur mode d'exploration respective mis en œuvre à 5 ans. L'ajout de la modalité haptique obligerait l'enfant à traiter les lettres étudiées de manière plus séquentielle et donc plus analytique, ce qu'il ne fait pas lorsque les lettres sont présentées uniquement visuellement. L'exploration haptique faciliterait ainsi le lien entre l'image visuelle et l'image auditive de la lettre.

RÉFÉRENCES

- [1] BARA (F.), GENTAZ (E.), COLÉ (P.), SPRENGER-CHAROLLES (L.) : « The visuo-haptic and haptic exploration of letters increases the kindergarten-children's reading acquisition », sous presse.
- [2] BERGER (C.), HATWELL (Y.) : « Dimensional and overall similarity classifications in haptics : A developmental study », *Cognitive Development*, 8, 1993, pp. 495-516.
- [3] BERGER (C.), HATWELL (Y.) : « Development of analytic vs global processing in haptics : The perceptual and decisional determinants of classification skills », *British Journal of Developmental Psychology*, 13, 1995, pp. 143-162.
- [4] BERGER (C.), HATWELL (Y.) : « Developmental trends in haptic and visual free classifications : Influence of stimulus structure and exploration on decisional processes », *Journal of Experimental Child Psychology*, 63, 1996, pp. 447-465.
- [5] BRYANT (P.), BRADLEY (L. L.) : *Children's Reading Problems*, Oxford Blackwell, 1985.
- [6] BYRNE (B.), FIELDING-BARNESLEY (R.) : « Acquiring the alphabetic principle : A case of teaching recognition of phoneme identity », *Journal of Educational Psychology*, 82, 1990, pp. 805-812.
- [7] BYRNE (B.), FIELDING-BARNESLEY (R.) : « Evaluation of a program to teach phonemic awareness to young children », *Journal of Educational Psychology*, 83, 1991, pp. 451-455.
- [8] FERNALD (G.) : *Remedial Techniques in Basic School Subjects*, New York, McGraw-Hill, 1943.
- [9] GENTAZ (E.), COLÉ (P.), BARA (F.) : « Évaluation d'entraînements multisensoriels de préparation à la lecture chez les jeunes enfants de grande section de maternelle : étude sur la contribution du système haptique manuel », *L'Année psychologique*, 104, 2003, pp. 561-584.
- [10] GOMBERT (J. E.), COLÉ (P.) : « Activités métalinguistiques, lecture et illettrisme », in *L'acquisition du langage au-delà de 3 ans*, M. Kail, M. Fayol, Paris, PUF, 2, 2000, pp. 117-150.
- [11] HATWELL (Y.), STRERI (A.), GENTAZ (E.) : *Toucher pour connaître. Psychologie cognitive de la perception haptique manuelle*, Paris, PUF, 2000.
- [12] HERSHBERGER (W.), MISCEO (G.) : « Touch dominates haptic estimates of discordant visual-haptic size », *Perception and Psychophysics*, 58, 1996, pp. 1124-1132.
- [13] HULME (C.) : « The interaction of visual and motor memory for graphic forms following tracing », *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31, 1979, pp. 249-261.
- [14] LEDERMAN (S. J.), KLATZKY (R.) : « Hand movements : A window into haptic object recognition », *Cognitive Psychology*, 19, 1987, pp. 342-368.
- [15] LEDERMAN (S. J.), KLATZKY (R.) : « Extracting object properties through haptic exploration », *Acta Psychologica*, 84, 1993, pp. 29-40.
- [16] LEDERMAN (S. J.), KLATZKY (R.) : « Action for perception : Manual exploratory movements for haptically processing objects and their features », in *Hand and Brain : The Neurophysiology and Psychology of Hand Movements*, A. M. Wing, P. Haggard, J. R. Flanagan, New York, Academic Press, 1996, pp. 431-446.
- [17] MONTESSORI (M.) : *The Montessori Method*, Londres, Heinemann, 1915.
- [18] MONTESSORI (M.) : *Pédagogie scientifique, la maison des enfants*, Alençon, Desclée de Brouwer, 1958.
- [19] OFMAN (W.), SHAEVITZ (M.) : « The kinesthetic method in remedial reading », *Journal of Experimental Education*, 3, 1963, pp. 317-320.
- [20] SPRENGER-CHAROLLES (L.), COLÉ (P.) : *Lecture et dyslexie : approche cognitive*, Dunod, 2003.

Le rôle du geste dans les apprentissages numériques : les stratégies de dénombrement chez les patients infirmes moteurs cérébraux

A.-S. LECOINTRE*,**, V. CAMOS*

* Laboratoire Cognition et Développement, Institut de Psychologie, Université René-Descartes, 71, avenue Édouard-Vaillant, F-92774 Boulogne-Billancourt Cedex.

** Lehrstuhl IV, Institut für Psychologie, Bayerische Julius Maximilians Universität, Röntgering 10, D-97070 Würzburg. E-mail : a.sophie.lecointre@marine-mamal-cognition.de.

RESUMÉ : *Le rôle du geste dans les apprentissages numériques : les stratégies de dénombrement chez les patients présentant des déficiences motrices.*

Différentes études ont montré l'importance des activités motrices dans les apprentissages numériques. Le rôle joué par les activités motrices dans ces apprentissages trouverait leur source dans le dénombrement, une activité qui requiert la coordination d'une activité motrice, le pointage manuel, et l'énonciation verbale des mots-nombres. Dans cette étude, nous nous intéressons aux capacités de dénombrement chez des enfants et adolescents ayant des troubles d'exécution du geste de pointage. Comme nous l'avions prédit, ces patients présentaient un retard dans la mise en œuvre du dénombrement. Ce retard était également relevé dans la mise en place des différentes stratégies de dénombrement. Enfin, malgré leur handicap, les patients présentant une déficience gestuelle utilisaient massivement le geste de pointage.

Mots clés : Geste — Dénombrement — Pointage — Stratégies — Infirmité motrice cérébrale.

SUMMARY : *The role of gesture in numerical acquisition : Numeration strategies in patients suffering from cerebral palsy.*

Several research studies showed the importance of motor activities in numerical learning. The role of motor activities in those learning should come from counting which requires the coordination between a motor activity, the manual pointing, and the verbal enunciation of number-words. In this study we focused on counting abilities of children and adolescents with difficulties in the pointing gesture. As we predicted, those patients showed a delay in the development of counting skills and strategies. Finally, despite their handicap, those patients used tremendously the manual pointing.

Key words : Gesture — Numeration — Pointing — Strategies — Cerebral palsy.

RESUMEN : *El papel del gesto en el aprendizaje numérico : la estrategia de recuento en los pacientes presentando deficiencias motoras.*

Diferentes estudios han demostrado la importancia de las actividades motoras en el aprendizaje numérico. El papel de la actividad motora en el aprendizaje parece tener sus raíces en el recuento, una actividad que necesita la coordinación de una actividad motora, el marcado manual, y la enunciación verbal de las palabras-números. En este estudio, nos interesaremos en las capacidades de recuento del niño y el adolescente que tienen trastornos cerca a la ejecución de los gestos de marcado. Como lo habíamos pronosticado, esos pacientes presentan un retraso en la realización del recuento. Este retraso se ha detectado también en la realización de diferentes estrategias de recuento. Por fin, a pesar de ser incapacitados, los pacientes que sufren de una deficiencia gestual utilizan masivamente el gesto marcado.

Palabras clave : Gestos — Recuento — Marcado — Estrategia — Parálisis cerebral.

INTRODUCTION

Au cours de son développement, l'enfant apprend en parallèle à maîtriser des capacités motrices et cognitives. Plusieurs recherches montrent que l'acquisition de ces deux domaines de compétences ne se fait pas sans interaction et que les performances obtenues dans différentes activités cognitives, telles que la communication entre les individus [14], l'apprentissage de la lecture [17], la mémorisation [8] ou encore la résolution d'opérations arithmétiques [22] sont meilleures si l'enfant a recours à une aide motrice.

L'étude des habiletés mathématiques apparaît comme un domaine privilégié pour comprendre le rôle de la motricité dans les apprentissages cognitifs. En effet, différents travaux montrent que l'enfant, mais également l'adulte en plus faible proportion, s'appuie sur des mouvements manuels pour résoudre des problèmes arithmétiques ou même des opérations élémentaires [15, 22]. Si l'on demande à un jeune enfant quel âge il a, il y a de fortes chances qu'il vous réponde en dressant le nombre de doigt correspondant à son âge. Concernant la résolution d'opérations, Siegler [22] montre que pour résoudre des additions et des soustractions élémentaires les jeunes enfants utilisent une stratégie de comptage sur les doigts. Cette stratégie consiste à dresser le nombre de doigts correspondant au premier chiffre puis relever (addition) ou rabaisser (soustraction) autant de doigts que le second chiffre, la réponse donnée correspondant alors à la quantité de doigts qui sont dressés au final. Cette stratégie de comptage sur les doigts semble nécessaire à l'acquisition de l'arithmétique dans la mesure où les enfants qui sont au début de l'apprentissage des opérations élémentaires l'utilisent massivement. Au cours du développement elle demeure une manière efficace de résoudre des opérations puisque les plus grands y ont encore recours lorsque la tâche est considérée comme difficile. Par ailleurs, l'étude des performances en lecture, écriture et arithmétique d'enfants de 9 à 14 ans a montré que les enfants en difficulté en arithmétique obtenaient des résultats plus faibles que la normale à un ensemble de tests psychomoteurs et perceptivo-tactiles (*e.g.* [20]). Bien que Ozols et Rourke [19] n'aient pu retrouver une corrélation aussi claire entre les performances en arithmétique et les scores aux tests psychomoteurs chez des enfants de 7-8 ans, Fayol et coll. [9] ont mis en évidence une telle corrélation chez des enfants de 5-6 ans (voir également [18]). Si l'étude de Fayol et coll. [9] permet de renforcer les résultats précédemment observés par Rourke et ses collaborateurs, elle permet également, de par sa nature longitudinale, d'établir le lien causal entre les performances en arithmétique et aux tests psychomoteurs, les scores aux tests psychomoteurs effectués à 5 ans prédisant les performances en arithmétique à 6 ans. Pour Fayol et coll. [9], cette causalité s'explique par le fait que la résolution des tâches arithmétiques dépend principalement des procédures de dénombrement. En effet, le dénombrement est à la base de tous les apprentissages arithmétiques [7, 10].

Dans l'activité de dénombrement, l'utilisation des doigts est un support pour l'enfant [10]. Ainsi, de 75 % [13] à 98 % [12] des enfants d'âge préscolaire pointent manuellement lorsqu'il leur est demandé de dire combien

d'objets se trouvent dans une collection. Une étude d'Alibali et DiRusso confirme l'importance du geste de pointage dans le dénombrement chez des enfants de 5 ans [1]. Ces auteurs proposèrent à des enfants de 4 ans de dénombrer une série de collections suivant deux conditions principales. Dans une première condition les enfants devaient dénombrer la quantité d'objets présentés devant eux, soit sans instruction précise, soit avec l'interdiction d'utiliser le geste de pointage, et dans une deuxième condition ils étaient aidés par une marionnette qui effectuait elle-même le pointage selon un rythme donné par l'enfant. Les résultats montrent que les scores sont aussi bons quand c'est l'enfant qui pointe que quand c'est la marionnette qui pointe, et que les performances sont minimales quand le geste de pointage est interdit. Ces données confirment que le geste de pointage, qu'il soit actif ou passif, permet d'assurer l'efficacité dans la résolution de tâches de dénombrement. Si les très jeunes enfants pointent massivement, les enfants plus âgés ont également recours au mouvement de pointage notamment lorsque le dénombrement est plus difficile c'est-à-dire pour des collections constituées de beaucoup d'objets, ou comprenant des objets rapprochés ou disposés aléatoirement [4]. Le pourcentage d'utilisation du pointage manuel varie donc avec les caractéristiques physiques de la collection à dénombrer.

Des recherches ont montré que ce geste de pointage est une composante primordiale dans la mise en place de l'habileté de dénombrement [1, 16]. Saxe et Kaplan [21] proposèrent à des enfants de 2, 4 et 6 ans de compter différentes collections dans deux conditions, une première condition où le geste est autorisé et une deuxième condition où tout mouvement est prohibé. Ces auteurs notent que les enfants de 4 ans, contrairement aux deux autres groupes d'âge, sont effectivement aidés par le geste de pointage dans la mesure où ils font moins d'erreurs quand ils sont autorisés à faire le geste que quand il leur est interdit de le faire. Le geste de pointage semble donc bénéfique aux enfants qui apprennent à compter. À 2 ans les enfants font trop d'erreurs pour pouvoir être aidés d'une quelconque manière et à 6 ans ils sont déjà devenus des professionnels du comptage.

La question qui est alors posée concerne le rôle effectif du geste dans le dénombrement. Différentes théories sont actuellement proposées. Pour Gelman et Gallistel [12] le geste permettrait de séparer les objets en deux ensembles, ceux « déjà-comptés » et ceux « qui-restent-à-compter ». Il permettrait ainsi de savoir exactement où le sujet en est dans la progression de son comptage. D'autres auteurs suggèrent que le geste contribuerait à alléger la charge en mémoire de travail impliquée dans le dénombrement [1]. Afin d'effectuer un comptage exact, il convient non seulement de séparer les objets en deux tas comme le proposent Gelman et Gallistel, mais il faut également se souvenir de ce qui est dans chacun de ces tas. Dans ce sens, pour Alibali et DiRusso [1] le geste serait un moyen supplémentaire externe de stocker des informations qui sont généralement maintenues en mémoire de travail. Grâce à ce supplément, la mémoire de travail serait disponible pour d'autres tâches cognitives, ce qui rendrait l'enfant plus attentif et le conduirait à une meilleure précision. D'un point de vue plus général, Vygotski [23] stipule que « pour internaliser, il faut d'abord externaliser ». Selon ce

principe, le geste de pointage permettrait d'assurer cette « externalisation » et serait alors un passage nécessaire dans l'apprentissage du dénombrement. Ce n'est que lorsque que les principes sous-tendant le dénombrement sont intériorisés que les enfants pourraient se débarrasser de cette « béquille externe » que constitue le pointage manuel. Cela expliquerait pourquoi les enfants plus âgés tendent moins fréquemment que les plus jeunes à utiliser le geste pour un dénombrement précis. Une étude de Graham [16] confirme l'importance du pointage dans l'acquisition des principes de comptage et particulièrement du comptage terme à terme. Ce principe de comptage terme à terme correspond à l'association qui est faite au cours d'un dénombrement entre le pointage des cibles et l'énonciation de mots-nombres de telle manière que pour chaque objet pointé (visuellement ou manuellement) correspond un et un seul mot-nombre. Graham [16] propose à des enfants de 2, 3 et 4 ans d'une part de compter des collections d'objets et d'autre part de vérifier le comptage d'une marionnette qui « apprend à compter ». Dans cette deuxième condition, la marionnette compte juste dans la moitié des essais et dans la deuxième moitié elle viole le principe de correspondance terme à terme. Les erreurs effectuées par la marionnette peuvent être soit verbales (pas de pointage de la part de la marionnette et nombre de mots supérieurs au nombre de cible) soit motrices (double pointage de cible) soit des erreurs de coordination (pointage de la part de la marionnette et nombre de mots cités supérieurs ou inférieurs au nombre d'objets pointés). Les résultats observés montrent qu'au cours de son développement, l'enfant acquiert le principe de correspondance un à un entre l'objet et le geste (correspondance gestuelle) avant le principe de correspondance un à un entre la parole et l'objet (correspondance langagière). En effet, les enfants font plus d'essais avec une correspondance gestuelle qu'avec une correspondance langagière. De plus, pour juger un comptage faux de la part de la marionnette, les plus petits s'appuient sur la justesse de la correspondance gestuelle et non sur celle de la correspondance langagière. Reprenant alors l'idée de Vigotsky, Graham propose en conclusion, et au regard de ses résultats, que le geste est en fait une représentation externe du comptage et qu'en conséquence il faciliterait l'internalisation des principes de comptage et notamment du principe de correspondance terme à terme.

Alibali et DiRusso [1] confirment le rôle joué par le geste dans l'apprentissage du principe terme à terme. En effet, dans leur étude, Alibali et DiRusso montrent que les erreurs dites de coordination, c'est-à-dire les erreurs où la correspondance terme à terme n'est pas correctement effectuée (mot sans objet, arrêt de l'énonciation de la chaîne numérique alors que tous les objets n'ont pas été comptés, continuation de l'énonciation la chaîne numérique alors que tous les objets ont déjà été comptés) sont moins nombreuses quand c'est l'enfant qui effectue le geste de pointage que si c'est une marionnette. Le geste actif concrétise ainsi la correspondance spatio-temporelle décrite par Fuson [10] en reliant un espace précis (*i. e.*, la localisation de la cible dans la collection) à un instant donné, celui où un mot-nombre est énoncé.

Différents auteurs soulignent donc l'importance du geste dans la correspondance terme à terme [1, 10, 16]. Cette correspondance est particulièrement évidente dans la pre-

mière stratégie de dénombrement mise en œuvre, c'est-à-dire la stratégie un par un. Dans cette stratégie, un objet est associé à un et un seul mot-nombre. Différents travaux scientifiques s'attachant à l'étude des stratégies, c'est-à-dire à la manière de résoudre une tâche cognitive, montrent qu'au cours du développement les individus ne font pas toujours de la même manière (voir Siegler [22] pour un résumé). Par exemple, concernant la résolution de problèmes d'addition, les enfants vont presque toujours utiliser leurs doigts. En revanche les adultes privilégieront un recours à la mémoire à long terme notamment lorsque l'addition est simple (*i.e.*, $4 + 2$). Ainsi, au cours de son développement, l'individu met en place de nouvelles stratégies qui lui permettront d'être plus efficace, c'est-à-dire de faire moins d'erreurs et d'aller plus vite. Concernant les stratégies de dénombrement, Camos [4] s'est attachée à étudier comment elles évoluaient avec l'âge. Dans cette étude des enfants, des adolescents et des adultes devaient dénombrer différentes collections. Les résultats montrent que les stratégies de dénombrement évoluent au cours du développement. Les enfants comptent presque uniquement un par un, alors que les adolescents et les adultes, outre le comptage un par un, utilisent soit un comptage par 2 ou par 3, regroupent les objets en sous-groupes pour ensuite les additionner ou multiplier le nombre de sous-groupes par leur taille. Le pourcentage d'utilisation de ces stratégies plus élaborées varie suivant les âges.

Dans la présente étude, nous avons cherché à déterminer le rôle du geste de pointage dans le développement des stratégies de dénombrement. Dans ce but, nous avons étudié les habiletés de dénombrement de patients présentant des troubles du geste. Étant donné l'importance du geste de pointage et spécialement dans la stratégie un par un utilisée en début d'apprentissage, nous supposons que les patients avec des déficiences gestuelles présenteront des troubles dans l'acquisition de cette stratégie et par conséquent dans les capacités de dénombrement. Ces troubles pourraient également se répercuter dans l'évolution des stratégies de dénombrement avec, dans la mesure où la stratégie un par un serait plus longue à se mettre en place, une apparition tardive des stratégies plus complexes.

POPULATION

Deux groupes ont été constitués en fonction de leurs habiletés gestuelles. Un groupe comprenait des sujets présentant des troubles du geste et un autre groupe des sujets témoins indemnes de toute déficience.

Les sujets déficients gestuels présentaient tous des troubles congénitaux de type infirmité motrice cérébrale (IMC). Tous avaient, suite à des lésions cérébrales, des déficits moteurs plus ou moins importants qui affectaient leurs membres supérieurs. Ces participants IMC ont été répartis en 2 groupes suivant leur âge : 7 enfants (moyenne = 6,11 ans ; écart type = 18 mois) et 5 adolescents (moyenne = 14,8 ans ; écart type = 9 mois). Les enfants IMC étaient tous français et suivis par le service de Médecine physique et de réadaptation de l'enfant de l'hôpital Raymond-Poincaré à Garches. Les adolescents IMC étaient tous allemands et scolarisés à la Schule

Tableau 1. Caractéristiques des patients IMC.

	Groupe	Âge	Handicap moteur	Remarques
RHE	Enfant	5,5	faible	
VIC	Enfant	5,9	faible	
ANO	Enfant	5,8	modéré	
ART	Enfant	6,6	modéré	
JOH	Enfant	8,3	faible	
AUR	Enfant	9,3	faible	Hémiplégie gauche
AUD	Enfant	7,11	faible	
ALE	Adolescent	13,7	faible	
EVA	Adolescent	15	faible	Hémiplégie droite
DOM	Adolescent	15,3	modéré	
BEN	Adolescent	14,3	massif	Tétraplégie
CAR	Adolescent	15,4	massif	Tétraplégie

für Körperbehinderte d'Altdorf¹. Ces patients ont été sélectionnés pour participer à cette étude car ils ne présentaient aucun déficit intellectuel grave ni de troubles de l'attention ou de la perception visuelle.

Note. Type de handicap moteur : **faible** = marche sans perturbations fonctionnelles. **Modéré** = marche perturbée. **Massif** = les quatre membres et le tronc sont affectés.

Le groupe témoin était composé de 108 sujets ne présentant aucun déficit moteur. Tous étaient scolarisés dans des écoles publiques françaises. Ce groupe était composé de 57 enfants (moyenne = 7,6 ans ; écart type = 6 mois) et 51 adolescents (moyenne = 13,7 ans ; écart type = 6 mois).

MATÉRIEL

Les collections étaient présentées sur des feuilles de format A4 sur lesquelles étaient collées des gommettes noires et rondes de 8 mm de diamètre. La disposition de ces gommettes variait suivant deux facteurs, la taille (petites collections : 8 à 14 cibles et grandes collections : 19 à 25 cibles) et les regroupements (rassemblement des cibles par groupes de 1, 2 ou 3 cibles). Ces deux facteurs sont connus comme affectant les capacités de dénombrement [5, 2] et les stratégies utilisées [4]. Trois collections étaient créées pour chacune des six conditions (2 tailles \times 3 regroupements). Les participants étaient filmés, cet enregistrement permettant d'effectuer le relevé des erreurs, des stratégies et de l'utilisation du pointage manuel.

MÉTHODE

Les participants ont passé les tests individuellement. Il était demandé à chacun d'entre eux de compter le plus rapidement possible, mais sans erreur, le nombre de points disposés sur la feuille devant lui. Pour chaque condition, un exemple était présenté avant les trois collections.

1. Il est à noter que des études précédentes ont montré que les apprentissages numériques dans les différentes langues européennes étaient tout à fait comparables (voir [11] pour un résumé).

L'ordre de présentation des conditions et des essais au sein de chaque condition variait pour chaque sujet. Les participants devaient compter à voix haute afin de permettre à l'expérimentateur de déterminer la stratégie utilisée et les erreurs. Les erreurs pouvaient être verbales (e.g., oubli d'un mot-nombre dans la chaîne numérique), motrices (e.g., pointer deux fois le même objet) ou verbo-motrices (e.g., mauvaise coordination entre le geste et la parole). Aucune suggestion n'était faite quant à la manière de compter (e.g., utilisation du pointage ou des regroupements).

RÉSULTATS

Trois variables ont été étudiées : le pourcentage d'erreurs, le pourcentage d'utilisation du pointage manuel et enfin le pourcentage d'utilisation des différentes stratégies.

Erreurs

D'une manière générale, et tous âges confondus, les participants IMC faisaient plus d'erreurs que les contrôles (40 % vs 13 % d'erreurs respectivement ; $F(1,116) = 44,44$, $p < .001$, figure 1). Les enfants commettaient plus d'erreurs que les adolescents (42 % vs 11 % respectivement ; $F(1,116) = 59,39$, $p < .001$). Enfin, l'interaction entre l'âge et le groupe était elle aussi significative ($F(1,116) = 28,96$, $p < .001$), due principalement au fort taux d'erreurs chez les enfants IMC (66 % vs 17 % pour les enfants contrôles, 13 % pour les adolescents IMC et 8 % pour les adolescents contrôles).

Dans le groupe IMC comme dans le groupe contrôle, le pourcentage d'erreurs était plus important pour les grandes collections ($F(1,10) = 7,29$, $p = .02$ et $F(1,106) = 47,03$, $p < .001$ respectivement) et lorsque les cibles étaient isolées (regroupement par un ; $F(2,20) = 9,75$, $p = .001$ et $F(2,212) = 12,6$, $p < .001$ respectivement). Dans les deux groupes, la taille des collections interagissait avec les regroupements ($F(2,20) = 9,88$, $p = .001$ et $F(2,212) = 3,58$, $p = .03$ respectivement). Cependant, lorsque les cibles étaient isolées (vs regroupées), l'effet de la taille était plus

Figure 1. Pourcentage d'erreurs de dénombrement chez les groupes contrôles et IMC en fonction de la taille de la collection et des regroupements des cibles.

faible chez les patients IMC, alors qu'il était plus important chez le groupe contrôle (*figure 1*). On notera, enfin, que les regroupements permettent une nette amélioration des performances des patients IMC pour les petites collections.

Pointage

Les IMC effectuaient plus de dénombrement avec pointage manuel que les contrôles (67 % vs 31 % respectivement ; $F(1,116) = 7,43$, $p < .001$, *figure 2*). Les enfants pointaient plus que les adolescents (67 % vs 31 % respectivement ; $F(1,116) = 7,66$, $p < .001$). L'interaction entre l'âge et le groupe était elle aussi significative ($F(1,116) = 4,76$, $p < .001$). Les enfants IMC utilisaient systématiquement le pointage manuel (100 %) alors que les enfants contrôles (35 %) et les adolescents IMC (34 %) et contrôles (27 %) y avaient beaucoup moins recours ; ces trois derniers groupes ne différaient pas significativement entre eux. Enfin, la taille des collections et les regroupements n'avaient aucun effet significatif sur le pourcentage d'utilisation du pointage manuel dans les groupes IMC et contrôle ($ps > .10$).

Figure 2. Pourcentage d'utilisation du geste de pointage chez les groupes contrôle et IMC en fonction de l'âge, de la taille de la collection et des regroupements de cibles.

Stratégies

Un total de six stratégies a été relevé : la traditionnelle stratégie un par un, et les stratégies dites *n* par *n*, de multiplication, d'addition et d'estimation. Dans la stratégie *n* par *n*, les enfants utilisaient une chaîne numérique par *ns* (par exemple dans le comptage par deux, ils utilisaient la chaîne « 2, 4, 6... »). Dans la stratégie de multiplication, les enfants regroupaient les objets par sous-groupes de même quantité et multipliaient cette quantité par le nombre de sous-groupes. Dans la stratégie d'addition, les sujets additionnaient successivement des sous-groupes de taille différente. Pour l'estimation, les sujets donnaient très rapidement une réponse apparemment sans effectuer de comptage.

Toutes ces stratégies ont été observées dans le groupe contrôle (*figure 3*). Chez les plus jeunes, la stratégie un par un était prédominante (88 %) mais il existait également d'autres stratégies utilisées, principalement les stratégies *n* par *n* (7 %), d'addition (3 %) et de multiplication (1 %). Chez les adolescents, l'utilisation de la stratégie un par un diminuait (26 %) au profit principalement de la stratégie *n* par *n* (43 %). Les stratégies de multiplication (21 %) et d'addition (7 %) étaient également plus utilisées. Cependant, chez les patients IMC, la stratégie un par un était dominante et ce quel que soit leur âge (100 % pour les enfants, 81 % pour les adolescents). Toutefois, chez les adolescents IMC, trois nouvelles stratégies faisaient leur apparition. Cependant elles demeuraient encore faiblement utilisées, 8 % pour la stratégie *n* par *n*, 8 % de multiplication et 3 % d'estimation, surtout en comparaison de leur utilisation chez les adolescents du groupe contrôle.

Figure 3. Pourcentage d'utilisation des différentes stratégies chez les groupes contrôle et IMC en fonction de l'âge.

DISCUSSION

Concernant les performances en dénombrement évaluées dans cette étude par les pourcentage d'erreurs et d'utilisation du pointage manuel, les patients IMC présentaient un retard par rapport à leurs pairs contrôles du même âge. Ainsi, les adolescents IMC avaient des performances similaires à celles observées chez des enfants ne présentant aucun déficit et d'âge moyen 7 ans et demi. Les IMC présentent donc un retard dans l'acquisition des

habilités de dénombrement, retard qui devrait trouver son origine dans le rôle joué par le geste dans la mise en place des capacités de dénombrement.

Différents auteurs notent également de plus mauvaises performances en dénombrement chez les enfants présentant des déficiences motrices par rapport à des groupes contrôles appariés sur l'âge [3, 6]. Cependant, Camos et coll. [6] relèvent que, si les performances sont médiocres, les compétences des enfants dyspraxiques de 5-6 ans, évaluées à partir d'épreuve de jugement sont relativement bonnes, ce qui implique que, déjà à cet âge, les principes de comptage et notamment le principe de correspondance terme à terme sont acquis. Il semble donc que c'est la mauvaise gestion du geste de pointage qui induit des mauvaises performances en dénombrement. Les erreurs que nous notons sont essentiellement des erreurs motrices c'est-à-dire des erreurs où les participants IMC effectuent soit un double pointage des cibles soit oublient des cibles (90 % des essais avec erreurs ont au moins une erreur de type moteur). De plus, Camos et coll. [6] relèvent également que si les épreuves de jugement de l'énonciation de la chaîne numérique sont bonnes, les épreuves de jugement de pointage sont plus mauvaises. Les enfants présentant des déficiences motrices ne semblent donc pas capables de prendre en considération l'aide apportée par le geste de pointage.

De plus, les patients IMC présentaient, comme nous l'avions prédit, un retard dans l'acquisition des stratégies complexes de dénombrement. En effet, contrairement à ce qui était observé chez les sujets contrôles, les stratégies complexes n'apparaissaient qu'à l'adolescence chez les patients IMC, les enfants IMC utilisant uniquement la stratégie un par un. Ces résultats confirment nos hypothèses. Le fait de ne pas pouvoir effectuer correctement le geste de pointage induit une difficulté dans la mise en œuvre de la stratégie un par un. Ce trouble se répercute dans le développement du dénombrement et notamment par un retard dans l'utilisation de nouvelles stratégies. Ce résultat peut néanmoins paraître étonnant si l'on considère les résultats notés concernant les erreurs. Étant donné leur trouble du geste, nous pourrions supposer que les participants IMC utiliseraient le plus vite possible dans le développement et à une plus grande échelle des stratégies qui ne nécessitent pas le geste de pointage, c'est-à-dire des stratégies autres que la stratégie un par un. Or, c'est l'inverse que nous observons, les IMC utilisent beaucoup plus la stratégie un par un que leurs pairs contrôles. Dans ces conditions on peut supposer que la bonne acquisition et mise en œuvre de la stratégie un par un est nécessaire pour permettre le développement des autres stratégies.

Enfin, nous notons que malgré leurs troubles importants affectant le geste, les enfants IMC utilisaient systématiquement le pointage manuel dans le dénombrement, et ceci beaucoup plus que leurs pairs contrôles. Arp et Fagard [3] font note d'un résultat similaire. Ces auteurs relèvent que lors de tâches de dénombrement les enfants IMC scolarisés font autant de pointage que les enfants du groupe contrôle non scolarisés, c'est-à-dire, en d'autres mots, que les IMC font plus de pointage que les enfants sans déficiences du même âge. Comme l'ont souligné différents auteurs, le geste est une composante importante dans l'acquisition des habilités numériques et notamment dans la mise en place de la stratégie un par un [1, 10, 16]. L'utilisation

massive du pointage par les IMC ne fait que confirmer le rôle structurant de ce mouvement dans l'apprentissage du comptage. Par ailleurs, il semble que seul le geste de pointage puisse jouer ce rôle. Arp et Fagard [13] se sont attachées, dans le dénombrement, à notifier l'existence ou non de moyens de compensation permettant de pallier la difficulté d'exécution du geste de pointage par les enfants IMC, tels le pointage avec la tête, l'énonciation à voix haute, l'aperception globale ou encore l'addition des objets entre eux. Les résultats montrent que le profil des stratégies utilisées par les enfants IMC scolarisés est comparable à celui des enfants contrôles d'âge préscolaire, c'est-à-dire que les enfants IMC n'utilisent pas de moyens de compensation. Ces données vont dans le sens de l'importance du mouvement de pointage manuel dans l'acquisition des capacités de dénombrement. Cependant, la forte utilisation du pointage manuel chez les enfants IMC pourrait être également une conséquence des modes de rééducation des enfants. En effet, les ergothérapeutes et les instituteurs insistent sur le fait de pointer chaque objet lors de l'apprentissage du dénombrement, ce qui pourrait conduire l'enfant à considérer le pointage manuel comme obligatoire.

REMERCIEMENTS

Ce travail a bénéficié du soutien financier du DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst). Les auteurs remercient les enfants et adolescents pour leur participation ainsi que les directeurs et les professeurs des établissements pour leur confiance. Remerciements particuliers aux ergothérapeutes de l'hôpital de Garches, pour leur accueil et l'intérêt qu'ils ont porté à notre étude.

RÉFÉRENCES

- [1] ALIBALI (M. W), DIRUSSO (A. A.): « The function of gesture in learning to count more than keeping a track », *Cognitive Development*, 14, 1999, pp. 37-56.
- [2] AOKI (T.): « On the counting process of patterned dots », *Tohoku Psychologica Folia*, 36, 1997, pp. 15-22.
- [3] ARP (S.), FAGARD (J.): « Handicap visuo-manuel et comptage chez l'enfant IMC ancien prématuré », *ANAE*, 65, 2001, pp. 239-248.
- [4] CAMOS (V.): « Counting strategies from 5 years to adulthood: Adaptation to task features », *European Journal of Psychology of Education*, 18, 2003, pp. 251-265.
- [5] CAMOS (V.), FAYOL (M.), BAROUILLET (P.): « Le dénombrement chez l'enfant: double tâche ou procédure? », *L'Année psychologique*, 99 (4), 1999, pp. 623-645.
- [6] CAMOS (V.), FAYOL (M.), LACERT (P.), BARDI (A.), LAQUIÈRE (C.): « Le dénombrement chez des enfants dysphasiques et dyspraxiques », *ANAE*, 48, 1998, pp. 86-91.
- [7] CLEMENTS (D. H.): « Training effects on the development and generalization of piagetien logical operations and knowledge of number », *Journal of Educational Psychology*, 76, 1984, pp. 766-776.
- [8] CONWAY (M. A.), GATHERCOLE (S. E.): « Writing and long-term memory: evidence for a translation hypothesis », *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 42A, 1990, pp. 513-527.
- [9] FAYOL (M.), BAROUILLET (P.), MARINTHE (C.): « Predicting arithmetical achievement from neuropsychological performance: A longitudinal study », *Cognition*, 68, 1998, pp. 63-70.

- [10] FUSON (K. C.) : *Children's Counting and Concepts of Number*, New York, Springer-Verlag, 1988.
- [11] GEARY (C. G.) : *Children's Mathematical Development, research and applications*, Washington, DC, American Psychological Association, 1994.
- [12] GELMAN (R.), GALLSITEL (C. R.) : *The Child's Understanding and Concepts of Number*, Cambridge, MA, Harvard University Press, 1978.
- [13] GINSBURG (H. P.), RUSSEL (R. L.) : « Social class and racial influences on early mathematical thinking », in *The Development of Mathematical Thinking*, New York, H. P. Ginsburg (Ed.), Academic Press, 1981.
- [14] GOLDIN-MEADOW (S.) : « The role of gesture in communication and thinking », *Trends in Cognitive Sciences*, 3 (11), 1 November, 1999, pp. 419-429.
- [15] GOLDIN-MEADOW (S.), NUSBAUM (H), KELLY (S. D.), WAGNER (S.) : « Explaining math : Gesturing lightens the load », *Psychological Science*, 12 (6), 2001, pp. 516-522.
- [16] GRAHAM (T.) : « The role of gesture in children's learning to count », *Journal of Experimental Child Psychology*, 74, 1999, pp. 333-335.
- [17] LONGCAMP (M.), ANTON (J. L.), ROTH (M.), VELAY (J. L.) : « Visual presentation of single letters activates a premotor area involved in writing », *Neuroimage*, 19 (4), August 2003, pp. 1492-1500.
- [18] MARINTHE (C.), FAYOL (M.), BAROUILLET (P.) : « Performances perceptivo-tactiles et performances arithmétiques chez le jeune enfant », *Rééducation orthophonique*, 199, 1999, pp. 69-78.
- [19] OZOLS (E. J.), ROURKE (B. P.) : « Characteristics of young learning disabled children classified according to patterns of academic achievement : Auditory – perceptual and visual-perceptual disabilities », *Journal of Clinical Child Psychology*, 17, 1988, 44-52.
- [20] ROURKE (B. P.), FINLAYSON (M. A. J.) : « Neuropsychological significance of variations in patterns of academic performance : Verbal and visuo-spatial abilities », *Journal of Abnormal Child Psychology*, 6, 1978, 121-133.
- [21] SAXE (G. B.), KAPLAN (R.) : « Gesture in early counting : a developmental analysis », *Perceptual and Motor skills*, 53, 1981, pp. 851-854.
- [22] SIEGLER (R. S.) : *Emerging Minds : The Process of Change in Children's Thinking*, Oxford, Oxford University Press, 1996.
- [23] VYGOTSKI (L.) : *Pensée et langage*, Paris, Éditions sociales, 1934/1985.

Subitizing et troubles oculomoteurs chez l'enfant IMC

S. ARP*

* Laboratoire Cognition et Développement, CNRS, UMR-8605, 71, avenue Édouard-Vaillant, 92774 Boulogne-Billancourt Cedex. E-mail : arp@psycho.univ-paris5.fr.

RÉSUMÉ : *Subitizing et troubles oculomoteurs chez l'enfant IMC.*

L'objectif de cette étude était d'évaluer et suivre l'évolution du subitizing (perception immédiate des petites quantités) des enfants IMC, et d'observer l'impact de leurs déficiences motrices (oculaire et visuo-manuelle) sur ce processus. Deux groupes d'enfants IMC (9 enfants de 5 ans et 14 enfants de 6-7 ans) ont effectué une tâche de subitizing à un an d'intervalle, et leurs capacités de coordination visuo-manuelle et de poursuite oculaire ont été évaluées. Nos résultats montrent que les enfants IMC présentent une limite de subitizing inférieure à celle des enfants tout-venant du même âge, mais que cette limite augmente avec l'âge et est sensible aux dispositions spatiales. Par ailleurs, les capacités de coordination visuo-manuelle et de poursuite oculaire sont liées à la limite de subitizing, en particulier sur des dispositions canoniques.

Mots clés : Infirmité motrice cérébrale — Subitizing — Poursuite oculaire.

SUMMARY : *Subitizing and oculomotor disorders in children with cerebral palsy.*

The goal of the study was to evaluate subitizing in CP children. Subitizing is the ability to rapidly and accurately report numerosity of small sets. We looked at the impact of oculomotor and visuo-manual deficiencies on this ability. Two groups of CP children were (nine 5 year-olds and fourteen 6-7 year-olds) compared to a control group on a subitizing task. CP children were also tested for visuo-manual coordination and for ocular pursuit ; in addition, they were evaluated again after a year on the subitizing task. Our results indicate that the CP children have a subitizing limit lower than control, but that this limit increases with age, and depends of spatial disposition. We found that visuo-manual coordination and ocular pursuit influence the subitizing limit of CP children, mainly on canonical disposition.

Key words : Cerebral palsy — Subitizing — Tracking eye movement.

RESUMEN : *Subitizing y trastornos oculomotores en el niño con parálisis cerebral (IMC).*

El objetivo de este estudio era evaluar y seguir la evolución del subitizing (percepción inmediata de las pequeñas cantidades) de los niños IMC, y observar el impacto de sus deficiencias motoras (oculares y visuo-manuales) en ese proceso. Dos grupos de niños IMC (9 niños de 5 años et 14 niños de 6-7 años) han realizado una tarea de subitizing a un año de intervalo, y hemos evaluado sus capacidades de coordinación visuo-manual y del movimiento ocular. Los resultados demuestran que los niños IMC presentan un límite de subitizing inferior a los niños normales, pero también que ese límite aumenta con la edad y es sensible a las disposiciones espaciales. Sin embargo, las capacidades de coordinación visuo-manuales y de movimiento ocular están liadas al límite de subitizing, en particular en las disposiciones canónicas.

Palabras clave : Parálisis cerebral (IMC) — Subitizing — Movimiento ocular.

INTRODUCTION

Le « sens du nombre » et la perception de la quantité sont des capacités observées chez l'animal [10, 16], et très précocement chez l'être humain [7, pour une revue]. À quelques jours de vie, le nouveau-né est capable de différencier très précisément des petites quantités (2 vs 3), que celles-ci soit présentées de façon visuelle [1, 19] ou auditive [4], en unimodale ou en intermodale [20], simultanément ou

séquentiellement. La précision de l'évaluation est optimale pour les quantités inférieures ou égales à 3. Confronté à de plus grands ensembles, le nouveau-né est capable de différencier des quantités dont le ratio est au moins de 1/2 (8 vs 16 par exemple, mais pas 8 vs 12) [27]. La perception de la quantité est donc sensible à la taille des ensembles, à l'effet de distance et de ratio, qui en affecte la précision, et seul le processus de dénombrement permet l'évaluation précise de toutes les quantités (quelle que soit leur taille). Mais le dénombrement apparaît tardivement dans le déve-

loppement ; puisque la connaissance de la comptine numérique, le pointage précis de chaque élément, ainsi que la coordination de ces deux activités sont indispensables à sa réussite. Cependant, pour les petites quantités, il existe un processus d'évaluation très précis et rapide : le subitizing. Défini comme un processus d'aperception global et immédiat de la quantité, ce processus ne demande aucune coordination visuo-manuelle et ne semble relever d'aucun processus moteur apparent, contrairement au dénombrement. Le processus de subitizing a été mis en évidence par Kaufman *et al.* (1949) qui constata que lorsque l'on présentait à des sujets des ensembles de points à compter, il y avait une discontinuité dans la courbe des temps de réponse ; on n'observait pas de différence entre 1 et 2, et entre 2 et 3, et l'augmentation des temps de réponse n'apparaissait que pour des quantités plus importantes. Les auteurs font l'hypothèse que les sujets ne comptent pas les éléments de petits ensembles, et interprètent cette absence d'augmentation comme le reflet d'un processus de perception globale et immédiate des petites quantités. Dans la même direction, Dehaene et Cohen (1994) ont montré que des patients simultanagnosiques, qui rencontrent de très grandes difficultés de comptage, ont une capacité de subitizing préservée, confirmant que ce processus se baserait sur un fonctionnement non pas sériel, mais parallèle et pré-attentionnel. D'autres auteurs présentent des modèles parallèles se situant dans une hypothèse perceptivo-mnésique, tel que le modèle de la reconnaissance des patterns [14] ou le modèle d'association sémantique entre une configuration spatiale et sa dénomination verbale [25] par exemple. Ces deux derniers modèles suggèrent par ailleurs que le subitizing relève d'un apprentissage. À l'opposé, d'autres modèles, comme celui de Gallistel et Gelman (1992) par exemple, font l'hypothèse que le subitizing relève d'un processus de dénombrement sériel et préverbal, et que la faible augmentation des temps de réponse pour les petites quantités s'expliquerait par le fait que le comptage non verbal serait plus rapide que le comptage verbal. Dans ce sens, si le subitizing est un processus sériel, alors il nécessite de l'attention spatiale pour la localisation des différents éléments et peut-être même un pointage visuel. Quel que soit le modèle adopté, et bien que le subitizing semble basé sur des capacités numériques innées, l'apprentissage semble jouer un rôle sur ce processus en permettant d'augmenter sa rapidité [22] et sa limite : cette limite passe de 3 chez l'enfant à 5 chez l'adulte [18].

Nous nous proposons donc d'étudier ce processus de perception immédiate de la quantité (subitizing) sur une population présentant un handicap moteur ayant des répercussions sur le pointage visuel et sur les capacités visuo-spatiales.

La population que nous avons choisi d'étudier est une population d'enfants atteints d'infirmité motrice cérébrale (IMC). L'infirmité motrice cérébrale est un trouble neuromoteur qui se traduit par une désorganisation du mouvement et de la posture. La cause de ce trouble est une lésion cérébrale périnatale ou survenant au cours de la première année de l'enfance. La lésion est stable et non évolutive. Des troubles visuo-spatiaux et oculomoteurs sont fréquemment observés dans cette population et entraînent des difficultés d'apprentissage en particulier dans le domaine des mathématiques [13, 15]. Ainsi, les enfants IMC présentent des troubles du comptage (dénombrement) expliqués

en grande partie par leurs troubles visuo-spatiaux ou par un handicap des membres supérieures rendant imprécis le pointage manuel [2, 5]. À notre connaissance, aucune étude sur le subitizing n'a été réalisée chez les enfants IMC. Nous proposons donc d'évaluer la capacité de subitizing des enfants IMC et de voir si leur handicap moteur a une incidence sur la mise en place de ce processus ou sur sa réalisation. Nous supposons que si le subitizing relève d'une perception immédiate sans aucun pointage manuel ou oculaire, alors les enfants IMC devraient présenter une capacité de subitizing comparable à celle des enfants tout-venant. Cependant, si le subitizing relève d'un apprentissage procédural de configurations, d'une association sémantique entre le dénombrement et la configuration des éléments, ou encore si l'on se place dans le cadre des modèles sériels, alors les enfants IMC présentant des troubles visuo-spatiaux auront une capacité de subitizing inférieure à celle des enfants tout-venant du même âge.

L'objectif de cette étude est donc double : 1 / évaluer et suivre l'évolution de la capacité de subitizing d'enfants atteints d'infirmité motrice cérébrale, et 2 / observer l'impact de la déficience motrice, oculaire et visuo-manuelle, sur cette capacité.

ÉTUDE N° 1

Sujets : 23 enfants IMC et 23 enfants tout-venant

Le groupe d'enfants IMC se composait de 9 enfants de 5 ans et de 14 enfants de 6-7 ans, dont le QIV était supérieur à 70. Dans le groupe de 5 ans (4 filles et 5 garçons), l'âge moyen était de 5 ans 5 mois ($\sigma = 3$ mois), et le QIV moyen était de 85 ($\sigma = 7,46$). Tous les enfants de ce groupe avaient une infirmité motrice cérébrale à prédominance spastique et avaient les caractéristiques suivantes : K (5 ans) diplégie prédominante à droite, AL (5 ans 3) tétraplégie, F (5 ans 3) tétraplégie dominante à gauche, FA (5 ans 3) tétraparésie dominante gauche, R (5 ans 3) diplégie, SO (5 ans 6) tétraplégie, PI (5 ans 8) tétraplégie, MA (5 ans 9) diplégie, SL (5 ans 11) diplégie. Dans le groupe de 6-7 ans (8 filles et 6 garçons) l'âge moyen était de 7 ans 2 mois ($\sigma = 8$ mois), et le QIV moyen était de 94 ($\sigma = 21,49$). Tous les enfants de ce groupe avaient aussi une infirmité motrice cérébrale à prédominance spastique et avaient les caractéristiques suivantes : E (6 ans) tétraparésie, V (6 ans 4) tétraparésie, L (6 ans 5) diplégie associée au syndrome malformatif d'Adams-Oliver, AM (6 ans 9) quadriparésie, PC (6 ans 9) quadriplégie, I (7 ans 1) tétraplégie, KE (7 ans 4) triplégie prédominante droite, V (7 ans 6) diplégie modérée, LS (7 ans 6) tétraplégie, P (7 ans 9) diplégie, A (7 ans 9) tétraparésie, LA (7 ans 11) diplégie, M (8 ans) diplégie, LL (8 ans) hémiplégié droite. Les enfants tout-venant étaient appariés en âge et en sexe avec les enfants IMC, ainsi, nous obtenons : un groupe de 9 enfants tout-venant de 5 ans ($m = 5$ ans 5), et un groupe de 14 enfants tout-venant de 6-7 ans ($m = 7$ ans 2).

Procédure

Les enfants étaient évalués sur une tâche de subitizing. Cette tâche s'effectuait sur un ordinateur portable, équipé d'un écran 14 pouces, situé à 45-60 cm de l'écran. La posi-

tion de l'enfant variait selon l'appareillage de rééducation (fauteuil roulant, coque, attelles...) auquel il était soumis au quotidien, et les troubles visuels qu'il pouvait présenter. Ainsi, l'ordinateur, par exemple, était surélevé dans les cas d'amputation du champ visuel inférieur, et l'installation se faisait avec l'aide de l'orthoptiste de l'enfant.

La tâche était présentée sous forme de dessin animé ludique. L'enfant avait pour consigne de dire combien de billes lui étaient présentées. On précisait à l'enfant que les billes allaient disparaître très vite et qu'il n'aurait pas le temps de les compter. Le nombre de billes variait de 1 à 6. Deux dispositions différentes étaient présentées : ligne et brouillon. Chaque quantité était présentée trois fois en disposition « ligne » et trois fois en disposition « brouillon », à l'exception de la quantité 1, présentée trois fois en tout. La tâche était composée de 33 items, avec un ordre de présentation aléatoirement prédéfini et identique pour tous les sujets. L'expérimentateur faisait apparaître l'item dès que l'attention de l'enfant était focalisée sur le personnage du dessin animé (« Titi ») situé au centre de l'écran. Le temps de présentation des items était de 250 ms. L'épreuve était filmée afin de s'assurer que le regard de l'enfant était centré sur le Titi au moment de la présentation de l'item, et de vérifier les éventuels mouvements oculaires pendant et après la présentation. Les réponses et le temps de réponse (TR : le temps écoulé entre la disparition de l'item et le début de l'articulation de la réponse, en ms) étaient retenus. Une limite de subitizing était établie à l'aide de ces deux indices.

Nous avons considéré qu'un sujet procédait par subitizing pour une quantité donnée si deux éléments étaient observés : une performance parfaite et un TR égal à celui de la quantité inférieure. La limite de subitizing n'a pas été évaluée sur la simple information des performances car, bien que le temps de présentation des items soit réduit à 250 ms, la consigne proposée mettait l'accent sur la précision de la réponse, et jamais sur la rapidité¹ ; un dénombrement *a posteriori* en s'appuyant sur l'image de l'item gardée en mémoire visuelle pouvait donc être effectué. Une quantité était reconnue avec succès, pour une disposition donnée, lorsque le pourcentage de réussite était de 100 %. En revanche, lorsque la limite de subitizing était calculée sur l'ensemble des dispositions, une erreur était tolérée sur les six présentations. Afin de vérifier si l'augmentation du TR entre deux quantités était significative, nous avons analysé les courbes individuelles des TRs correspondant aux réponses exactes, en calculant une courbe quadratique [6, 14, 24] ou un *t* de Student. La limite de subitizing correspondait à la dernière quantité parfaitement reconnue et sans augmentation significative du temps de réponse.

Résultats

Après avoir calculé la limite de subitizing pour chaque enfant, nous avons effectué une ANOVA croisant les variables indépendantes « groupe » (x_2) et « âge » (x_2) avec la variable dépendante limite de subitizing (toutes

1. Ce choix a été fait pour ne pas léser les enfants de la population IMC car une consigne de rapidité de réponse aurait, dans la plus part des cas, bloqué l'articulation motrice de leur réponse et décentré le sujet de la tâche d'évaluation.

dispositions spatiales confondues). Nous avons observé un effet significatif du groupe ($F(1,54) = 26, p < .001$) et de l'âge ($F(1,54) = 9,4, p < .01$), mais pas d'interaction groupe \times âge significative. La limite de subitizing des enfants IMC est plus basse que celle des enfants tout-venant, et la limite de subitizing des enfants de 5 ans est plus basse que celle des 6-7 ans, quel que soit leur groupe. L'augmentation de la limite de subitizing avec l'âge est de même ampleur dans les deux groupes (cf. *figure 1*).

Nous avons analysé l'effet de la disposition spatiale des éléments (ligne ou brouillon) sur la limite de subitizing. Une MANOVA, effectuée sur la limite de subitizing des enfants IMC en croisant les variables indépendantes « groupe » (x_2) et « âge » (x_2) avec la variable indépendante à mesures répétées « disposition » (x_2 : brouillon et ligne), n'a révélé aucun effet significatif de la disposition spatiale des éléments sur la limite de subitizing, et aucune interaction. On retrouve bien entendu les effets d'âge et de groupe (cf. *figure 1*).

Figure 1. Limite de subitizing moyenne selon le groupe, l'âge et la disposition spatiale des éléments, lors de la première étude

Subitizing et QI verbal

Étant donné la large distribution observée sur le QIV (de 70 à 128), nous avons vérifié que celui-ci n'influait pas leur limite de subitizing. Les enfants IMC de notre groupe avaient été évalués à l'aide de plusieurs tests (K-ABC, Terman-Merill, WIPPSI et WICS III). Nous avons choisi d'effectuer l'analyse uniquement sur les enfants évalués par le même test ; le QIV de Wechsler (WIPPSI et WICS III) qui a été le plus fréquemment utilisé (19 enfants sur les 23). Le calcul d'un *r* de Bravais-Pearson entre le QIV et la limite de subitizing n'a révélé aucune relation linéaire significative entre ces deux mesures, et ce quelle que soit la disposition spatiale des éléments.

Conclusion de l'étude n° 1

Les enfants IMC présentent une limite de subitizing inférieure à celle des enfants tout-venant. Cependant, il est important de souligner que cette limite, bien que réduite, n'est pas nulle. De plus, un effet d'âge a pu être observé et pourrait être le signe que la limite de subitizing des enfants IMC est aussi susceptible de s'améliorer avec l'âge. Pour vérifier que cet effet d'âge n'est pas dû à un effet

d'échantillon, une étude longitudinale doit être effectuée. Par ailleurs, certains modèles postulent que les sujets se basent sur la reconnaissance de patterns de configuration lors du subitizing. Il serait donc intéressant de voir si la limite de subitizing des enfants IMC est plus élevée lorsqu'on leur montre des configurations spatiales familières (dé par exemple). Enfin, si le subitizing repose sur processus sériel ou sur un apprentissage, alors certaines déficiences motrices pourraient expliquer la faible limite de subitizing des enfants IMC. Ces trois questions ont fait l'objet de la seconde étude.

ÉTUDE N° 2

Sujets

Les 23 enfants de la première étude ont été réévalués un an plus tard. Notre échantillon se compose donc de 9 enfants de 6 ans (ancien groupe de 5 ans) et de 14 enfants de 7-8 ans (ancien groupe de 6-7 ans).

Procédure

Subitizing

Cette tâche était la même que celle de la première expérience, mais puisqu'aucune différence n'avait été observée entre les dispositions spatiales « ligne » et « brouillon », nous avons abandonné la disposition en « ligne », au profit d'une disposition « canonique » (dé). L'objectif était d'observer si les enfants IMC pouvaient s'appuyer sur les patterns canoniques pour évaluer la quantité.

Coordination visuo-manuelle

Cette capacité était évaluée par le test du serpent [2]. L'enfant devait enfoncer, à l'aide du doigt, le plus rapidement possible, dans l'ordre et sans faire d'erreur, 25 gommettes cylindriques placées le long d'un serpent. Il s'agissait donc d'une tâche de pointage. Le temps d'exécution et le nombre d'erreurs de pointage étaient les indices retenus lors de cette évaluation. Cette performance était positivement corrélée avec la capacité de dénombrement de l'enfant IMC lors d'une précédente étude [2].

Oculomotricité

Cette capacité était évaluée par la poursuite d'un pendule qui oscille d'environ 15° avec une vitesse variant de 0,4 à 1 cycle par seconde (c/s) selon sa longueur. La vitesse de poursuite oculaire maximale était retenue. Dans ce but, une caméra placée juste en face du regard de l'enfant permettait de suivre à la fois le mouvement du pendule et les mouvements oculaires de l'enfant.

Éléments des dossiers médicaux

Deux autres indices de motricité ont été relevés dans le dossier médical de chaque enfant : l'atteinte motrice ou non des membres supérieurs, et la présence ou non d'un strabisme.

RÉSULTATS

Suivi longitudinal

L'étude longitudinale n'a porté que sur la limite de subitizing en disposition « brouillon ». Une MANOVA a été

effectuée sur la limite de subitizing des enfants IMC en croisant la variable indépendante « âge » (x_2) avec la variable indépendante à mesures répétées « évaluation » (x_2 : première évaluation - seconde évaluation). Nous n'avons pas observé d'effet significatif de l'âge, bien que descriptivement les enfants IMC de 7-9 ans présentent une limite de subitizing moyenne supérieure à celle des 6 ans. En revanche, un effet significatif de l'évaluation a été observé ($F(1,21) = 17,64, p < .001$). Lors de la seconde évaluation (un an après), les enfants IMC présentent une meilleure limite de subitizing en disposition « brouillon » que lors de la première évaluation (cf. *tableau 1*).

L'effet de la disposition spatiale des éléments

Une MANOVA a été effectuée sur la limite de subitizing des enfants IMC en croisant la variable indépendante « âge » (x_2) avec la variable indépendante à mesures répétées « disposition » (x_2 : « brouillon » et « canonique »). Seul l'effet de la disposition était significatif ($F(1,21) = 21,62, p < .001$). Les enfants IMC présentent une meilleure limite de subitizing en disposition « canonique » qu'en disposition « brouillon », quel que soit leur âge (cf. *tableau 1*).

Tableau 1. Moyenne de la limite de subitizing des enfants IMC (écart-type)

	Étude n° 1	Étude n° 2 (un an après)	
	<i>Brouillon</i>	<i>Brouillon</i>	<i>Canonique</i>
4-5 ans → 5-6 ans	1,44 (1,13)	2,67 (0,50)	3,38 (1,30)
6-7 ans → 7-8 ans	2,36 (1,34)	2,93 (0,62)	4,36 (1,65)

L'effet de la motricité

Éléments des dossiers médicaux

Les enfants IMC de notre groupe étaient répertoriés en trois groupes de handicap : diplégiques (atteinte des membres inférieurs), tétraplégiques (atteinte des 4 membres), ou hémiplégiques (atteinte d'un membre inférieur et du membre supérieur du même côté). Une ANOVA a été effectuée sur la limite de subitizing en croisant la variable indépendante « étendue du handicap » (x_3 : diplégie, tétraplégie et hémiplégie) avec la variable indépendante à mesures répétées « disposition » (x_2). Aucun effet significatif de l'étendue du handicap n'a été observé. Les enfants atteints de diplégie n'ont pas une limite de subitizing supérieure à celle des enfants dont le handicap moteur affecte aussi les membres supérieurs (cf. *tableau 2*). Par ailleurs, aucune relation n'a été observée entre la présence ou non d'un strabisme² et la limite de subitizing (t de Student non significatif).

Subitizing et coordination visuo-manuelle

Nous avons classé les enfants IMC en trois groupes, sur la base du double critère de performance et de temps d'exécution à la tâche du serpent. Les enfants étaient

2. Seuls 5 enfants IMC sur les 23 observés ne présentaient pas de strabisme.

Tableau 2. Moyenne de la limite de subitizing des enfants IMC selon l'étendue de leur handicap moteur (écart type)

	Brouillon	Canonique
Diplégie (n = 9)	2,78 (0,67)	4,44 (1,74)
Tétraplégie (n = 12)	2,75 (0,45)	3,58 (1,16)
Hémiplégie (n = 2)	3,50 (0,71)	6,00 (0)

considérés comme « forts » en coordination visuo-manuelle si leur pointage était précis (1 erreur de pointage maximum) et rapide (temps d'exécution égal ou inférieur au temps médian de leur âge) ; « moyens », si leur pointage était précis mais lent (temps supérieur au temps médian de leur âge) ; et « faibles » si leur pointage n'était pas précis (deux erreurs ou plus). Nous avons effectué une ANOVA sur la limite de subitizing croisant la variable indépendante « groupe » (x_3) avec la variable indépendante à mesures répétées « disposition » (x_2). Nous avons observé un effet significatif du groupe ($F(2,20) = 10,09$, $p < .001$), et de la disposition ($F(1,20) = 28,45$, $p < .000$), ainsi qu'une interaction groupe x disposition significative ($F(2,20) = 4,62$, $p < .003$). Les enfants « forts » et « moyens » en coordination visuo-manuelle ont une limite de subitizing plus élevée que celle des enfants du groupe « faibles ». Toutefois cet effet de groupe est plus important en disposition « canonique » qu'en disposition « brouillon » (cf. *figure 2*).

Figure 2. Limite de subitizing moyenne selon la capacité de coordination visuo-manuelle des enfants IMC

Subitizing et poursuite oculaire

Nous avons observé une relation linéaire entre la vitesse maximum de poursuite oculaire et la limite de subitizing en disposition « canonique » ($r = .60$, $p < .003$) ; en revanche aucune relation linéaire n'a été observée avec la limite de subitizing en disposition « brouillon » ($r = .34$, NS). La limite de subitizing en disposition « canonique » des enfants IMC est d'autant plus élevée que leur poursuite oculaire est bonne. Il est important de préciser que l'oculomotricité est un facteur important dans la capacité de coordination visuo-manuelle, et que nous trouvons une corrélation positive et significative entre le score de coordination visuo-manuelle et la vitesse de poursuite oculaire (ρ de Spearman = $.52$, $p < .01$).

Conclusion de l'étude n° 2

Les enfants IMC montrent une progression de leur limite de subitizing avec l'âge, et sont sensibles à la disposition « canonique ». Toutefois, bien que leur limite de subitizing soit meilleure dans cette condition, elle reste inférieure à celle des enfants tout-venant³ [3]. La limite de subitizing est sensible à la capacité de coordination visuo-manuelle, et à la vitesse poursuite oculaire en particulier sur des dispositions « canoniques ».

CONCLUSION GÉNÉRALE

Lors de cette étude, nous avons pu constater que le subitizing est un processus d'évaluation de quantité présent chez les enfants IMC, mais qu'il s'applique sur des ensembles moins grands que chez les enfants tout-venant. Par ailleurs, leur limite de subitizing s'améliore avec l'âge et/ou l'expérience acquise, et est plus élevée sur des dispositions « canoniques » familières que sur des dispositions « brouillons ». Le retard observé n'est pas imputable à une déficience intellectuelle.

Nous avons analysé l'impact de certaines capacités motrices sur la limite de subitizing des enfants IMC. L'atteinte motrice des membres supérieurs n'explique pas le retard observé, et la présence ou non d'un strabisme ne semble pas affecter ce processus. Par ailleurs, nous avons analysé des variables qui mettent en jeu l'oculo-motricité, soit directement (poursuite oculaire) soit en interaction avec la motricité manuelle (coordination visuo-manuelle). La capacité de coordination visuo-manuelle affecte la limite de subitizing observée sur des dispositions « canoniques », et d'une façon moindre celle observée sur des dispositions « brouillons ». La vitesse de poursuite oculaire affecte uniquement la limite de subitizing observée sur des dispositions « canoniques ».

Les enregistrements vidéo des passations montrent que le subitizing est réalisé sans mouvement oculaire. Cependant, le lien observé entre le subitizing et la poursuite oculaire, ainsi qu'avec la coordination visuo-manuelle, pose la question de l'émergence et du développement de cette capacité. Il a été démontré que le nouveau-né était capable de discriminer de petites quantités. Cependant, la procédure expérimentale s'appuyant sur une méthode d'habituation, il y a donc un apprentissage visuel (ou tactile) du stimulus avant la présentation du stimulus test, apprentissage qui pourrait dépendre des capacités d'exploration visuelle. La forme globale d'un stimulus visuel est en effet déterminée par les relations spatiales entre ses éléments constitutifs. Une bonne poursuite oculaire faciliterait la perception de ces relations spatiales et, en conséquence, améliorerait la détection d'une *gestalt* et la reconnaissance des patterns canoniques. Lorsque la disposition spatiale des éléments est aléatoire, l'enfant pourra se servir de son expérience de dénombrement pour effectuer progressivement un appariement sémantique entre le résultat de son dénombrement et l'aspect plus ou moins stable des configurations de points. Ainsi, il apparaît que les capacités oculomotrices sont nécessaires à la mise en place du subitizing et à son

3. Les résultats des enfants tout-venant sont présentés dans le cadre d'un article plus général [3].

étendue. L'oculomotricité et la coordination visuo-manuelle étant déficitaires chez les enfants IMC [13], il leur est difficile d'extraire les régularités spatiales des ensembles de points, et d'accéder au dénombrement [2, 4] pour développer d'avantage l'étendue de leur subitizing. Cependant, il est nécessaire de garder à l'esprit qu'il existe un lien étroit entre la capacité oculomotrice et l'attention visuelle [17, 21], et que cette dernière se développe aussi avec l'âge [11]. Il ne faut donc pas exclure la possibilité que ce retard de la limite de subitizing soit imputable à la capacité d'attention visuo-spatiale de l'enfant IMC, qui supporterait dans ce cas les modèles (pré)attentionnels du subitizing, tels que le modèle de normalisation d'objets [7], des FINST [23] ou encore de l'engagement attentionnel [26].

RÉFÉRENCES

- [1] ANTELL (S. E.), KEATING (D. P.): « Perception of numerical invariance in neonates », *Child Development*, 54(3), 1983, pp. 695-701.
- [2] ARP (S.), FAGARD (J.): « Handicap visuo-manuel et comptage chez l'enfant IMC ancien prématuré », *ANAE*, 13(5)[65], 2001, pp. 239-248.
- [3] ARP (S.), TARANNE (P.), FAGARD (J.): « Subitizing in cerebral palsied children », *British Journal of Developmental Psychology* (en révision).
- [4] BIJELJAC-BABIC (R.), BERTONCINI (J.), MEHLER (J.): « How do 4-day-old infants categorize multisyllabic utterances ? », *Developmental Psychology*, 29(4), 1993, pp. 711-721.
- [5] CAMOS (V.), FAYOL (M.), LACERT (Ph.), BARDI (A.), LAQUIÈRE (C.): « Le dénombrement chez des enfants dysphasiques et des enfants dyspraxiques », *ANAE*, 48, 1998, pp. 86-91.
- [6] CHI (M.-K.), KLAHR (D.): « Span and rate of apprehension in children and adults », *Journal of Experimental Child Psychology*, 19(3), 1975, pp. 434-439.
- [7] DEHAENE (S.): *La Bosse des maths*, Paris, Édition O. Jacob, 1997.
- [8] DEHAENE (S.), COHEN (L.): « Dissociable mechanisms of subitizing and counting: Neuropsychological evidence from simultanagnosia patients », *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 20(5), 1994, pp. 958-975.
- [9] GALLISTEL (C. R.), GELMAN (R.): « Preverbal and verbal counting and computation », *Cognition*, 44, 1992, pp. 43-74.
- [10] HAUSER (M. D.), CAREY (S.), HAUSER (L. B.): « Spontaneous number representation in semi-free-ranging rhesus monkeys », *Proceeding of the Royal Society of London B, Biological Science*, 267, 2000, pp. 829-833.
- [11] JOHNSON (M. H.): « Developing an attentive brain », in R. PARASURAMAN (Ed.), *The Attentive Brain*, Cambridge, MA, US, The MIT Press, 1998, pp. 427-443.
- [12] KAUFMAN (E. L.), LORD (M. W.), REESE (T. W.), VOLKMANN (J.): « The discrimination of visual number », *American Journal of Psychology*, 62, 1949, pp. 498-525.
- [13] LACERT (P.): « Les troubles optomoteurs de l'ancien prématuré: corrélations cognitives et perspectives thérapeutiques », *Motricité cérébrale*, 12(2), 1991, pp. 62-67.
- [14] MANDLER (G.), SHEBO (B.): « Subitizing: An analysis of its component processes », *Journal of Experimental Psychology: General*, 111, 1982, pp. 1-22.
- [15] MAZEAU (M.): *Déficits visuo-spatiaux et dyspraxies de l'enfant. Du trouble à la rééducation*, Paris, Masson, 1995.
- [16] NIEDER (A.), FREEDMAN (D. J.), MILLER (E. K.): « Representation of the quantity of visual items in the primate prefrontal cortex », *Science*, 297(5587), 1992, pp. 1708-1711.
- [17] PORTON-DETERNE (I. F.), BLOCH (H.), LACERT (P.): « Ocular motility and visuo-spatial attention in children with periventricular leukomalacia », *Brain and Cognition*, 43(1-3), 2000, pp. 362-364.
- [18] STARKEY (P.), COOPER (R. G.): « The development of subitizing in young children », *British Journal of Developmental Psychology*, 13(4), 1995, pp. 399-420.
- [19] STARKEY (P.), COOPER (R. G.): « Perception of numbers by human infants », *Science*, 210, novembre 1980, pp. 1033-1034.
- [20] STARKEY (P.), SPELKE (E. S.), GELMAN (R.): « Detection of intermodal numerical correspondences by human infants », *Science*, 222(4620), 1983, pp. 179-181.
- [21] STELMACH (L. B.), CAMPSALL (J. M.), HERDMAN (C. M.): « Attentional and ocular movements », *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 23(3), 1997, p. 823-844.
- [22] SVENSON (O.), SJOEBERG (K.): « Speeds of subitizing and counting processes in different age groups », *Journal of Genetic Psychology*, 142(2), 1983, pp. 203-211.
- [23] TRICK (L. M.), PYLYSHYN (Z. W.): « What enumeration studies can show us about spatial attention: Evidence for limited capacity preattentive processing », *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 19(2), 1993, pp. 331-351.
- [24] TUHOLSKI (S. W.), ENGLE (R. W.), BAYLIS (G. C.): « Individual differences in working memory capacity and enumeration », *Memory and Cognition*, 29(3), 2001, pp. 484-492.
- [25] VON GLASERSFELD (E.): « Subitizing: The role of figural patterns in the development of numerical concepts », *Archives de Psychologie*, 50(194), 1982, pp. 191-218.
- [26] WATSON (D. G.), HUMPHREYS (G. W.): « The magic number four and temporo-parietal damage: Neurological impairments in counting targets amongst distractors », *Cognitive Neuropsychology*, 16(7), 1999, pp. 609-629.
- [27] XU (F.), SPELKE (E.): « Large number discrimination in 6-month-old infants », *Cognition*, 74, 2000, pp. B1-B11.

Réflexions sur l'intégration scolaire des adolescents présentant une déficience motrice

J.-F. LECAS*, V. DAFFAURE**

* Maître de conférences en Psychologie du développement cognitif, IUFM de Bourgogne, 51, rue Ch.-Dumont, 21000 Dijon. Laboratoire d'Étude des Apprentissages et du Développement, UMR CNRS 5022, Pôle AAFE Esplanade Erasme, 21065 Dijon.

** Psychologue spécialisée en neuropsychologie, CRS Clos Dr Chauveau, 9, rue du Fort-de-la-Motte-Giron, 21000 Dijon.

RÉSUMÉ : *Réflexions sur l'intégration scolaire des adolescents présentant une déficience motrice*

Cet article traite de l'accueil des adolescents présentant une déficience motrice (accessibilités scolaire et pédagogique) à travers l'évocation de pratiques mises en œuvre dans un établissement spécialisé et de l'intégration scolaire en collège. Cette réflexion autour du mode d'intégration, individuel vs collectif, prend appui sur des entretiens réalisés auprès de différents partenaires de l'intégration. Nous avons choisi de nous intéresser à l'intégration des adolescents en collège, parce que la spécificité du second degré est susceptible de concentrer davantage de difficultés que les écoles primaires et de provoquer des limitations à cette intégration. Néanmoins, certains éléments que nous rapportons au niveau du collège devraient pouvoir être transposables au premier degré.

Mot clés : Intégration scolaire — Adolescents — Déficience motrice.

SUMMARY : *Reflections on school integration of adolescents with motor deficiency*

This paper presents how adolescents with motor deficiency are integrate in schools and what are the specific practices with specialized schools. This reflection about the type of integration, individual or collective, is based on interviews with the different partners of this integration. We choose to focus on adolescents in high schools because the specificity of the secondary education system could made the integration even more difficult than in primary schools and thus, allow to evoke the limitations of this integration. However, some elements reported in high schools could be easily transposed in primary schools.

Key words : School integration — Adolescents — Motor deficiency.

RESUMEN : *Reflexión sobre la integración escolar de los adolescentes que sufren de deficiencia motora*

Este artículo trata de la acogida de los adolescentes que sufren de deficiencias motoras (accesibilidad escolar y pedagógica) a través de las prácticas realizadas en un establecimiento especializado y de la integración escolar en el colegio. Esta reflexión alrededor del modo de integración, individual vs colectivo, está basado en una discusión con los colaboradores de la integración. Nos interesamos en la integración de los adolescentes en el colegio porque la especificidad de los estudios secundarios es más propicio a concentrar las dificultades que la escuela primaria y suele poner en relieve los límites de esa integración. Sin embargo, algunos elementos son transposables en la primaria.

Palabras clave : Integración escolar — Adolescentes — Deficiencia motora.

INTRODUCTION

La législation concernant l'intégration des élèves en milieu scolaire ordinaire a beaucoup évolué depuis environ trente ans, passant de l'établissement spécialisé pour la quasi-totalité des enfants handicapés à un accueil de plus en plus assuré par les classes de quartier. Quelques jalons à cette évolution : loi du 30 juin 1975 en faveur des personnes handicapées ; loi sur l'éducation du 10 juillet 1989 et réno-

vation des annexes XXIV en 1988-1989 ; circulaire 99-187 du 19 novembre 1999 relative à la scolarisation des enfants et adolescents handicapés ; circulaire 2001-035 du 20 février 2001 sur la mise en place des UPI ; circulaire 2003-093 du 11 juin 2003 sur l'accompagnement par un AVS des enfants présentant un handicap ou un trouble de santé. Mais cette intégration n'est pas uniforme sur l'ensemble du territoire (rapport Lachaud, 2003) et ne va pas sans poser des questions tant aux familles qu'aux personnels de l'Éducation Nationale et de la Santé. Certaines

intégrations peuvent être totalement réussies, d'autres plus difficiles. Toutefois, leur réussite ne doit rien au hasard et correspond à une réelle attention de tous les acteurs.

Pour aborder le thème de la pédagogie et du handicap moteur, nous avons la possibilité de rédiger un mémento condensant quelques remarques importantes sur l'accueil des enfants présentant une déficience motrice en milieu scolaire. Comme ce travail existe (guides Handiscol, 2001 *a* et *b*), nous renvoyons le lecteur à ces guides très bien documentés pour de plus amples informations. Nous avons préféré apporter quelques réflexions basées sur une expérience conduite dans un département qui a une longue tradition d'intégration (les premières sont antérieures à la loi de 1975). Cet article traite : 1) de l'accueil des adolescents présentant une déficience motrice (accessibilités scolaire et pédagogique) à travers l'évocation de pratiques mises en œuvre dans un établissement spécialisé ; 2) de l'intégration scolaire en collège (réflexions autour de l'intégration, mode d'intégration, individuel vs collectif, analyse de situations). Cette réflexion prend appui sur des entretiens que nous avons eus avec les différents partenaires¹ de l'intégration : directeur et directeur adjoint d'un établissement spécialisé, principaux et principaux adjoints de collèges, professeurs de collèges, professeurs des écoles spécialisés et enseignants de SESSAD (service d'éducation et de soins spécialisés à domicile), médecins d'établissements spécialisés, professeur ressource auprès de la délégation académique à la formation et à l'innovation (DAFI) pour l'intégration des enfants handicapés et enfin, professeur-parent d'enfant présentant une déficience motrice. Soit environ vingt-cinq personnes. Nous avons choisi de nous intéresser à l'intégration des adolescents en collège, parce que nous avons l'impression que la spécificité du second degré est susceptible de concentrer davantage de difficultés que les écoles primaires et de provoquer des limitations à cette intégration, par la taille de l'établissement, par la multiplication du nombre d'intervenants, par les fréquents déplacements des élèves au sein de l'établissement. Néanmoins, certains éléments que nous rapportons au niveau du collège devraient aussi pouvoir être transposables au premier degré.

Parmi les collèges retenus, l'un a une très longue pratique d'intégration individuelle, le second poursuit pour la deuxième année l'intégration collective d'adolescents en unité pédagogique d'intégration (UPI).

Chaque entretien a été enregistré et retranscrit ; la question centrale était : « Qu'est-ce qui permet, selon vous, de "réussir" l'intégration des enfants handicapés moteurs ? ».

1. Nous tenons à remercier pour l'aide précieuse apportée à ce travail, leur accueil chaleureux et leur relecture patiente de l'article : MM. Mourra et Dufour, directeur et directeur adjoint du Clos D^r Chauveau (Dijon) ; D^{rs} Dorey et Metteau du Clos D^r Chauveau, MM. Guyon et Lecas, principal et principal adjoint, Mlle Della Toffola professeur des écoles en UPI et l'équipe éducative du collège Camille-Claudiel (Chevigny Saint-Sauveur) ; MM. Moine et Laurent, principal et principal adjoint, Mme Balzer professeur du collège Jean-Rostand (Quétigny) ; MM. Clère et Rousseau, principal et principal adjoint et l'équipe éducative du collège André-Malraux (Dijon) ; Mme Guedin, professeur des écoles spécialisée en classe du Clos D^r Chauveau ; M. Kibler, instituteur spécialisé, maître de soutien au SSESD ; M. Rollant professeur ressource à la délégation académique à la formation et à l'innovation (DAFI) de Dijon.

Les critères subjectifs donc personnels de la notion « d'intégration réussie » nous ont permis d'obtenir des réponses de nature différente selon les interlocuteurs.

LE HANDICAP MOTEUR : ASPECTS VISIBLES ET NON VISIBLES

La représentation habituelle que les gens se font de la déficience motrice est souvent réduite à celle du fauteuil roulant qui constitue la manifestation visible du handicap. Ils sont sans doute moins conscients des difficultés multiples d'ordre perceptif, cognitif ou affectif, qui accompagnent fréquemment le handicap moteur [7, 10, 11, 12]. Un rappel bref des troubles neuropsychologiques acquis (consécutifs à un traumatisme crânien) ou développementaux (consécutifs à une lésion néonatale du cerveau) aidera à se rendre compte des difficultés que devront surmonter les enfants dans leurs apprentissages bien que ces troubles ne manifestent pas d'une déficience intellectuelle. On peut retenir : 1) des troubles de réalisation du geste (troubles praxiques) qui perturbent l'enfant dans ses activités motrices de manipulation, d'écriture ou de dessin ; 2) des troubles neurovisuels liés à la motricité oculaire gênant la saisie visuelle, l'exploration des scènes visuelles et la structuration de l'espace, que l'on repère surtout chez les enfants présentant une infirmité motrice cérébrale (IMC), et/ou des agnosies visuelles qui perturbent l'identification d'objets, d'images, de visages... ; 3) des troubles du langage oral/écrit ; 4) des troubles cognitifs pouvant atteindre la mémoire ou les capacités attentionnelles ; 5) des troubles des fonctions exécutives recouvrant l'ensemble des fonctions nécessaires au contrôle et à la réalisation de comportements dirigés vers un but.

Ces difficultés – peu directement visibles dans la première enfance – ont des répercussions bruyantes dans la scolarité de l'enfant mais remédiables si les aides rééducatives, matérielles et les aménagements pédagogiques sont mis en place.

LA SPÉCIFICITÉ DE L'ACCUEIL DES ENFANTS PRÉSENTANT UNE DÉFICIENCE MOTRICE

La loi prévoit que les enfants seront scolarisés dans les écoles et collèges du quartier ou de la commune dont ils dépendent. Se pose la question de l'accessibilité de la structure qui devra accueillir l'enfant. Comme c'est l'inadéquation entre la personne et son environnement qui est la cause du handicap, l'adaptation doit être conçue selon deux orientations que la législation prévoit : 1) adapter l'école à l'enfant en assurant un accès aux personnes à mobilité réduite (ascenseur, sanitaires, portes élargies...) ; 2) doter l'enfant de matériel lui permettant d'être adapté à son environnement scolaire (ordinateur, table adaptée...) et quelquefois d'une auxiliaire de vie scolaire (AVS). Nous traiterons des accessibilités scolaire et pédagogique à travers les situations d'apprentissages rencontrées dans l'établissement spécialisé.

L'accessibilité scolaire

Pour qui n'a jamais visité un établissement spécialisé, voici quelques exemples de cet environnement matériel très particulier : la vaste salle de classe présente des dégagements importants pour le passage des fauteuils et déambulateurs. Les tables sont réglables en hauteur et des ordinateurs sont disposés sur certaines d'entre elles. Les feuilles de cours peuvent être placées sur un pupitre incliné, ce qui permet à l'enfant de déplacer le regard latéralement du texte à l'écran et non pas de haut en bas. Quelques ordinateurs sont dotés d'un clavier adapté : certains disposent de touches larges, d'autres de guide-doigts (grille placée sur le clavier qui réduit le risque de frapper deux touches à la fois). Mais très souvent, c'est l'inventivité des ergothérapeutes et des enseignants qui vient compléter ce dispositif. L'enseignante présente quelques adaptations plus particulières : lorsqu'un de ses élèves travaille sur son ordinateur, il est aidé pour soutenir son geste de pointage par un système de « chaussette trouée » qui permet d'isoler le doigt le moins rétracté. Concernant la lecture quelquefois difficile pour certains élèves en raison de troubles du regard, on adopte une typographie simple. Elle consiste à agrandir la taille des polices de caractères de l'ordinateur, à élargir les interlignes et à surligner les lignes en alternant deux couleurs voire davantage. La succession répétitive de couleurs convenues et toujours identiques permet à l'enfant de récupérer la bonne ligne lors d'une saccade de retour. L'enseignante fait également remarquer que si, bien souvent, les aménagements vont dans le sens de la recherche du meilleur confort pour les jeunes, l'équipement matériel peut quelquefois être une contrainte – essentiellement orthopédique – imposée par le corps médical. L'enfant est en effet à certains moments placé dans un verticalisateur pour travailler. D'où l'intérêt d'une table réglable en hauteur. À noter que dans un établissement spécialisé, la verticalisation est assurée par l'équipe médicale et les aides médico-pédagogiques (AMP) présents dans l'établissement.

Ces adaptations matérielles ne concernent pas tous les types de handicaps moteurs. Néanmoins l'intégration en milieu ordinaire nécessite en général une adaptation des locaux aux spécificités des élèves accueillis. Les établissements récents respectent les normes en vigueur et assurent cette accessibilité scolaire mais leur faible nombre dans un département peut conduire à des regroupements d'enfants sur un même collège.

L'accessibilité pédagogique

L'adaptation matérielle n'est souvent pas suffisante pour permettre aux élèves de suivre les cours de manière satisfaisante. La première difficulté est de prendre le livre. « J'aime faire travailler les enfants par binôme, précise l'enseignante. Certains enfants aident ainsi leurs camarades qui ne peuvent pas ouvrir le livre à la bonne page, en raison de leur faible mobilité des membres supérieurs ou de leur difficulté à se repérer dans la suite des nombres. » Il faut sans cesse avoir le souci d'adapter la forme du travail demandé aux possibilités de l'enfant. Les modalités de l'exercice peuvent être ajustées en fonction des difficultés et des besoins spécifiques de chacun [13]. La lecture et l'écriture, lorsqu'elles sont peu automatisées – donc très coûteuses quant à leur réalisation – placent les élèves souf-

frant de troubles neurovisuels ou praxiques en situation de double tâche (traitement de l'écrit et compréhension) rendant ainsi l'accès au sens difficile. Cette surcharge cognitive impose donc à certains moments de privilégier l'oral au profit des activités cognitives de haut niveau. À ceci s'ajoute une faible capacité de maintien des informations en mémoire. Ainsi, en lecture suivie, il est indispensable de rappeler ce qui a été lu précédemment afin de pallier les difficultés de mémoire et d'élaboration de représentations. Les supports illustrés fréquents dans les classes ordinaires sont utilisés avec précaution. « On fait très peu de travail sur la lecture d'images », précise l'enseignante. Les difficultés d'exploration des scènes imagées et/ou d'identification visuelle doivent nous amener à nous interroger sur la nature du matériel proposé. Même si des difficultés existent, certains supports visuels peuvent être utilisés à condition qu'ils soient parlés et déchiffrés avec l'enfant.

Le problème est également très complexe dans le domaine de la numération, des procédures opératoires et en général pour toutes les activités mathématiques qui mettent en jeu la dimension spatio-temporelle et d'imagerie mentale visuelle [8, 14]. « Dans le dénombrement d'une collection, évoque l'enseignante, les élèves parviennent à des résultats différents selon les tentatives [10]. J'essaie de leur faire vivre des expériences par procuration : compter devant eux, c'est leur montrer que la stabilité existe. » La vigilance de l'enseignant doit être constante : si les enfants ont besoin de dénombrer, il ne faut pas les laisser seuls afin de ne pas risquer de déconstruire ce qui a été difficilement acquis. « Avec certains élèves, je me sers de constellations de points poursuit-elle. "La fleur", ils savent que c'est 5, le carré, 4... » La référence aux dispositions canoniques est précieuse dans les premiers apprentissages numériques [2, 4]. Elle permet l'accès à la représentation du nombre par un mode de traitement rapide et de soutenir le calcul mental. Les élèves se réfèrent aussi très fréquemment à une file numérique écrite [3] pour les aider dans la manipulation du nombre. Les procédures opératoires reposant essentiellement sur des routines spatiales sont facilitées par diverses aides à l'organisation : surligneurs, matrices, verbalisation... Si les difficultés sont trop importantes ou si les opérations portent sur des grands nombres, alors l'enfant peut utiliser une calculatrice. En revanche, il utilise une méthode de calcul réfléchi pour les opérations ou les problèmes numériques qui le permettent.

Malgré les efforts d'adaptation, particulièrement importants pour la mise en place des apprentissages fondamentaux, les performances des élèves ne sont pas toujours stables. Pendant un temps, la maîtresse constate la maîtrise de certaines notions mais brusquement, tout peut s'effondrer. « On se demande si, au niveau cérébral, les chemins de l'activation ne sont pas perdus. C'est une très grande déception pour l'enfant. Heureusement, il suffit parfois de rappeler la règle ou le contexte pour le réassurer sur ses performances. » Les stratégies de réalisation de la tâche doivent être fréquemment réactivées. Les enfants ont besoin de petites litanies orales : « Quand je lis l'énoncé, je fais ci, puis je fais ça » pour structurer leur programme de réalisation. Pour certains, souligne cette enseignante, « le seul chemin possible pour automatiser, c'est de passer par l'oral ». Cette présentation rapide des adaptations matérielles et pédagogiques mises en place dans un établissement spécia-

lisé montre les écueils qui ne manqueront pas de se présenter lors de l'intégration d'un enfant en milieu scolaire. C'est un enfant différent qui arrive, avec ses déficiences spécifiques qui le distinguent des autres élèves et peuvent le mettre dans une situation de handicap. L'école ou le collège devront prendre en compte cette différence afin d'apporter la meilleure réponse possible.

Mais l'accessibilité ne se limite pas à la simple adaptation matérielle et pédagogique comme le souligne le professeur ressource. « Il est indispensable que l'intégration soit accompagnée sur le plan psychologique en préparant l'enfant aux difficultés qu'il va rencontrer par le regard que les autres vont porter sur lui. »

Le projet individuel d'intégration scolaire

L'accueil de l'élève handicapé est étayé par le projet individuel d'intégration scolaire (PIIS). Il intervient dès qu'est scolarisé un élève qui demande un suivi particulier en raison de son handicap [5]. Ce projet personnalisé soutient la scolarité de l'élève dans l'établissement d'accueil. Il prend en considération les potentialités scolaires de l'enfant en se basant sur ses connaissances acquises, ses compétences – en autonomie ou avec aide – et ses difficultés. À noter que les informations relevant du secret médical sont adressées sous pli cacheté au médecin de l'Éducation nationale. Le PIIS précise l'identité de l'élève, les référents à contacter, ses besoins spécifiques (accessibilités scolaire et pédagogique, soins divers, transports...), les prises en charge complémentaires médicales (fréquence, horaire et lieu d'intervention, traitement médical, signes d'appel...) et enfin les dispositions particulières (enseignement de l'EPS, allègement de l'emploi du temps, mise à disposition d'une aide pour la prise de notes, photocopies, tiers temps supplémentaire ou réduction de la charge de travail pour réaliser un contrôle dans le même temps que ses camarades...). Ce projet est défini en concertation avec l'enfant, ses parents ou son tuteur légal, ainsi que tous les partenaires qui contribuent à la cohérence pédagogique, médicale et éducative de l'intégration. Ce PIIS doit être évalué et révisé régulièrement. Ce « contrat » d'intégration est important et il convient d'apporter la plus grande attention lors de sa rédaction. Un PIIS bien documenté évitera les risques de conflit avec la famille ou d'appréhension de la part de l'équipe pédagogique.

L'intégration scolaire

Réflexions autour de l'intégration

Qu'est-ce qu'une intégration réussie ? « Pour certains parents, la situation d'intégration elle-même est suffisante, pour d'autres, c'est la négation du handicap, pour d'autres enfin, ce sont de meilleures conditions de scolarisation par rapport à la représentation de l'institution spécialisée » déclare le pédopsychiatre. On a effectivement des représentations très différentes. « Pour certains parents, il y a le handicap moteur, poursuit le médecin, mais ils pensent qu'il va compenser sur le plan scolaire. Il y a là un clivage entre le corps et l'esprit : on arrive à faire son deuil de l'activité motrice ordinaire mais à condition que le reste soit préservé. » Comme les élèves accueillis sont d'intelligence normale, ils doivent réussir. Progressivement, les parents vont prendre conscience que ce n'est pas

aussi simple que cela. C'est un discours difficile à faire passer : « Nous pensons effectivement que l'enfant peut apprendre mais nous voulons expliquer que le style d'apprentissage peut être différent, nécessitant la mise en œuvre de moyens spécifiques. »

Qui peut décider de l'intégration en milieu scolaire ? Habituellement, une commission spécialisée fait une proposition d'affectation et ce sont les familles qui décident. L'expression de cette décision est à prendre sérieusement en compte car elle peut avoir une incidence sur la scolarité de l'enfant. En effet, lorsque l'enfant se trouve en institution, le poids du handicap est essentiellement porté par la famille et l'institution, l'enfant lui-même étant relativement protégé. Mais, lorsqu'il est intégré en milieu scolaire ordinaire, c'est l'enfant qui porte la charge sur le plan scolaire et psychologique – en particulier si l'intégration est difficile ou se solde par un échec – et la famille reprend en grande partie la prévention orthopédique assurée précédemment par l'établissement spécialisé. Quelle que soit la décision, il est important que les enfants puissent exprimer leur désir.

Dans le cadre de l'intégration, la priorité est donnée au scolaire et les soins se retrouvent en marge : ils vont être déplacés avant les cours, ou dans la famille, pendant les heures d'étude ou d'EPS. Entre apprendre et soigner, les valeurs sont ici contradictoires. La loi stipule maintenant que les soins sont indépendants. « Les habitudes de soin sont remises en cause. En effet, les positions fixées durant plusieurs heures favorisent les rétractions musculotendineuses chez les enfants spastiques », déclare le médecin. Soins et enseignement ne peuvent plus être autant intriqués avec comme conséquence que l'intégration risque de se faire au prix d'une certaine régression orthopédique [1]. « On est dans l'urgence, ajoute le directeur. Au collège, au lieu de se déplacer à l'aide de cannes, l'enfant n'utilise que son fauteuil... L'effort qu'il devrait consentir pour l'avenir, en vue de son autonomie dans sa vie familiale et sociale, n'est pas fait. » « Où est le bien, où est le bonheur ?, s'interroge le pédopsychiatre. Il s'agit là de prévention. Même chez un individu bien portant, il est difficile de faire comprendre cette notion. » Le désir d'un enfant handicapé est de s'inscrire dans une relation normative. Il est d'ailleurs avant tout un enfant.

Sur le plan psychologique, les valeurs sont ambivalentes et conflictuelles : « L'intégration risque dans une certaine mesure de conduire à des résultats contraires à ceux recherchés car un moyen de résoudre les problèmes est de les effacer », ajoute le médecin. Un exemple est la place et le rôle de l'AVS dans les établissements accueillant les enfants en intégration. « On peut imaginer un biais lié à sa présence : avec l'AVS, tout est résolu. On entretenait la marche, il se retrouve perpétuellement en fauteuil, il ne marche presque plus, il n'a plus la verticalisation nécessaire. » La présence de cette personne peut aussi être jugée comme un obstacle potentiel à l'intégration véritable : « Est-ce que vous ne pensez pas qu'avoir une tierce personne constamment auprès de soi est parfois un peu lourd ?, demande le médecin. Ça risque de créer une relation de dépendance totale au lieu de conduire l'enfant vers l'autonomie. » La place de cet auxiliaire est délicate comme le relève le guide handiscol [6] car il ne doit pas faire écran entre l'adolescent et ses camarades ainsi que ses enseignants, ni faire à sa place, mais apporter le soutien

nécessaire et suffisant. La notion de « soutien nécessaire et suffisant », est plus difficile à définir, la nature et le type de l'aide dépendant essentiellement du handicap spécifique de l'élève. Une réponse pourrait se trouver dans la rédaction et l'ajustement du PIIS qui devra adapter et optimiser l'intervention de l'AVS.

Un autre écueil de l'intégration réside dans l'amplitude des journées de travail de ces enfants. Comme le relève le directeur de l'établissement spécialisé : « Nos élèves fréquentent des collèges différents et dans un même collège, des classes différentes ; les horaires de début et de fin de cours ne sont pas identiques pour chaque classe. Organiser les transports scolaires devient un véritable casse-tête. Ainsi selon les moments, certains élèves arrivent une demi-heure avant le premier cours et quittent l'établissement une demi-heure après le dernier. » C'est également ce que déplorent les médecins et les enseignants de soutien : « Ils arrivent chez eux ou à l'internat à dix-huit heures... pour faire leurs devoirs. » À cette somme de travail devrait s'ajouter le tiers temps supplémentaire alloué aux élèves. « Mais, déclare le directeur adjoint, plutôt que de bénéficier du tiers temps supplémentaire pour acquérir la totalité des connaissances, la charge de travail et de soins est telle que les élèves ne peuvent en fait acquérir que les deux tiers des connaissances dans un temps identique à celui des autres élèves. » Et l'amplitude des journées conduit également à priver les jeunes de leur vie d'adolescent.

Intégration individuelle vs intégration collective

L'intégration proposée à l'enfant peut se présenter sous la forme d'une intégration individuelle dans une classe ordinaire – dans le cadre ou non d'une UPI – si le niveau scolaire de l'élève le permet ou bien d'une intégration collective pour laquelle les élèves sont regroupés dans une classe spécialisée d'un collège (« classe UPI »). L'intégration individuelle au collège place l'adolescent dans un cursus qui conduit au brevet des collèges. L'intégration collective dans le cas particulier de la « classe UPI » mentionnée ici, s'inscrit dans une perspective de développement personnel de l'adolescent avec pour objectifs la socialisation, la poursuite des apprentissages fondamentaux, l'adaptation des enseignements disciplinaires. Dans ce cadre, le niveau de la classe UPI est adapté aux potentialités des élèves.

Nos études sur l'intégration nous ont conduits à rencontrer trois équipes de collège présentant des expériences différentes : un collège intègre individuellement depuis de longues années des élèves présentant une déficience motrice. Le second expérimente l'intégration dans une classe UPI. Ces modes d'intégration seront évoqués successivement. Un troisième établissement, intégrant individuellement depuis peu, a également apporté son concours à ce travail.

Pour le principal du premier établissement cité, l'intégration est nécessairement individuelle. Il ne voit que deux solutions, l'intégration individuelle ou le regroupement. « Mettre trois ou quatre élèves par classe serait trop lourd car il faut leur accorder une attention particulière. Et les handicaps connexes ne sont pas tous identiques. L'enseignement va s'adapter à leur rythme et à leur niveau et les résultats vont tirer vers le bas. Ce serait reconstituer une structure adaptée en milieu ordinaire, ce ne serait plus de l'intégration. » Cet établissement intègre depuis longtemps

des élèves en situation de handicap. Le principal se souvient que déjà à son arrivée (en 1988), il accueillait des élèves issus de l'établissement spécialisé. L'origine est liée à la présence d'un ascenseur qui permettait aux élèves en fauteuil d'accéder aux étages. La tradition se poursuit, bien que d'autres établissements soient maintenant aux normes et participent à l'accueil de ces adolescents. Dix-sept élèves sont scolarisés cette année dans les classes de 4^e et de 3^e. Dans ce collège, les professeurs ne sont pas volontaires pour accueillir des enfants intégrés. « On ne leur demande pas dans la mesure où les trois quarts d'entre eux auront au moins une classe accueillant des élèves en intégration. Certains, qui ont vécu des cas un peu lourds, ont du mal... » Le principal reconnaît que la situation est difficile à gérer et que son établissement est arrivé à « saturation ». C'est aussi l'avis du médecin scolaire et des médecins de l'institut spécialisé : « Quand on dit intégration individuelle, c'est intégration individuelle, déclare le pédopsychiatre. Ici, c'est une pseudo-intégration individuelle car lorsqu'on dépasse un certain nombre, il faut réfléchir aux phénomènes de groupe. » Même s'ils sont pédagogiquement disséminés, ils font groupe à la récréation, lors du passage à la photocopieuse ou près de l'ascenseur. Ce point doit effectivement être discuté par rapport à l'intégration. « Par ailleurs, poursuit le médecin, une des conditions pour que ces enfants s'y retrouvent, c'est aussi qu'ils aient des éléments d'identification par rapport à d'autres enfants présentant la même déficience. » Il serait alors pertinent de préciser le nombre d'élèves handicapés pouvant être accueillis par l'établissement en fonction de sa taille et de ses ressources.

L'intégration est parfois délicate car les rapports avec les autres élèves ne sont pas toujours simples. Leur intégration implique une participation des autres au niveau des photocopies, pour aider à sortir les affaires, ranger les cartables... « Certains élèves créent facilement le contact et ça va tout seul (des élèves tuteurs ont aidé leur camarade handicapé pendant toute leur scolarité), d'autres sont plus exigeants et les relations deviennent moins faciles. » Le professeur principal doit alors intervenir. « Le problème est de gérer ceci sans l'imposer car si on l'impose, il y a rejet », ajoute le principal. Au plan des apprentissages scolaires, il est indispensable que les élèves intégrés aient un minimum d'autonomie (maîtrise de l'informatique, ou écriture suffisante pour utiliser des fichiers, ou niveau correct de pratiques langagières...), c'est une des conditions de la réussite de l'intégration. La principale difficulté vient de leur faiblesse à l'écrit. Certains professeurs prévoient de donner des documents dactylographiés aux élèves, c'est la situation la plus favorable. Par contre, si les notes sont prises en classe, c'est selon les possibilités des élèves. Bien souvent, le cahier d'un élève devra être photocopié. Les photocopies sont souvent faites en fin de journée par l'AVS ou les aides-éducateurs de l'Éducation nationale. Mais comme les élèves sont répartis en treize classes, il leur est difficile de gérer cette question. Ce sont donc les élèves avec leur tuteur-élève qui doivent y veiller.

Les questions matérielles ne sont pas toutes réglées dans le collège. Par exemple, pour des raisons orthopédiques, certains élèves sont verticalisés pendant les cours et ne peuvent pas se pencher. Ils devraient disposer de tables avec des plans inclinés. Voilà deux ans qu'elles ont été demandées. « Je ne sais pas si c'est difficile à trouver, déclare le

principal, mais on n'a encore rien vu. Pourtant, cela faciliterait la tâche de certains élèves. » La politique actuelle est de privilégier le matériel mis à disposition individuellement que l'élève est censé pouvoir emporter avec lui. L'élève est donc doté d'un ordinateur, d'un scanner et d'une imprimante par l'Éducation nationale. « Venir au collège avec un scanner, on ne voit pas bien ce que l'élève peut en faire, déclare le principal : il est plus difficile de reproduire un document avec un scanner qu'avec une photocopieuse. » Cependant, l'idée de l'utilisation pédagogique du scanner devrait à notre avis être réétudiée puisqu'il peut s'avérer utile pour numériser un document, le retravailler à l'aide d'un logiciel adapté afin de le rendre plus accessible à l'élève. D'autres critiques portent sur les questions de compatibilité des logiciels : par exemple, un élève fait son devoir sur son ordinateur mais si le professeur dispose d'une version plus ancienne ou d'un autre logiciel, il ne peut pas lire le document. Élève et professeur sont donc obligés de passer par une version imprimée. Une formation plus poussée en informatique des professeurs de collège semble à même de résoudre cette question (enregistrement dans un format compatible).

Le second collège développe un accueil d'enfants qui ne pourraient tirer bénéfice d'une intégration individuelle en raison de leurs déficiences, dans le cadre d'une unité pédagogique d'intégration (UPI). Les cinq enfants intégrés présentent « un handicap moteur avec retard scolaire associé ». Les élèves sont tous en « classe UPI ». Les cours sont assurés par une enseignante du premier degré (option C du CAAPSAIS) qui assure mathématiques et français (13 h) et six professeurs volontaires du collège qui enseignent dans six disciplines différentes (histoire-géographie, SVT, anglais, EPS, musique et technologie) à raison d'une heure par semaine. Une AMP détachée de l'établissement spécialisé et une assistante d'éducation assurant la fonction d'AVS collective complètent l'encadrement. Ces deux personnes sont présentes pendant toute la durée des cours et interviennent en plus pendant la pose méridienne et le passage aux toilettes. L'objectif de cette UPI n'était pas tant de faire atteindre un hypothétique niveau de 6^e à ces élèves mais de permettre l'intégration de ces adolescents (14 à 16 ans) en milieu scolaire ordinaire et les motiver sur de nouvelles perspectives. « Il nous semble que cette intégration déclenche chez l'enfant une réaction positive et accroît son désir de progresser dans le domaine des connaissances, déclare le principal. Mais il faut maintenir en parallèle un lien très fort avec l'institution de manière à ce qu'on puisse envisager un retour en arrière le cas échéant et échanger avec les spécialistes. » Le projet a été minutieusement préparé : les enseignants ont pu se rendre à l'institut spécialisé à la fin de l'année scolaire précédente où ils ont pu rencontrer les enseignants et les futurs élèves. « Malgré cette préparation, l'inquiétude des enseignants était perceptible à la rentrée, mais elle a très rapidement disparu au contact des élèves. Par contre, les problèmes matériels ont duré jusqu'aux vacances de la Toussaint. » Les enseignants ont été très satisfaits de la progressivité de cette approche bien que les temps de formation aient été jugés un peu brefs. Le fait d'avoir visité l'établissement a permis de dédramatiser la première impression. « Quand on ne connaît pas les enfants IMC, on est inquiet sur leurs possibilités. Le fait de les rencon-

trer rassure », déclare une enseignante. « On est resté suffisamment longtemps pour prendre conscience de problèmes comme la lenteur, la motricité, ajoute un collègue. On a vu aussi des techniques de travail et le fait qu'ils étaient tous équipés d'ordinateurs. »

Le problème qui s'est posé immédiatement à la rentrée était de savoir comment adapter les cours à ce public particulier. La difficulté vient souvent des problèmes de repérage dans le temps et dans l'espace comme le constate l'enseignante d'histoire-géographie. Quelle(s) partie(s) du programme sélectionner ? Que donner ? À quel rythme aller ? Qu'est-ce que les enfants vont comprendre ? Comment vont-ils m'exprimer le fait qu'ils n'ont pas compris ? Comment évaluer les connaissances ? Mais chacun adapte son propos. Le professeur d'anglais remarque que le rythme de son enseignement est différent et qu'elle ne peut pas faire la même chose qu'avec les autres classes : « Je suis très bloquée par l'aspect ludique, les jeux. Les enfants sont dans leur fauteuil et je ne peux pas les faire jouer. C'est dommage, les élèves de 6^e adorent le gestuel. » La présence de l'enseignante spécialisée rassure. Elle occupe un poste clé dans l'intégration : elle apporte des réponses à certaines interrogations de professeurs et permet de réorienter certains cours qui s'avèrent trop difficiles. Elle reprend aussi des notions et/ou ajuste les modes de présentation parfois peu accessibles, comme par exemple l'utilisation du tableau à double entrée. Le travail avec les élèves de l'UPI a aussi des incidences pédagogiques intéressantes sur les autres classes. « Comme les élèves avaient des difficultés avec les schémas d'écluses, j'ai construit des maquettes », déclare le professeur de technologie. Cela demande de réinventer sa pédagogie et d'adapter les interventions aux possibilités des élèves. « J'ai réutilisé les maquettes avec les autres classes et les élèves ont mieux réussi. » Le professeur d'EPS constate aussi l'effet bénéfique de ces adaptations pédagogiques auprès des élèves des classes ordinaires : « Il arrive qu'on ne se rende pas compte des difficultés de certains élèves lorsque les effectifs des classes sont importants. Je me dis quelquefois que l'approche pédagogique utilisée avec la classe UPI peut être employée avec d'autres élèves qui ont des difficultés de coordination. » C'est aussi ce que constate un autre enseignant : « Finalement, ça m'a permis de faire ressortir les choses importantes, d'aborder la notion différemment et cela a servi aux autres élèves. » Les exemples rapportés sont nombreux. Ce transfert positif des méthodes d'apprentissage utilisées avec les enfants à handicap moteur est intéressant à plusieurs titres : 1) il montre qu'enseigner à des élèves différents conduit à interroger sa propre pratique pédagogique et à réfléchir aux capacités des enfants dont on a la charge. 2) Le travail réalisé avec les enfants handicapés est transférable aux autres élèves et ce transfert se fait au bénéfice des enfants en difficulté. 3) Cette analyse réflexive permet d'envisager différemment son approche pédagogique dans les situations un peu complexes avec des classes ordinaires. Bien sûr, cela demande de la créativité, de l'inventivité de la part de l'enseignant, mais bien que la dépense en énergie soit élevée, tous les professeurs s'accordent à dire que les résultats sont positifs. Tous étaient volontaires pour poursuivre la seconde année. « Ce sont des enseignants motivés qui se sont choisis pour travailler ensemble dans cette expérimentation », conclut le médecin.

Analyse de quelques situations

Nous avons proposé au début de l'article que l'intégration imposait de veiller aux accessibilités scolaire et pédagogique. Bien que certaines difficultés liées à l'intégration aient été réglées, beaucoup subsistent. Elles sont évoquées par les enseignants spécialisés du SESSAD chargés du soutien dont le rôle est prépondérant dans l'intégration scolaire. D'une part, ils assurent la médiation entre le collège et le service de soins et d'autre part, ils accompagnent les élèves dans leur scolarité. Ils sont à ce titre directement saisis des problèmes que rencontrent les adolescents dans leur scolarité. Trois exemples souvent mentionnés : photocopies et double jeu de livres, ordinateur portable et logiciels et enfin évaluation.

L'utilisation des photocopieurs dans les collèges devait résoudre les problèmes de prise de notes. « On s'est adapté aux difficultés motrices visibles mais les difficultés neuro-visuelles ont été un peu oubliées, déclare un maître de soutien ; les photocopies sont parfois difficilement exploitables et ne permettent pas à l'enfant d'être autonome dans son travail. » Il évoque plusieurs sources de problèmes : « L'écriture de certains adolescents est difficilement lisible ; certaines couleurs de l'original sont peu différenciables. » À cela s'ajoutent les lignes du cahier (réglure Seyès ou petits carreaux) qui deviennent plus prégnantes à la photocopie. Si elles ne sont pas gênantes pour un lecteur ordinaire, elles brouilleraient l'information écrite lorsqu'il y a trouble du regard. Et puis, il y a ces problèmes facilement corrigibles comme la taille du cahier dépassant le format A4 qui nécessite de photocopier la page au format supérieur et de découper ensuite. Autant de sources de difficultés. Ces photocopies doivent être rangées dans un classeur. Cette gestion n'est pas toujours bien assurée par certains élèves. « Il arrive parfois que les cours n'aient pas été photocopiés pendant une semaine ou deux. Quand l'évaluation est annoncée, les enfants doivent rechercher les documents manquants et apprendre pendant le week-end trois ou quatre leçons. » Responsabilité des élèves ? Peut-être, mais ces jeunes sont demandeurs de tout ce qu'ils ne peuvent réaliser seuls et ils peuvent se sentir gênés de solliciter en permanence leurs camarades. Alors, ils demandent uniquement lorsque les circonstances l'exigent. Cette question se retrouve évoquée par rapport à l'utilisation d'une double série de manuels scolaires. Certains élèves ont été dotés d'un deuxième jeu de livres pour ne pas avoir à les transporter : l'un devant rester sur le lieu de vie, l'autre au collège dans un casier. Si l'enfant ne peut pas porter des objets lourds, l'utilisation du casier est impossible et il doit solliciter une aide extérieure. « Résultat, conclut le maître de soutien, les livres restent trop souvent dans le cartable et l'enfant continue à les transporter. »

Quelques points réfèrent à l'utilisation des ordinateurs, jugés par ailleurs d'excellente qualité. Le matériel standard n'est pas toujours adapté au handicap de l'élève. Un principal nous cite l'exemple d'une jeune fille aux doigts déformés pour qui l'usage de l'ordinateur portable est actuellement interdit. Son état justifierait l'emploi d'un clavier adapté. Un autre exemple est présenté par l'enseignant spécialisé : « Je trouve surprenant, déclare-t-il, que l'on ne se soit pas interrogé sur la façon dont il fallait procéder pour taper un chiffre sur un clavier d'ordinateur portable ?

(Il faut presser en même temps les touches "shift + chiffre"). Or ces élèves, pour beaucoup, ne tapent que d'une main. » Pour supprimer cette difficulté, il conviendrait de compléter les équipements informatiques par des pavés numériques externes qui sont d'un faible coût par rapport aux équipements initiaux. Le maître de soutien évoque également une difficulté spécifique liée à l'utilisation de logiciels pédagogiques : l'enfant doit apprendre à utiliser le logiciel avant d'en avoir le bénéfice. « C'est une difficulté supplémentaire par rapport aux enfants ordinaires, signale-t-il en prenant l'exemple d'un logiciel utilisé en géométrie (Chamois). Non seulement les enfants doivent acquérir la notion géométrique mais en plus, ils doivent apprendre à utiliser le logiciel permettant de faire les tracés. C'est très coûteux en temps et en énergie. »

L'évaluation des élèves est aussi évoquée dans les entretiens. Elle émane souvent de l'équipe pédagogique du collège : est-ce que je dois lui mettre une note ? comment dois-je le noter ? « Il y a une tendance bien naturelle à ne pas être complètement objectifs et à surnoter les enfants handicapés par rapport à leurs camarades », déclare le directeur de l'établissement spécialisé. Pour le pédopsychiatre : « Quand il y a intégration, on doit faire référence à la norme. Le problème est de savoir quelle est la norme avec des enfants a-normaux. Je ne suis pas sûr qu'il y ait une réponse, déclare-t-il. Dire qu'il n'y a pas de norme ? Mais sans norme, il n'y a plus de groupe. » Il nous paraît cependant souhaitable que la note soit en rapport avec le travail fourni et ne reflète pas un désir de réparation. À cette question s'ajoute celle de la présence de l'AVS durant l'évaluation. : « Le statut de l'AVS est d'être un outil technique au même titre que l'ordinateur mais la différence est qu'il y a nécessairement un élément humain qui intervient et qui ne fonctionne pas comme l'ordinateur », précise le médecin (cf. Guide Handiscol, 2001 a). Un maître de soutien illustre ce propos : « C'est très difficile de ne pas influencer l'enfant par une mimique, un froncement de sourcil lorsqu'il fait une grosse erreur. » Les AVS, des jeunes souvent plein de bonne volonté, en arrivent à aiguiller inconsciemment l'enfant vers les bonnes réponses avec les conséquences que cela pourrait avoir sur l'évaluation. Concernant l'aménagement du temps, l'enfant handicapé a droit à un tiers temps supplémentaire pour faire son évaluation. Mais qui peut accorder vingt minutes supplémentaires lors d'un devoir sur table d'une heure ? Le travail est quelquefois terminé en étude avec l'AVS ou au domicile. Cela entraîne des incompréhensions de la part des autres élèves, voire de rejet de l'enfant en intégration. Il doit alors faire face à des phénomènes d'exclusion assez durs de la part du groupe comme celui auquel nous avons assisté dans un établissement. La question semble pouvoir être résolue différemment : plutôt que d'accorder un temps supplémentaire, ne conviendrait-il pas d'aménager l'évaluation en conservant les difficultés mais en réduisant le nombre d'items afin qu'elle soit réalisable dans un même temps. Comment faire comprendre aux élèves la question sensible du traitement différent et prévenir les intégrations difficiles ? Dans le cas observé, au-delà des questions de personnalité, tout semble fonctionner comme si leur représentation du handicap était globalisée, conduisant au transfert de la représentation du physique sur le mental. En d'autres termes, pour certains élèves, quelqu'un de

handicapé ne peut pas avoir de meilleures performances qu'eux et si la note est supérieure, elle est due aux aides dont il bénéficie. Pour modifier cette représentation, faut-il présenter le handicap aux élèves de la classe ? La question fait débat. Un professeur en est partisan. Après entente avec les élèves concernés, il propose à toutes les classes une heure de sensibilisation au handicap. Le plan retenu comporte trois points : un quiz sur le handicap en Europe, une étude des représentations des élèves par rapport au handicap (proximité, compensation, non discrimination, participation, dignité) et enfin, une analyse de situation extraite d'une vidéo. D'autres sont plus réservés. En tout état de cause, la décision appartient à l'élève et sa famille et il est nécessaire d'en débattre avec eux. Certains acceptent volontiers, d'autres refusent qu'on mette en avant leur situation. « À force de voir tant de personnes les observer, déclare le pédopsychiatre, ces enfants ont quelquefois le sentiment de devenir objet d'étude. L'intégration, c'est aussi ne pas devenir objet de curiosité. C'est un risque car tout ce qui est différent attire le regard. Eux sont forcément différents. »

CONCLUSION

Notre propos était d'étudier l'intégration collective ou individuelle d'adolescents présentant une déficience motrice en milieu scolaire. Les professionnels se sont montrés disponibles pour répondre à nos sollicitations et ont témoigné d'une réelle volonté de conjuguer leurs actions pour accompagner au mieux l'élève au collège. La question que nous leur avons posée portait sur les conditions nécessaires pour réussir une intégration. Bien que des difficultés aient été largement évoquées, il ressort de l'ensemble des témoignages que l'intégration est souvent positive. Toutefois, même si le chemin s'est considérablement amélioré depuis la loi de 1975, il reste encore beaucoup à faire. Notre étude met en exergue quelques points sensibles qui conditionneraient, dans une certaine mesure, la réussite du projet. 1) La notion de handicap moteur couvre une mosaïque de situations très différentes les unes des autres. L'adolescent arrive avec ses difficultés propres et la réponse institutionnelle ne peut se limiter à un traitement global du handicap : elle doit nécessairement être individualisée. Il nous paraît donc essentiel que la préparation matérielle et pédagogique de l'intégration soit ajustée aussi précisément que possible aux besoins de l'élève. 2) Ces adaptations peuvent être définies dans le cadre de la convention d'intégration à l'occasion de laquelle est rédigé le PIIS dont nous rappelons les caractéristiques : il est individuel et évolutif, fait l'objet d'une concertation, et s'inscrit dans la continuité. D'où l'attention toute particulière à apporter à sa rédaction et à sa réactualisation. L'adolescent et sa famille doivent être replacés au centre du projet et soutenus dans leurs démarches. La famille est un partenaire essentiel. Toutefois, nous avons constaté que la place et le rôle de la famille et de l'adolescent intégré était assez peu évoqués dans les entretiens, alors que nous savons les chefs d'établissement rencontrés très à l'écoute des familles. 3) La réussite de l'intégration paraît être le

résultat d'un travail d'équipe. Une dynamique se produit autour du projet lorsque l'accueil est bien préparé et les enseignants volontaires. Les besoins évoqués sont : une formation à l'accueil des enfants handicapés – on peut regretter ici le peu de stages proposés sur ces thèmes dans les plans académiques de formation – et un accompagnement de l'intégration. Ce suivi repose en grande partie sur l'établissement spécialisé et/ou le SESSAD et permet aux enseignants et professionnels de santé d'échanger sur les réussites ou difficultés rencontrées par les élèves, sur des techniques développées par les enseignants de soutien et les ergothérapeutes... Ces réunions ne devraient pas être placées sous le signe du bénévolat mais être institutionnalisées comme dans les établissements spécialisés. Enfin, cette étude fait émerger un aspect à notre avis très positif de l'accueil de l'enfant différent en classe ordinaire. Enseigner avec ces enfants semble avoir un impact sur la pédagogie, amenant les professeurs à être davantage inventifs et innovants dans leurs pratiques. Cette posture réflexive et ces pratiques adaptées ont immanquablement des effets positifs pour l'ensemble des élèves de la classe...

RÉFÉRENCES

- [1] BINGLER (A.), VIARD (D.) : « Intégration scolaire et nécessités neuro-orthopédiques : une conciliation difficile », *Motricité cérébrale*, 2001, 22, pp. 159-165.
- [2] BRISSIAUD (R.) : *Comment les enfants apprennent à calculer le rôle du langage, des représentations figurées et du calcul dans la conceptualisation des nombres*, Paris, Retz, 1989.
- [3] BRISSIAUD (R.) : *J'apprends les maths : CP*, Paris, Retz, 1991.
- [4] FAYOL (M.) : *L'enfant et le nombre : du comptage à la résolution de problèmes*, Neuchâtel, Delachaux et Niestlé, 1990.
- [5] HANDISCOL (A.) : *Guide pour les enseignants qui accueillent un élève présentant une déficience motrice*, ministère de l'Éducation nationale, Paris, 2001.
- [6] HANDISCOL (B.) : *Guide pour la scolarisation des enfants et des adolescents handicapés*, Ministère de l'Éducation nationale, Paris, 2001.
- [7] GUIDETTI (M.), TOURETTE (C.) : *Handicap et développement psychologique de l'enfant*, Paris, Armand Colin, 2001.
- [8] HOUDE (O.), MAZOYER (B.) : *Introduction à l'imagerie cérébrale anatomique et fonctionnelle*, Paris, PUF, 2002.
- [9] LACHAUD (Y) : *Rapport : Intégration des enfants handicapés en milieu scolaire*, ministère de l'Éducation nationale, 2003.
- [10] MAZEAU (M.) : *Déficits visuo-spatiaux et dyspraxie de l'enfant. Du trouble à la rééducation*. Paris, Masson, 1995.
- [11] MAZEAU (M.) : *Dysphasies, troubles mnésiques, syndrome frontal chez l'enfant. Du trouble à la rééducation*, Paris, Masson, 1997.
- [12] SYLVESTRE (A.) : « Infirmité motrice cérébrale et handicaps multiples », in *Manuel de psychologie des handicaps*, Liège, Mardaga, 2001.
- [13] VIOT (C.), DAFFAURE (V.), SCHUMACHER (C.), GUIGUE (M. P.) : « Troubles des apprentissages non verbaux », *Actes du 3^e colloque du bilan neuropsychologique aux démarches pédagogiques*, Suresnes, CNEFEI, 2003.
- [14] VAN HOUT (A.), MELJAC (C.) : *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*, Paris, Masson, 2001.

Apports de la neuro-imagerie dans la connaissance des rapports cerveau et cognition

B. ECHENNE

Service de Neuropédiatrie, Unité de Neuropsychologie et d'analyse des troubles du langage. Hôpital Gui-de-Chauliac, CHU, 34295 Montpellier.

RÉSUMÉ : *Apports de la neuro-imagerie dans la connaissance des rapports cerveau et cognition*
Pendant des années, les études menées par les neurologues ont tenté de localiser anatomiquement les zones centrales impliquées dans les tâches cognitives. L'apport de l'imagerie fonctionnelle a permis de relativiser cette approche localisationniste au profit de la notion de réseaux et d'interconnexion, en montrant l'extrême complexité de l'activation des circuits cérébraux selon la qualité et le degré des tâches proposées. C'est une mise au point non exhaustive des concepts actuels qui est présentée ici.

Mots clés : Neuro-imagerie — Localisation cérébrale.

SUMMARY : *Contribution of neuroimaging to our knowledge of the relationship between brain and cognition*

For a long time, the scientific works and the neurologic research tried to localize, on an anatomical point of view, the different brain areas activated during cognitive tasks. The recent introduction of functional imaging completely modified these old conceptions, showing that very complex networks were acting during cognitive tasks, with a great inter-individual variation. The present paper presents a non exhaustive survey of these new approaches.

Key words : Neuroimaging — Cerebral localisation.

RESUMEN : *Aporte de las neuroimágenes en el conocimiento de la relación entre el cerebro y la cognición*

Durante años, los estudios llevados por los neurologos han intentado localizar anatómicamente las zonas centrales activas en las tareas cognitivas. La aportación de las imágenes funcionales ha permitido relativizar este enfoque localizacionista, favoreciendo la noción de red y de interconexión y subrayando la complejidad de la activación de los circuitos cerebrales según la cantidad y el nivel de las tareas propuestas. Intentaremos esclarecer los conceptos actuales desarrollados sin tener la pretensión de ser exhaustivo.

Palabras clave : Neuroimágenes — Localización cerebral.

L'imagerie fonctionnelle a révolutionné l'approche que pouvaient avoir les médecins des difficultés cognitives de l'enfant.

Très longtemps a prévalu une sorte de dichotomie où, d'un côté les neurologues s'efforçaient de localiser, de circonscrire les zones cérébrales ou les aires corticales chargées de contrôler telle ou telle fonction, et où, de l'autre côté, beaucoup d'imprécisions existaient dès lors qu'il s'agissait de l'enfant – c'est-à-dire d'un cerveau en développement – avec, faute d'une pathologie expérimentale guidant la recherche, une part trop belle faite à l'interprétatif, au détriment d'une analyse sémiologique fine qui prévalait chez l'adulte.

Pendant des années, nos connaissances ont reposé sur

l'analyse anatomo-clinique de patients adultes atteints de dysfonctionnements aigus touchant le langage, la mémoire, l'adaptation sociale, la lecture... Une approche somatotopique, à l'évidence imparfaite, s'est dégagée concernant ces fonctions.

LES NOTIONS CLASSIQUES

À titre d'exemple, nous nous limiterons aux relations existant entre troubles du langage et épilepsie, et aux conditions auxquelles elles avaient permis d'aboutir en ce qui concerne l'organisation cérébrale du contrôle langagier. On trouve dans la littérature ancienne sur l'épilepsie la

description de troubles du langage de type aphasique, surtout en tant qu'accident postcritique. L'aphasie motrice, la surdité verbale, l'aphasie amnésique, les paraphasies, l'alexie ont ainsi été décrites par des auteurs tels que Gowers, Heilbronner, Knapp...

Les auteurs du début du xx^e siècle, étudiant l'équivalent aphasique de l'épilepsie, ont souligné que plusieurs modalités pouvaient s'observer chez un même malade. Ils ont ainsi décrit des équivalents anarthriques purs, l'arrêt brusque de la parole avec perte du langage intérieur, l'impossibilité d'évocation des mots avec incompréhension verbale, les paraphasies, palilalies et jargonaphasies... Ils ont aussi souligné l'existence de troubles paroxystiques du langage écrit (alexie, agraphie), perçu la diversité des mécanismes sous-jacents (suspension de l'attention ou troubles visuels, ou cécité verbale ; perte du sens des mots, incapacité à tracer les lettres [1, 3, 4]).

La localisation temporelle des crises dysphasiques a été rapidement reconnue avec, en général, intrication de phénomènes réceptifs et expressifs, et sur le plan sémiologique, des signes majeurs tels que arrêt brusque de la parole, aphasie transitoire avec paraphasies, agraphie paroxystique.

Les travaux de Penfield et Roberts [19] ont permis d'approcher de façon quasi expérimentale le problème des troubles phasiques. Par stimulation de certaines aires corticales, ils ont provoqué des phénomènes de vocalisation, ou bien de simples arrêts de parole ; ceci au niveau des deux hémisphères cérébraux : une aire correspondait à la représentation motrice et sensitive des organes bucco-phonatoires, l'autre si geait à la face interne au niveau de l'aire motrice supplémentaire. Des arrêts de parole de type aphasique ont été déterminés par la stimulation de quatre zones : l'aire frontale inférieure correspondant à l'aire de Broca, les aires pariétale et temporelle de l'hémisphère dominant, l'aire frontale supérieure et interne...

Citons enfin Hecaen [9] qui soulignait un certain nombre de points qui restent d'actualité :

- la fréquence de la suspension de parole dans toutes les formes d'aphasie paroxystique,
- l'atteinte du lobe temporal gauche en cas de surdité verbale paroxystique,
- une lésion de l'hémisphère gauche en cas d'alexie, y compris chez des gauchers.

De Broca [3] jusqu'à Penfield [19] et Hecaen [9], c'est donc en termes de circonvolutions cérébrales, quelles qu'aient été les composantes qu'on leur a successivement attribuées ou retranchées, que l'on a petit à petit délimité les zones du langage [12]. Et à dire vrai, celles-ci sont bien proches des formes que leur donnait déjà Dejerine en 1914 !

LA PÉRIODE MODERNE : LA PÉRIODE INITIALE DES APPORTS DE LA NEUROPSYCHOLOGIE ET DE L'IMAGERIE

L'affinement des techniques d'évaluation neuropsychologique, l'apparition de l'imagerie fonctionnelle, tomographie à émission de positons et plus tard IRM fonc-

tionnelle ont amené à une autre approche, plus dynamique qu'anatomique, en introduisant, au début des années 1990, la notion de réseaux fonctionnels et de circuits [7, 17].

C'est ainsi que l'on a pu démontrer que les structures impliquées dans la compréhension et l'élaboration du langage incluait : une partie étendue du cortex p risylvien primaire, secondaire et tertiaire, avec une localisation dans l'hémisphère gauche pour 87 % de la population, pour l'hémisphère droit pour 8 %, avec une répartition bilatérale dans 5 % des cas. Sont également sollicités : le cortex préfrontal, l'aire motrice supplémentaire, le cortex limbique, le thalamus et les noyaux gris centraux, le cervelet. Les aires p risylviennes de l'hémisphère droit jouent un rôle dans les fonctions prosodiques supra segmentaires et dans l'adaptation à la communication [17].

Ces notions, devenues classiques, sont illustrées par les schémas 1 et 2, empruntés à M. Habib et J. Narbona.

Figure 1. Aires corticales impliquées dans le langage oral (et relations entre les différentes aires impliquées).

A = face externe de l'hémisphère gauche,
B = face interne de l'hémisphère droit.

Les aires primaires auditives de projection simple (1) se projettent sur les aires secondaires et tertiaires : aire de Wernicke, gyrus supra-marginal et pli courbe, qui forment l'aire postérieure d'intégration du langage (2). Celle-ci est reliée par le faisceau arqué sous-cortical à la partie la plus antérieure de l'aire de Broca (*pars triangularis*, pour la formulation du langage) (3), et cette structure active la partie postérieure de l'aire de Broca (*pars opercularis*, pour la programmation de la parole) (4).   son tour la partie inférieure de la circonvolution frontale ascendante (5) est activée et c'est de là que partent les « ordres » moteurs vers les noyaux nécessaires à la réalisation phonatoire et articulatoire du langage. Ces ordres sont modulés par les ganglions de la base et par le cervelet. La région « préfrontale » (6), par ses connexions avec l'aire postérieure d'intégration du langage, intervient dans l'accès au lexique et pour l'adaptation du message formulé à son contenu sémantique. Les aires motrices supplémentaires des deux hémisphères (7) ont sous leur dépendance l'initiative verbale en activant l'aire préfrontale qui, elle-même, active la partie antérieure de l'aire de Broca en vue de la formulation. Le système limbique des deux hémisphères (8) a sous sa dépendance la mémoire verbale et la « tonalité » affective du langage, il est en relation avec les régions p risylviennes et pariétales de l'hémisphère droit (contrôle de la prosodie).

  partir de J. Narbona et S. Fernandez [17].

Ceci suppose donc une grande variété de stimuli sur le plan qualitatif, et un grand nombre de circuits interconnectés mis en marche de façon synchrone. Interviennent aussi l'importance relative d'une tâche par rapport à une autre et aussi un aspect quantitatif [11] pour un processus cognitif donné : au cours de certaines tâches, sont plus sollicitées l'approche sémantique dans certains cas, ou d'autres compétences (programmation lexicale, syntaxique et sémantique) ailleurs...

Dans l'ensemble, le profil d'activation des différentes « aires » ou « zones » du langage ne remet pas fondamentalement en cause les données classiques, issues de la pathologie humaine ou de l'expérimentation.

Néanmoins, l'imagerie fonctionnelle étudiée au cours de nombreuses épreuves cognitives a considérablement élargi la vision des circuits et réseaux qui sont le support du fonctionnement cognitif cérébral et aussi considérablement complexifié l'approche de celui-ci sur le plan physiologique comme sur le plan physiopathologique.

Exemple de l'aire de Broca

Classiquement, cette zone, qui inclut l'aire 44 de Brodman, a surtout été considérée comme le lieu de coordination des mouvements articulatoires. Actuellement, l'imagerie fonctionnelle de volontaires sains a permis de penser que cette zone jouait également un rôle dans la compréhension syntaxique [10], et même dans les processus d'accès sémantique [16]. Contrairement aux notions classiques, elle interviendrait aussi dans la perception et la compréhension des sons ou des textes musicaux [13, 18], dans la perception des rythmes [21], dans la capacité à concevoir la trajectoire d'un mouvement [2], dans l'exploration visuo-spatiale [14]. Il est donc devenu extrêmement difficile de penser qu'il existe une corrélation linéaire entre fonction et localisation, entre fonction et circuits tels qu'ils sont rapportés sur les *figures 1 et 2...* Il devient évident, par contre, qu'à l'instar de toutes les structures cérébrales, l'aire 44 de Brodman, partie de l'aire de Broca, présente des aptitudes fonctionnelles multiples, spécifiques ou non, en s'intégrant à un nombre très élevé de réseaux tout aussi nombreux et complexes.

L'exemple du lobe frontal inférieur gauche

C'est une autre illustration de la multiplicité des tâches qui peuvent être gérées ou influencées par les circuits qui le constituent. Il en est ainsi des épreuves de compréhension lexicale, mais aussi morphosyntaxique, des épreuves d'analyse phonologique, de discrimination auditive rapide et même de fréquence relativement basse (200 msec). Il semble également jouer un rôle dans la mémoire de travail. Des activités non linguistiques peuvent également être concernées (chez le singe, activation de l'aire F5 à la vue d'un objet à saisir, ou à la vue d'un autre singe manipulant le même objet) [16]. La production de parole comprend les zones ventrales et dorsales du gyrus temporal postérieur et supérieur, l'aire péricentrale du cortex sensorimoteur et la partie antérieure de l'insula [20, 23]. Les aires impliquées dans l'acte de lire comprennent les zones antérieure et postérieure du cortex moyen et ventral frontal inférieur gauche. La lecture des pseudo-mots active la plus grande part de l'opercule frontal gauche et sa partie moyenne. La

Figure 2. Mécanismes sous-corticaux du langage.

FOR : formulation du langage, PM : programmation motrice de la parole (ces deux zones constituent ensemble l'aire de Broca), DEC : décodage, pa : pallidum, ca : noyau caudé, va : noyau ventral antérieur du thalamus, pul : pulvinar, FA : faisceau arqué.

Outre les connexions directes entre les aires postérieures et antérieures d'intégration du langage, il existe des voies qui passent par le thalamus et les ganglions de la base et exercent un contrôle inhibiteur sur le langage. De plus, l'aire de programmation motrice « consulte » de façon continue l'aire corticale postérieure du langage par l'intermédiaire du thalamus (noyau ventral antérieur et pulvinar) pour tester l'adéquation des performances motrices linguistiques avant leur émission.

À partir de Habib [7].

LES NOTIONS ACTUELLES

La plupart des tâches de langage comportent de multiples facettes qui sont traitées simultanément ou successivement à des degrés divers.

Qui dit langage parlé ou écrit dit implicitement qu'il est nécessaire de traiter une information sensorielle (auditive ou visuelle), d'analyser la phonologie, la syntaxe, ou bien le lexique et l'orthographe, d'accéder au sens des messages reçus, d'activer sa mémoire phonologique, sa mémoire de travail, de raisonner sur l'information transmise, et éventuellement ensuite de programmer et de formuler une réponse.

programmation phonologique active également l'opercule frontal gauche tandis que son contenu sémantique dépend de la partie ventrale antérieure du cortex frontal gauche. Par conséquent, différents modes de lecture sont utilisés par des activations frontales différentes : antérieures (sémantique) ou postérieures (phonologique) [20].

Le rôle du cervelet

On sait depuis longtemps qu'il existe des projections d'aires néocorticales associatives vers le cervelet, celui-ci se connectant en retour à des aires préfrontales ; et aussi hypothalamo-limbiques [6].

L'imagerie fonctionnelle a mis en évidence des activations cérébelleuses au cours de procédures expérimentales non motrices. C'est le cas du domaine linguistique (appariement sémantique de mots, genèse de synonymes ou de rimes, traduction anglais-français...). Et aussi la compréhension d'un mot à partir de la première syllabe... L'éventail des tâches où le cervelet est sollicité est en fait beaucoup plus large que prévu : activité de numération, d'attention, de mobilisation de la mémoire.

Le lobe antérieur interviendrait dans les aspects sémantiques du langage pour sa partie droite, et aussi dans la perception et la reproduction motrice d'intervalles temporels et dans la préparation motrice consécutive à certains états émotionnels. Le lobe postérieur et les noyaux dentelés participeraient à des mécanismes attentionnels [5, 6].

Nous voudrions terminer le rapide survol non pas par ce que l'on sait actuellement de l'activation de telle ou telle zone dans différentes tâches (langage, lecture surtout), mais à partir d'une fonction beaucoup moins étudiée jusqu'à présent : l'aptitude au calcul. Les travaux jusqu'à ce jour concernent essentiellement l'adulte ; par exemple, ceux de Stanescu-Cosson [22] montrent qu'en calcul approché, on assiste à une activation des régions préfrontales intrapariétales, précentrales, dorsolatérales et supérieures alors que le calcul précis active le cortex préfrontal inférieur gauche, et les régions angulaires des deux côtés. Quand les chiffres augmentent, en calcul exact, on observe une activation des mêmes zones intrapariétales des deux côtés, comme dans le calcul approché, mais aussi du gyrus frontal gauche inférieur et supérieur. Ces résultats sont intéressants car ils démontrent l'existence de zones très voisines mais impliquées dans des tâches différentes ; et l'on peut mieux comprendre ainsi le polymorphisme de certaines dyscalculies [22].

QUE CONCLURE ?

Il est sans doute beaucoup trop tôt pour pouvoir établir une carte fonctionnelle du cerveau. Le petit nombre de cas étudiés, l'absence souvent de population contrôle et surtout la non reproductibilité des résultats chez un même sujet (M. Zanka et R. Cheminal – communication personnelle – étude en cours) doivent nous rendre très prudents dans l'interprétation de tels résultats. Néanmoins, la progression des acquis dans ce domaine a été considérable ; et l'on peut raisonnablement penser que l'affinement des techniques permettra d'analyser plus valablement le fonctionnement et les interactions des différents circuits impliqués dans les tâches cognitives.

Ces examens ont eu un immense mérite, celui de visualiser le fonctionnement et donc de démontrer qu'un dyslexique ou un dysphasique par exemple ne l'étaient pas pour d'obscurs motifs, mais bien en raison d'un fonctionnement anormal, d'un « cerveau particulier » [7]. *A contrario*, ces examens ont pu également préciser que l'apprentissage pouvait « réactiver » partiellement du moins, des zones initialement non fonctionnelles. Ce qui permet d'un côté de penser que la prise en charge thérapeutique des enfants présentant des troubles cognitifs n'est pas un acte symbolique, et que de l'autre, ces nouvelles méthodes, analysant les interactions fonctionnelles des différentes régions centrales, finiront par aboutir à une cartographie fonctionnelle probablement différente des modèles élaborés au cours des *xix^e* et *xx^e* siècles [15].

RÉFÉRENCES

- [1] AJURIAGUERRA (J. de), HECAEN (H.) : *Le Cortex cérébral. Étude neuropsychopathologique*, Paris, Masson, 1960.
- [2] BINKOFSKI (F.), AMUNT (K.), STEPHAN (K. M.), POSSE (S.), SCHORMANN (T.), FREUND (H. J.), ZILLES (K.), SEITZ (R. J.) : « Broca's region subserves imagery of motion : A combined cytoarchitectonic and fMRI study », *Human Brain Mapping*, 11, 2000, pp. 273-285.
- [3] BROCA (P.) : « Remarques sur le siège de la faculté de langage articulé suivies d'une observation d'aphémie (perte de la parole) », *Bulletin de la Société d'Anatomie*, 6, 1861, pp. 330-357.
- [4] DEJERINE (J. J.) : *Sémiologie des affections du système nerveux*, Paris, Masson, 1914.
- [5] GOTTWALD (B.), MIHAJLOVIC (Z.), WILDE (B.), MEHDORN (H. M.) : « Does the cerebellar contribute to specific aspects of attention ? », *Neuropsychologica*, 41, 2003, pp. 1452-1460.
- [6] HABAS (C.) : « Le cervelet : de la coordination motrice aux fonctions cognitives », *Revue Neurologique*, 157, 2001, pp. 1471-1497.
- [7] HABIB (M.) : *Bases neurologiques des comportements*, Paris, Masson, 1993.
- [8] HABIB (M.), ROBICHON (F.), DEMONET (J.-F.) : « Le singulier cerveau des dyslexiques », *La Recherche*, n° 289, 1996, pp. 80-85.
- [9] HECAEN (H.) : « Acquired aphasia in children and the entogenous of hemispheric functional specialization », *Brain Language*, 3, 1976, pp. 114-134.
- [10] HEIM (S.), OPITZ (B.), FRIEDERICI (A. D.) : « Distributed cortical networks for syntax processing : Broca's area as the common denominator », *Brain Language*, 85, 2003, pp. 402-408.
- [11] HERTZ-PANNIER (L.), CHIRON (C.), DEHAENE-LAMBERTZ (G.) : « L'imagerie fonctionnelle du langage chez l'enfant », in *Les dysphasies*, R. Cheminal, M. Brun, Paris, Masson, 2001, pp. 71-81.
- [12] LECOURS (A. R.) : « Corrélations anatomo-cliniques de l'aphasie. La zone du langage », *Revue Neurologique*, 136, 1980, pp. 591-608.
- [13] MAESS (B.), KÖLSCH (S.), GUNTER (T. C.), FRIEDERICI (A. D.) : Musical syntax is processed in Broca's area : An EMG study, *Nature Neurosciences*, 4, 2001, pp. 540-545.
- [14] MANJALY (Z. M.), MARSHALL (J. C.), STEPHAN (K. E.), GURD (J. M.), ZILLES (K.), FINK (G. R.) : « In search of the hidden : An fMRI study

- with implication for the study of patients with autism and with acquired brain injury », *Neuroimage*, 19, 2003, pp. 674-683.
- [15] MARSHALL (J. C.), FINK (G. R.) : « Cerebral localization, then and now », *Neuroimage*, suppl. 1, 20, S2-S7, 2003.
- [16] MULLER (R. A.), KLEINHAUS (F.), COURCHESNE (E.) : Linguistic theory and neuroimaging evidence : An fMRI study of Broca's area in lexical semantics *Neuropsychologia*, 41, 2003, pp. 1199-1207.
- [17] NARBONA (J.), FERNANDEZ (S.) : « Fondements neurobiologiques du développement du langage », in *Le Langage de l'enfant. Aspects normaux et pathologiques* (pp. 3-26), Paris, Masson, 1996.
- [18] PATEL (A. D.) : « Language, music, syntax and the brain », *Nature Neurosciences*, 6, 2003, pp. 674-681.
- [19] PENFIELD (W.), ROBERTS. (L.) : *Speech and brain mechanism*, Princetown-New Jersey, Princeton University Press, 1959.
- [20] PRICE (C. J.), GORNO-TEMPINI (M. L.), GRAHAM (K. S.), BIGGIO (N.), MECHELLI (A.), PATTERSON (K.), NOPPENY (U.) : « Normal and pathological reading : Converging data from lesion and imaging study », *Neuroimage*, suppl. 1, 20, S30-S41, 2003.
- [21] SCHUBOTZ (R. I.), VON CRAMON (D. Y.) : Interval and ordinal properties of sequences are associated with distinct premotor areas, *Cerebral Cortex*, 11, 2001, pp. 210-222.
- [22] STANESCU-COSSON (R.), PINEL (P.), VAN DE MOORTELE (P. F.), LE BIHAN (D.), COHEN (L.), DEHAENE (S.) : « A brain imaging study of the impact of number size on the cerebral networks for exact and approximate calculation », *Brain*, 123, 2000, pp. 2240-2255.
- [23] TURKELTAUB (P. E.), EDEN (G. F.), JONES (K. M.), ZEFFIRO (T. A.) : « Metaanalysis of the functional neuroanatomy of single word reading : Method and validation », *Neuroimage*, 16, 2002, pp. 765-78.

● Fin du dossier « Sensori-motricité & Apprentissages fondamentaux » ●

Fonctionnement attentionnel et comportemental de jeunes filles traitées pour une leucémie lymphoblastique aiguë par chimiothérapie avec et sans irradiation crânienne

S. PRÉCOURT*, ***, M. LASSONDE***, I. LAMOTHE*, ***,
H. C. SAUERWEIN***, A. MOGHRABI**, P. ROBAEY*

* Laboratoire de Psychophysologie Cognitive et de Neuropsychiatrie, Département de Psychiatrie, Centre de Recherche de l'Hôpital Sainte-Justine, Montréal, Québec.

** Département de Pédiatrie, Service d'Hématologie-Oncologie, Hôpital Sainte-Justine, Montréal, Québec.

*** Département de Psychologie, Université de Montréal et Centre de Recherche de l'Hôpital Sainte-Justine, Montréal, Québec.

Pour correspondance : Philippe Robaey, Département de Psychiatrie, Hôpital Sainte-Justine 3100 Ellendale, Montréal, Québec, H3S 1W3 Canada. Tél : (514) 345-4695. Fax : (514) 345-4635. Courriel : philippe.robaey@umontreal.ca

RÉSUMÉ : *Fonctionnement attentionnel et comportemental de jeunes filles traitées pour une leucémie lymphoblastique aiguë par chimiothérapie avec et sans irradiation crânienne.*

Un groupe homogène de dix-huit filles leucémiques âgées entre 7 et 11 ans a été évalué 18 à 49 mois après la fin des traitements afin de déterminer les impacts à long terme de la leucémie lymphoblastique aiguë et de ses traitements sur 1) les différents processus attentionnels et 2) le comportement. Huit patientes ont reçu de l'irradiation crânienne et de la chimiothérapie et dix patientes ont été traitées uniquement avec de la chimiothérapie. Les patientes sont comparées à dix sujets témoins en santé. Globalement, les résultats suggèrent une atteinte plus marquée de l'attention auditive chez les patientes irradiées. En effet, les performances des trois groupes à une tâche d'attention divisée se distribuent de manière ordonnée en fonction du type de traitement reçu, les patientes irradiées présentant dans l'ensemble les performances les plus lentes, suivies par les patientes non irradiées et par les sujets témoins. De plus, des difficultés scolaires sont davantage rapportées par les parents des filles ayant reçu de l'irradiation crânienne que ceux des autres enfants, soit les patientes leucémiques non irradiées et les sujets témoins. Les filles irradiées présentent également plus de problèmes attentionnels selon leurs parents que les sujets témoins.

Mots clés : Leucémie — Irradiation crânienne — Pédiatrie — Fonctions attentionnelles — Comportement — Filles.

SUMMARY : *Attention and behaviour of girls treated for an acute lymphoblastic leukemia by chemotherapy with and without cranial radiation.*

A homogenous group of 18 girls aged between 7 and 11 years was evaluated 18 to 49 months after the completion of Acute Lymphoblastic Leukemia (ALL) treatment. Eight girls received cranial radiation and chemotherapy and 10 were treated with chemotherapy alone. The patients were compared to 10 normal healthy controls. Furthermore, their parents rated their behavior, school performance and social competence on a questionnaire. The results point to a greater attention deficit for the auditory modality in ALL girls treated with ICT and CRT. Detection times obtained in a divided attention task were found to be ranked according to treatment groups, with the irradiated patients showing the slowest responses, followed by non irradiated patients followed in turn by healthy controls. This difference was significant between the irradiated and the healthy

control groups only. Moreover, using the CBCL, school problems were more reported by parents of irradiated girls, as compared to non irradiated and healthy controls. Irradiated girls also presented more attention problems than healthy controls according to their parents.

Key words : *Leukemia — Cranial radiation — Paediatrics — Attention functioning — Behaviour — Girls.*

RESUMEN : *Limfoblástica aguda con quimioterapia con y sin irradiación craneana.*

Un grupo homogéneo de 18 niñas leucémicas entre 7 y 11 años han sido evaluadas 18 a 49 meses después del fin de su tratamiento, para determinar el impacto a largo plazo de la leucemia linfoblástica aguda y de sus tratamientos sobre 1) los diferentes procesos atencionales y 2) el comportamiento. Ocho pacientes han recibido la irradiación craneana y la quimioterapia y diez han recibido únicamente la quimioterapia. Los pacientes están comparados con un grupo de diez personas sanas. De manera general, los resultados sugieren un deterioro más importante de la atención auditiva en los pacientes irradiados. Las capacidades de los tres grupos frente a una tarea de atención dividida se reparten de manera ordenada según el tipo de tratamiento recibido : los pacientes irradiados presentan en general los resultados los más lentos, seguidos por los pacientes no irradiados y por los individuos sanos. Además, las dificultades escolares son mencionadas más frecuentemente por los padres de niñas que han recibido irradiaciones craneanas que los de las otras niñas (los pacientes leucémicos no irradiados y el grupo de control). Las niñas irradiadas presentan igualmente más problemas de atención, según los padres, que los individuos del grupo de control.

Palabras clave : *Leucemia — Irradiación craneana — Pediatría — Funcionamiento de la atención — Comportamiento — Niñas.*

La leucémie lymphoblastique aiguë (LLA) représente la forme de cancer la plus fréquente dans la population pédiatrique. L'incidence de cette maladie est de 0,126 pour mille chez les enfants de moins de 15 ans. Elle frappe le plus souvent les enfants âgés entre 3 et 5 ans. La LLA se caractérise par une prolifération incontrôlée de lymphoblastes à l'intérieur de la moelle osseuse.

LE TRAITEMENT

Au cours des vingt dernières années, un effort concerté de recherche a permis d'augmenter, de façon spectaculaire, l'efficacité du traitement de la LLA chez l'enfant. Un pas considérable a été franchi avec l'introduction d'un traitement prophylactique du système nerveux central (SNC), combinant chimiothérapie intrathécale (CIT) et irradiation crânienne (IC). Ce traitement a permis de diminuer de façon appréciable le taux de rechute au niveau du SNC, une complication au pronostic très sombre. Aujourd'hui, l'estimation du taux de guérison¹ chez cette population varie de 70 à 85 % (18, 29, 46) alors qu'avant 1960, on estimait à environ 30 % les chances de mise en rémission et à moins de 1 % les chances de guérison (6, 20, 42).

Malheureusement, parallèlement à l'évolution de cette thérapeutique médicale, un nombre grandissant d'études associées des atteintes neurophysiologiques et neuropsychologiques aux traitements du SNC (36). L'irradiation crânienne serait associée à des atteintes à long terme de la matière blanche du SNC, soit une leucoencéphalopathie (15, 18, 21, 24), un élargissement des ventricules cérébraux témoignant d'une atrophie cérébrale, et des calcifications (31, 35). Pour l'instant, les atteintes du SNC répertoriées paraissent plutôt diffuses (40). Toutefois, certains auteurs

rappellent un taux plus élevé de calcification au niveau des ganglions de la base, ce qui pourrait expliquer la détérioration intellectuelle et les difficultés éprouvées par plusieurs de ces enfants au niveau de l'attention, de la mémoire et de la vitesse de traitement de l'information (4, 7, 27, 33, 37, 48, 50). Malgré ces quelques résultats, à ce jour, les corrélations entre l'imagerie cérébrale et le fonctionnement cognitif de ces enfants demeurent généralement faibles (22, 30, 31).

Conjointement ou non à l'irradiation crânienne, plusieurs formes de chimiothérapie, administrées par voie intraveineuse ou intrathécale, sont également utilisées dans le traitement de la LLA. Les efforts récents visant à diminuer les doses d'irradiation crânienne afin d'en atténuer la neurotoxicité, ont mené à utiliser des doses de plus en plus intensives de chimiothérapie. L'un des agents chimiothérapeutiques particulièrement neurotoxique est le méthotrexate. Il semblerait qu'il ait un potentiel de neurotoxicité, surtout lorsqu'il est administré à la suite de l'irradiation crânienne (14, 43). Les corticoïdes, notamment le dexaméthasone (59), aussi utilisés dans le traitement de la LLA, constituent un autre agent chimiothérapeutique potentiellement neurotoxique (60). Bien que l'irradiation crânienne semble être responsable des effets toxiques les plus importants observés au niveau du SNC, chez l'humain il est actuellement difficile de dissocier son effet de celui de la chimiothérapie puisque les patients traités avec de l'irradiation crânienne reçoivent automatiquement de la chimiothérapie. L'hypothèse d'un effet combiné de ces deux types de traitements, potentialisant ainsi la neurotoxicité, est suggérée par la littérature (5, 35). L'ensemble de ces observations pourrait donc indiquer une gradation des impacts cognitifs tardifs en fonction du type de traitement reçu, les patients ne recevant que la chimiothérapie présentant dans ce contexte des atteintes cognitives tardives plus subtiles et ainsi plus difficiles à objectiver, comparativement aux patients ayant reçu un traitement combiné.

1. On admet que l'absence de rechute, cinq ans après la mise en rémission, équivaut à la guérison (53).

ATTEINTES COGNITIVES

La diminution du quotient intellectuel (QI) est l'atteinte la plus souvent rapportée chez les enfants ayant reçu de l'IC en combinaison avec la CIT. Plusieurs auteurs ont observé des différences de QI variant de un demi à un peu plus d'un écart type entre des patients traités pour une LLA avec un traitement combiné de chimiothérapie incluant de l'irradiation crânienne par rapport à ceux n'ayant pas reçu d'irradiation crânienne (2, 12, 17, 41). Cette population d'enfants éprouverait également plus de difficultés d'apprentissage que leurs pairs (9, 32, 50, 56). Certes, combattre un cancer pédiatrique est une expérience difficile qui peut mener à des troubles d'adaptation psychologique, voire à des désordres psychiatriques (54). L'enfant manifestant une problématique affective éprouvera alors plus de difficulté à se mobiliser sur le plan cognitif, ce qui peut favoriser l'apparition de troubles d'apprentissage. Les variables affectives ne peuvent toutefois expliquer à elles seules la prévalence plus élevée de problèmes d'apprentissage chez cette population puisque les patients traités uniquement avec de la chimiothérapie éprouvent moins de difficultés que ceux recevant le traitement combiné (pour une revue, 2, 51). Van Dongen-Melman et coll. (57) ont, par exemple, mis en évidence cinq fois plus de problèmes d'apprentissage requérant une aide spéciale chez les patients irradiés comparativement à ceux n'ayant reçu que de la chimiothérapie.

Les fonctions verbales étant particulièrement importantes à la réussite scolaire, des atteintes à ce niveau pourraient expliquer une part des difficultés d'apprentissage éprouvées par ces enfants. Des études visant à spécifier la nature davantage verbale ou non verbale des déficits cognitifs présentés par ces enfants mènent cependant à des résultats divergents. D'une part, une diminution des performances aux sous-échelles verbales est notée (21, 22, 27, 47), particulièrement chez les filles (38, 49). D'autre part, certains auteurs ont observé des performances plus faibles des patients irradiés aux sous-tests non verbaux des tests globaux de développement (21, 42, 48). Enfin, Anderson *et al.* (2, voir aussi 50) décrivent un profil intellectuel particulier pour les patients traités avec une combinaison de CIT et d'IC, similaire à celui suggérant un déficit attentionnel qui est rapporté par Kaufman dans son étude du WISC-R (cité dans 2). L'hypothèse d'une atteinte spécifique des fonctions attentionnelles est aussi appuyée par les travaux de Brouwers *et al.* (8) et de Brouwers et Poplack (7) et Lockwood *et al.* (33). Toutefois, ces études ne permettent pas de déterminer de manière précise, à l'aide de tâches expérimentales simples, le fonctionnement des mécanismes attentionnels de base tels que l'attention sélective, l'attention divisée et l'attention soutenue.

En plus de l'évaluation des fonctions attentionnelles, les études effectuées au cours des deux dernières décennies ont aussi cherché à évaluer l'impact des traitements anti-leucémiques sur les autres fonctions neuropsychologiques. En effet, il est rapidement apparu que l'unique passation des tests globaux de développement n'était pas suffisante pour circonscrire précisément une ou des atteintes cognitives chez les enfants traités pour une LLA (11). Les résultats découlant des études dans lesquelles des épreuves neu-

ropsychologiques spécifiques ont été administrées demeurent cependant très hétérogènes. Globalement, on rapporte des atteintes au niveau 1) de l'attention et de la concentration, 2) de la vitesse de traitement, 3) des différentes étapes des processus mnésiques verbaux et/ou non-verbaux, 4) de l'intégration visuo-motrice et 5) de la motricité fine (3, 4, 9, 11, 21, 35, 36).

FACTEURS DE RISQUE

L'hétérogénéité des résultats observés semble s'expliquer principalement par le fait que ce champ d'étude doit composer avec plusieurs variables confondantes qui sont les facteurs de risque cliniques. Ces facteurs de risque, qui semblent affecter l'ampleur et la spécificité des atteintes cognitives identifiées (3, 21, 36), sont les suivants : 1) l'âge des enfants : ceux âgés de moins de 5 ans et, plus particulièrement, ceux âgés de moins de 3 ans, qui reçoivent le traitement combiné présenteraient un risque plus élevé de développer des problèmes cognitifs que les enfants plus âgés recevant un traitement similaire (3, 33, 36, 37, 58). Parallèlement, Pääkkö *et al.* (40) ont fait le même constat au niveau neuroradiologique. 2) La dose totale d'irradiation crânienne administrée aux patients agirait sur le degré de sévérité des atteintes (37, 55), tout comme 3) le type ainsi que le mode d'administration des agents chimiothérapeutiques (35). 4) La sous-population féminine présenterait un risque plus élevé d'afficher à long terme des déficits cognitifs comparativement à la sous-population masculine (4, 49, 61) et 5) l'intervalle entre la fin des traitements et l'évaluation des séquelles est reconnu comme un facteur très important dans ce champ d'étude. En effet, un déficit cognitif peut nécessiter plusieurs années avant de se dévoiler en totalité (deux à trois ans, voire davantage, 25, 26). Par exemple, Jankovic *et al.* (25) rapportent une perte cumulative de près de quatre points de QI global par année suivant le diagnostic chez un groupe de patients leucémiques irradiés. Ce déclin observé chez ce groupe de patients – évalués pour la plupart (*i.e.* 80 %) entre quatre et huit ans et demi après le diagnostic – n'est pas observé chez les patients leucémiques non-irradiés de l'étude.

Étant donné le grand nombre de résultats divergents obtenus, il est présentement difficile d'arriver à des conclusions fermes quant à l'effet réel de l'IC combiné à la CIT chez une population de patients leucémiques ayant été traités plusieurs mois auparavant. Toutefois, la recension de la littérature nous porte à postuler des atteintes potentielles – et graduées selon le type de traitement reçu – au niveau des mécanismes attentionnels. L'utilisation de tests neuropsychologiques expérimentaux évaluant de manière plus spécifique les différents mécanismes attentionnels, jumelée à la formation de groupes plus homogènes et respectant les critiques méthodologiques susmentionnées, devrait permettre de spécifier la nature et l'importance des atteintes attentionnelles chez un groupe de jeunes filles traitées pour LLA. De plus, un questionnaire comportemental complété par les parents devrait permettre de vérifier la relation entre les mesures expérimentales en laboratoire des atteintes attentionnelles et le comportement de la vie de tous les jours.

MÉTHODOLOGIE

Sujets

Vingt-huit sujets ont participé à l'étude, dont dix-huit filles traitées pour une LLA et dix sujets témoins en santé (TS). Les sujets expérimentaux ont été traités à l'Hôpital Sainte-Justine, Montréal, Canada entre janvier 1989 et janvier 1991 avec des protocoles de traitements semblables. L'évaluation est effectuée entre 18 et 49 mois (m : 30 mois) après la fin des traitements (voir *tableau 1*).

Tableau 1. Données démographiques des sujets

Groupes	Âge au diagnostic Moyenne (années ; mois) Étendue (min.-max.)	Intervalle post-traitement Moyenne (mois) Étendue (min.-max.)	Âge à l'évaluation Moyenne (années ; mois) Étendue (min.-max.)
TS $n = 10$	<i>Ne s'applique pas</i>	<i>Ne s'applique pas</i>	9;3 7;9 - 10;2
CIT $n = 10$	4;5 2;3 - 5;8	29 18-46	8;11 7;3 - 10;11
CIT/IC $n = 8$	3;8 1;5 - 6;5	32 23-49	8;8 7;1 - 11;0

TS = Groupe témoin, CIT = Groupe chimiothérapie, CIT/IC = Groupe chimiothérapie et radiothérapie.

Les patientes sont divisées en deux groupes expérimentaux selon le risque d'une éventuelle rechute au niveau du SNC. Les patientes répondant aux critères suivants se sont vu administrer le traitement standard : âgées de plus de 2 ans lors du diagnostic, un nombre de globules blancs inférieur à 20 000/ml, absence notée de marqueurs immunologiques de cellules T, pas d'évidence radiologique de masse médiostinale, pas d'évidence de leucémie biphénotypique et aucun signe ou évidence cytologique d'une atteinte leucémique au niveau du SNC au moment du diagnostic. Toutes les patientes qui ne répondaient pas à un ou plusieurs de ces critères recevaient automatiquement le traitement réservé aux patientes jugées à risque élevé de faire une rechute au niveau du SNC.

La principale différence entre les protocoles de traitement pour les patientes à risque standard et celui des patientes à risque élevé est l'addition de l'IC à la CIT pour les patientes jugées à risque élevé. La dose totale d'IC est de 18 Gy. Une randomisation initiale est effectuée afin de déterminer si la patiente recevra une double dose fractionnée d'IC (deux doses de 0,9 Gy/jour) ou une seule dose quotidienne d'IC (une dose de 1,8 Gy/jour) durant cinq jours consécutifs au cours de deux semaines consécutives. Une autre différence entre les protocoles de traitement pour les patientes à risque standard et celui des patientes à risque élevé est la dose de prednisone qui est de 18 mg/kg/jour pour les patientes à risque élevé et 6 mg/kg/jour pour celles à risque standard, ces doses étant administrées durant cinq jours consécutifs et répétées toutes les trois semaines au cours des phases d'intensification et de continuation.

Les critères d'inclusion de cette étude sont les suivants : 1) être de sexe féminin, 2) présenter un intervalle d'au moins 18 mois entre la fin des traitements et l'évaluation, 3) être en rémission complète au moment de l'évaluation, 4) être âgée entre 6 et 11 ans au moment de l'évaluation et

5) ne démontrer aucun signe ou évidence cytologique d'une atteinte leucémique au niveau du SNC lors du diagnostic (et durant ainsi qu'après le traitement). De plus, les sujets du groupe TS doivent présenter un QI supérieur à 85 et un écart ne dépassant pas 20 points entre les QI verbal et non-verbal. Aucun sujet du groupe TS ne doit présenter de troubles psychiatriques autres que des phobies simples, tel qu'évalué par le Computerized Diagnostic Interview Schedule for Children, version 2.3 (16). Finalement, tous les sujets de l'étude doivent avoir une vision et une audition normales ou corrigées.

Trois groupes sont constitués : un groupe de dix filles traitées avec de la CIT uniquement (groupe CIT), un groupe de huit filles traitées avec une combinaison de CIT et d'IC (groupe CIT-IC) et un groupe de dix sujets témoins en santé. Les deux groupes expérimentaux ne diffèrent pas sur le plan de l'âge au diagnostic et de l'intervalle entre la fin des traitements et l'évaluation neuropsychologique. De plus, les trois groupes sont équivalents quant à l'âge à l'évaluation.

MATÉRIEL

Évaluation des fonctions attentionnelles et du comportement

Afin d'évaluer le comportement, une échelle de comportement est complétée par les parents : le Revised Child Behavior Checklist (R-CBCL : 1). Les échelles de ce questionnaire qui sont retenues pour fin d'analyse sont les échelles de retrait social, de problèmes somatiques, d'anxiété/dépression, de problèmes sociaux, de troubles de la pensée, de problèmes attentionnels, de délinquance, d'agressivité et de réussite scolaire. De plus, une tâche expérimentale de temps de réaction visant l'évaluation des différents processus attentionnels est administrée. Cette tâche comporte quatre conditions expérimentales pour l'évaluation de l'attention dirigée simple, l'attention sélective, l'attention divisée et l'attention soutenue.

Pour effectuer la tâche expérimentale d'attention, le sujet est assis à 50 cm de l'écran et ses mains reposent sur une planche mesurant 50 × 50 cm. La planche comprend trois plaques métalliques de forme circulaire d'un diamètre de 7 cm. Le cercle du milieu est la clé de départ. Les plaques métalliques de chaque côté sont les clés de réponse, l'une pour les stimuli visuels, l'autre pour les stimuli auditifs. Le sujet a pour directive de garder sa main sur la clé de départ. Après la présentation du stimulus, le sujet doit presser l'une des clés de réponse avant de revenir à la clé de départ (voir *figure 1*). Les réponses excédant 2 400 ms sont rejetées (omissions, faux-positifs) ainsi que celles inférieures à 180 ms (anticipations). Les essais qui ont été manqués sont automatiquement ajoutés à la fin de chaque tâche. Les stimuli visuels consistent en des dessins à contour simple représentant la tête d'un animal familier (un chat, une chèvre, un chien, un cheval) et apparaissent au centre du moniteur. Les stimuli auditifs sont deux tons de fréquences différentes (1 000 et 1 100 Hz) générés par un ordinateur PC 386. Tous les stimuli sont présentés pendant 125 ms avec un intervalle interstimulus variant de manière pseudo-aléatoire entre 700 et 1 000 ms.

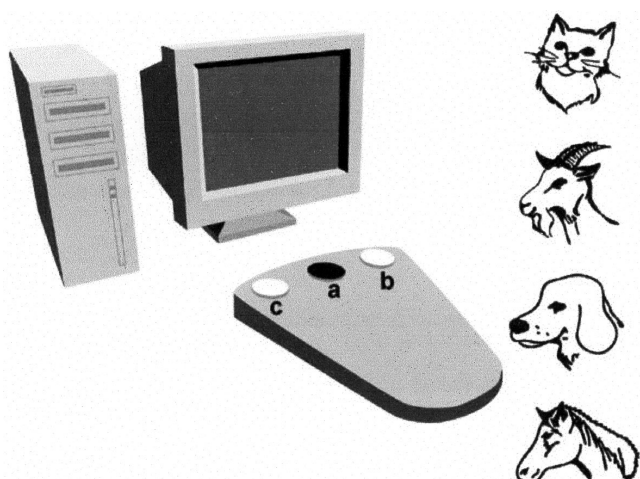


Figure 1. Dispositif expérimental du test d'attention visuelle

La première tâche est une épreuve d'attention dirigée simple qui comprend 100 essais au cours desquels les quatre stimuli visuels sont présentés dans un ordre pseudo-aléatoire. Les sujets répondent à chaque stimulus en pressant le plus rapidement possible la clé de droite avec la main droite. Le critère de fin de tâche consiste en l'obtention de 100 réponses correctes.

La deuxième tâche est une épreuve d'attention sélective qui se compose de 120 essais comprenant 40 cibles (chats) et 80 stimuli distracteurs (chèvres). Les stimuli sont présentés dans un ordre pseudo-aléatoire avec la contrainte qu'il n'y ait pas plus de deux cibles ou quatre stimuli distracteurs consécutifs. Le sujet a pour directive de répondre seulement aux cibles le plus rapidement possible en pressant la clé de droite avec la main droite. Le critère de fin de tâche est 40 identifications correctes des cibles.

Dans la troisième tâche qui est une épreuve d'attention divisée, le sujet a pour consigne de répondre le plus rapidement possible sélectivement à deux types de stimuli cibles (visuels ou auditifs) en appuyant sur la clé droite pour les stimuli visuels et la clé gauche pour les stimuli auditifs. La tâche comporte 240 stimuli dont 40 sont des cibles visuelles (chats) et 40 des cibles auditives (sons aigus). Les cibles sont présentées de manière pseudo-aléatoire dans une série de stimuli distracteurs : 80 stimuli visuels et 80 stimuli auditifs (des chèvres et des sons graves, respectivement). Le sujet doit répondre aux cibles seulement. Le critère de fin de tâche est l'obtention de 40 réponses correctes pour chaque type de cible.

La quatrième tâche qui est une épreuve d'attention soutenue est une répétition de la première tâche, mais le critère de fin de tâche est cette fois d'obtenir 50 bonnes réponses. Le sujet doit répondre aussi vite que possible en pressant la clé de droite avec la main droite.

Pour chacune de ces conditions, les temps de réaction (TR) sont recueillis et analysés. De plus, ces temps de réaction sont décomposés en leurs composantes plus spécifiques de temps de décision (TD), c'est-à-dire l'intervalle entre l'apparition du stimulus et le moment où la main du sujet quitte la clé de départ pour se rendre à la clé cible et en temps de mouvement, c'est-à-dire l'intervalle entre le moment où le sujet quitte la clé de départ et appuie sur la clé de réponse. Le temps de détection constitue donc une mesure plus « pure » des capacités cognitives puisqu'elle

est indépendante de variations de temps dans l'exécution de la réponse motrice, dans notre cas déplacer la main de la clé de départ centrale à la clé de réponse gauche ou droite.

Analyses statistiques

Une approche statistique non paramétrique a été sélectionnée. L'application de cette méthode à l'ensemble des données permet : 1) de répondre plus spécifiquement à nos hypothèses de recherche sur l'aspect ordonné des performances aux épreuves neuropsychologiques selon le type de traitement reçu et 2) de tenir compte du nombre relativement restreint de sujets par groupe et d'ainsi s'affranchir de l'hypothèse quant à la normalité des distributions.

Dans un premier temps, un test de Friedman est utilisé afin de tester l'hypothèse d'un effet de condition sur les temps de réaction médians obtenus aux tâches expérimentales d'attention. Dans un deuxième temps, afin de tester l'hypothèse d'un impact gradué sur les performances cognitives de chacun des groupes en fonction des différents régimes de traitements anti-leucémiques administrés (groupe CIT + IC < groupe CIT > groupe témoin), le test de Jonkheere-Terpstra (J-T) (28, 34) est effectué pour les trois groupes pour chacune des quatre tâches expérimentales d'attention (dirigée simple, sélective, divisée et soutenue). Ce test est spécialement conçu pour rejeter l'hypothèse nulle voulant que l'ensemble de l'échantillon provienne de la même population et ainsi accepter l'hypothèse alternative prévoyant que les échantillons à l'étude proviennent de populations qui se distribuent de manière ordonnée selon, dans notre cas, le type de traitement reçu (28). D'autre part, des tests non paramétriques de type Kruskal-Wallis sont effectués sur l'ensemble des variables psychosociales (questionnaire R-CBCL) puisque l'hypothèse d'un impact gradué sur celles-ci n'est pas soutenue par la littérature. Dans un deuxième temps, les variables identifiées comme statistiquement ordonnées (pour les variables neuropsychologiques) ou différentes (pour les variables psychosociales) selon le type de traitement font l'objet d'une analyse non paramétrique de Mann-Whitney afin de vérifier, en comparant les groupes 2 par 2, s'il existe une différence statistiquement significative entre les résultats de ceux-ci.

RÉSULTATS

Le Revised Child Behavior Checklist

Les scores T moyens et médians de chacun des trois groupes à chacune des échelles du R-CBCL (1) complétées par les parents sont présentés au tableau 2. Ainsi, seuls le groupe CIT + IC, pour les échelles de réussite scolaire et de problèmes attentionnels, et le groupe CIT, pour l'échelle de problèmes sociaux, dépassent d'un écart type le seuil inférieur de la norme.

Plus spécifiquement, les analyses de Kruskal-Wallis ne mettent pas en évidence de différence significative entre les trois groupes au niveau des échelles de « Retrait social », d'« Anxiété/Dépression » et de « Trouble de la pensée ». Toutefois, une différence significative entre les trois groupes est observée au niveau de l'échelle d'« Agressivité »,

$\chi^2 = 8,46$; $p < .05$, le groupe CIT obtenant un score supérieur (donc plus problématique) à celui obtenu par le groupe témoin, $\underline{U} = 14,00$ $\underline{W} = 69,00$, $p < .01$. Les groupes se distinguent également à l'échelle de « Problèmes sociaux », $\chi^2 = 6,44$, $p < .05$, le groupe CIT présentant des résultats plus élevés que ceux du groupe témoin, $\underline{U} = 20,50$ $\underline{W} = 75,50$, $p < .05$. De même, des différences significatives sont observées à l'échelle de « Délinquance », $\chi^2 = 9,00$;

$p < .05$, le groupe CIT + IC manifestant plus de signes de délinquance que le groupe témoin, $\underline{U} = 7,50$ $\underline{W} = 62,50$, $p < .01$. L'échelle de « Problèmes attentionnels » révèle aussi des différences entre les trois groupes, $\chi^2 = 6,24$; $p < .05$, le groupe CIT + IC et le groupe CIT présentant plus de problèmes attentionnels que le groupe témoin, $\underline{U} = 17,50$ $\underline{W} = 72,50$, $p < .05$ et $\underline{U} = 22,00$ $\underline{W} = 77,00$, $p < .05$, respectivement selon la cotation des parents.

Tableau 2. Moyenne, médiane, 25^e et 75^e percentiles des scores T des échelles du R-CBCL

Groupes ↓	Échelles du R-CBCL →	Retrait social	Anxiété-dépression	Troubles de pensée	Problème d'agressivité	Problèmes sociaux	Problèmes délinquance	Problèmes attentionnels	Somatisation	Réussite* scolaire
TS	Moyenne Médiane 25 ^e et 75 ^e percentile	53,4 53,0 50,0-55,0	53,2 50,0 50,0-56,3	50,8 50,0 50,0-50,0	50,7 50,0 50,0-50,5	52,0 50,0 50,0-52,0	50,5 50,5 50,0-51,0	51,7 50,0 50,0-51,8	54,6 54,0 50,0-55,0	47,5 48 38,8-55,0
CIT	Moyenne Médiane 25 ^e et 75 ^e percentile	59,8 53,0 50,0-70,8	59,3 57,0 50,0-69,3	56,9 50,0 50,0-66,3	58,8 57,5 51,5-63,5	60,6 57,0 51,5-70,0	58,0 59,5 50,0-62,0	57,8 58,0 50,8-61,5	59,8 58,0 54,0-63,3	44,7 44,5 38,1-52,0
CIT + IC	Moyenne Médiane 25 ^e et 75 ^e percentile	58,6 57,0 53,0-65,5	57,9 52,0 50,5-66,8	54,8 54,5 50,0-61,3	54,8 51,0 50,0-59,5	55,8 54,5 50,5-60,8	59,6 59,5 51,0-67,0	60,0 58,0 51,0-69,5	53,3 50,0 50,0-57,0	31,7 29,8 28,0-36,0
K-W test	P	NS	NS	NS	$p < .05$ ↓**	$p < .05$ ↓*	$p < .05$ †**	$p < .05$ †* ↓*	$p < .05$ ↓* □*	$p < .01$ ‡** †**

TS = Groupe témoin, CIT = Groupe chimiothérapie, CIT/IC = Groupe chimiothérapie et radiothérapie.
Mann-Whitney test : †** = CIT + IC > CIT ($p < .05$) ; ‡** = CIT + IC > CIT ($p < .01$) ;
□* = CIT > CIT + IC ($p > .05$) ;
†* = CIT + IC > TS ($p < .05$) ; †** = CIT + IC > TS ($p < .01$) ;
↓* = CIT > TS ($p < .05$) ; ↓** = CIT > TS ($p < .01$).
* Inversement aux autres échelles, un faible score à l'échelle de réussite scolaire est jugé plus problématique.

Les échelles de « Somatisation » et « de Réussite scolaire » sont les échelles pour lesquelles des différences sont observées entre les deux groupes expérimentaux. Les différences observées à l'échelle de Somatisation, $\chi^2 = 6,23$, $p < .05$, sont expliquées principalement par les résultats plus élevés du groupe CIT comparativement non seulement au groupe témoin, $\underline{U} = 23,50$ $\underline{W} = 78,50$, $p < .05$, mais aussi au groupe CIT + IC, $\underline{U} = 17,00$ $\underline{W} = 53,00$, $p < .05$. Par ailleurs, les différences observées à l'échelle de « Réussite scolaire », $\chi^2 = 12,57$; $p < .01$, s'expliquent par un score moins élevé de réussite scolaire pour le groupe CIT + IC, comparativement aux résultats du groupe témoin, $\underline{U} = 4,50$ $\underline{W} = 40,50$, $p < .01$ et du groupe CIT, $\underline{U} = 8,00$ $\underline{W} = 44,00$, $p < .01$.

LA TÂCHE EXPÉRIMENTALE D'ATTENTION

Effet de condition

Les tests de Friedman effectués sur les TR médians obtenus aux différentes conditions de la tâche expérimentale d'attention montrent des effets de sélectivité (entre les tâches 1 et 2), $\chi^2 = 28,00$, $p < .01$ et du partage de l'attention (entre les tâches 2 et 3), $\chi^2 = 23,15$, $p < .01$, c'est-à-dire un allongement des TR en fonction de la complexité de la tâche à réaliser. Aucun effet de fatigue et/ou

d'apprentissage n'est observé (entre les tâches 1 et 4), $\chi^2 = 1,29$, $p = NS$ (voir figure 2). De plus, aucun effet d'attention n'a été obtenu au niveau des erreurs.

Effets de sélectivité et du partage de l'attention

Les TR médians des groupes ne diffèrent pas pour ce qui est de l'effet de sélectivité (différence de TR entre les tâches 1 et 2, J-T = 101,50) du partage de l'attention (différence de TR entre les tâches 2 et 3, J-T = 112,50) et de l'effet de fatigue/apprentissage (différence de TR entre les tâches 1 et 4, J-T = 124,00).

Analyse spécifique à chacune des conditions expérimentales

Pour chacune des conditions expérimentales analysées séparément, aucun ordonnancement significatif n'est observé pour les trois groupes, à l'exception d'une tendance d'ordonnancement au niveau des TR médians des stimuli auditifs de la condition 3, J-T = 89,50, $p = 0,087$ (TR des CIT + IC < CIT < TS). De même, la décomposition systématique des TR en TD et en temps de mouvement confirme l'absence de différence entre les groupes, à l'exception d'une différence significative au niveau des TD médians des stimuli auditifs de la condition 3, J-T = 81,00, $p < .05$. Dans ce cas, les TD sont plus longs pour le groupe CIT + IC comparativement à ceux du groupe

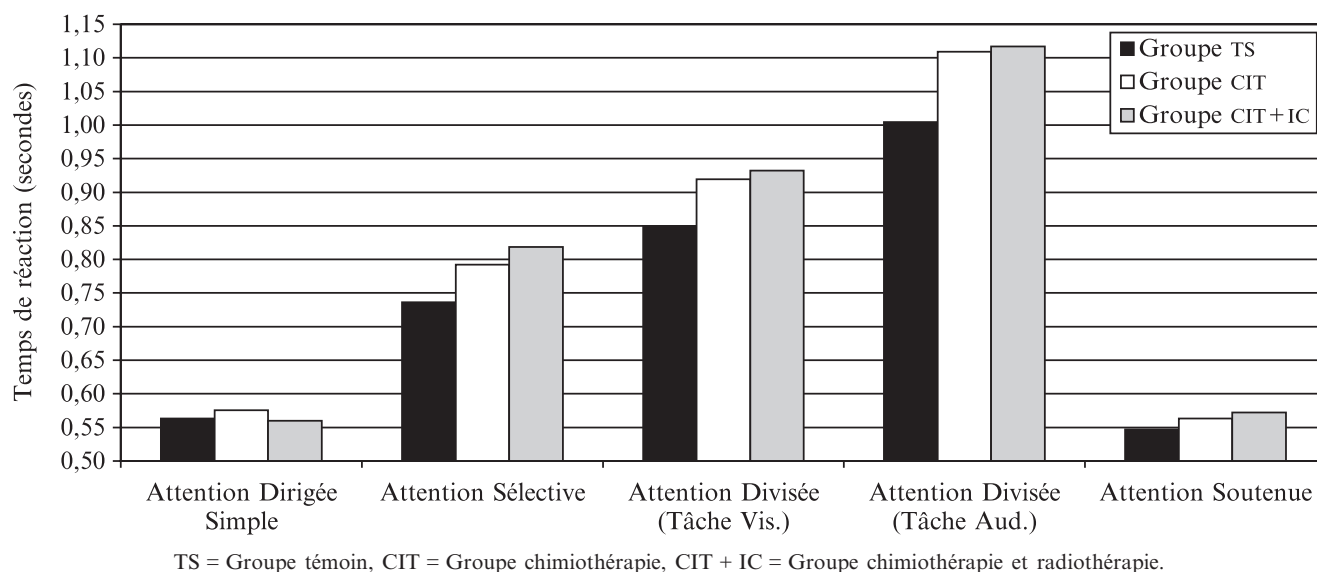


Figure 2. Temps de réaction médians de chacun des groupes pour les quatre conditions de la tâche expérimentale d'attention

témoin, $\underline{U} = 10,0$ $\underline{W} = 65,0$, $p < .01$. Une analyse corrélative de Spearman visant à vérifier le lien entre les TD médians de chacun des sujets à la tâche d'attention auditive et leur résultat à l'échelle d'anxiété/dépression donne des résultats non significatifs, que les sujets soient regroupés par groupe selon le type de traitements reçus ou tous groupes confondus.

DISCUSSION

L'objectif premier de cette étude était de vérifier le fonctionnement attentionnel et comportemental de deux groupes de jeunes filles ayant été traitées pour une LLA avec des traitements différents. La grande homogénéité des groupes expérimentaux, en ce qui a trait aux facteurs de risque énumérés en introduction, a permis de mieux circonscrire la nature des atteintes manifestées par ces jeunes filles plus de dix-huit mois après la fin de leurs traitements.

Le comportement

Combattre un cancer pédiatrique est une expérience difficile pour le patient, ce qui explique certainement la prévalence plus importante de troubles d'adaptation psychologique dans cette population (23, 54), surtout durant la période des traitements (52). Qui plus est, les patientes leucémiques de la présente étude, qu'elles aient ou non reçu l'irradiation crânienne, sont jugées par leurs parents comme présentant plus de difficultés comportementales que les filles du groupe témoin. Toutefois, sur le plan clinique, très peu des comportements observés chez les sujets leucémiques sont jugés problématiques par leurs parents. En fait, seuls les problèmes de réussite scolaire, de troubles attentionnels et de problèmes sociaux sont jugés comme cliniquement problématiques chez les patientes traitées pour la LLA. Plus spécifiquement, les survivantes de la LLA manifestent à long terme des signes légers de troubles comportementaux pouvant être regroupés dans trois

sphères distinctes, soit celle des « relations sociales », qui inclut les échelles de problèmes sociaux, de délinquance et d'agressivité, celle de « somatisation » et celle de « problèmes d'apprentissage », qui inclut les échelles de réussite scolaire et de problèmes attentionnels.

Les troubles sur le plan de la relation sociale se manifestent principalement au niveau de la relation avec les pairs, problématique souvent observée chez les enfants souffrant de maladies chroniques nécessitant de fréquentes hospitalisations, causant des malaises et/ou modifications physiques permanentes ou temporaires (ex. : handicaps physiques, perte des cheveux, cicatrices) et chez qui les contacts avec les pairs sont réduits durant une période de temps plus ou moins longue de leur développement. L'expérience éprouvante et singulière de combattre un cancer pédiatrique, jumelée à la fréquence diminuée de contacts avec les pairs ainsi qu'à une certaine marginalisation de ces derniers à leur égard, pourrait ainsi favoriser l'émergence de difficultés dans les interactions avec l'environnement. Dans ce contexte, ces enfants présenteraient potentiellement une plus grande vulnérabilité à manifester des comportements agressifs et/ou délinquants. Cependant le nombre et l'importance de ces comportements ne sont généralement pas jugés comme suffisants par les parents pour représenter un problème significatif.

L'échelle de somatisation constitue une deuxième sphère où des différences sont observées entre les groupes, cette fois entre le groupe des patientes non irradiées et les deux autres groupes à l'étude, soit les patientes irradiées et les sujets témoins : les parents des enfants traités uniquement par chimiothérapie affirment observer plus de problèmes de somatisation chez leur enfant que les parents des autres groupes à l'étude. Il n'est pas surprenant d'observer des différences significatives entre les patientes leucémiques et les sujets témoins. En effet, les parents d'enfants leucémiques auraient tendance à percevoir comme plus problématiques les difficultés vécues par leur enfant, notamment au niveau de l'échelle de somatisation bien que ces mêmes problèmes ne soient pas observés par l'environnement non familial. Dans ce contexte, Noll *et al.* (39) ont démontré

que les parents d'enfants traités pour leucémie percevaient chez leur enfant des problèmes de somatisation dépassant le seuil clinique significatif alors que les enseignants de ces mêmes enfants les jugeaient normaux à ce niveau. L'expérience d'être confronté quotidiennement à la souffrance de son enfant (provoquée par la maladie et les traitements agressifs), à sa détresse et à l'angoissante réalité de n'avoir aucune certitude quant au devenir de celui-ci pourrait ainsi agir comme moteur prédisposant à cette tendance. Par contre, l'observation selon laquelle les parents des patientes traitées à la fois par chimiothérapie et radiothérapie rapportent moins de symptômes somatiques que les parents des filles traitées uniquement par chimiothérapie est *a priori* surprenante. Cette dissociation pourrait néanmoins s'expliquer par le fait que les parents des patientes irradiées soient moins à l'affût des malaises physiques vécus par leur enfant étant donné leurs difficultés vécues à l'école, voire au niveau cognitif en général (45). Ainsi, la sensibilité accrue à percevoir les problèmes somatiques serait diminuée chez ce groupe de parents en raison de la présence de problèmes cognitifs plus importants au quotidien.

La troisième et dernière sphère identifiée comme problématique chez les enfants leucémiques, et plus particulièrement chez les patientes irradiées, est celle des problèmes d'apprentissage. Nos résultats suggèrent que les patientes irradiées réussissent moins bien à l'école que les patientes non irradiées et les sujets témoins. De plus, elles semblent présenter plus de problèmes attentionnels. Ainsi, le rendement académique et la qualité de l'attention/concentration, tels que rapportés par les parents, semblent être des indicateurs permettant de discriminer les groupes selon le type de traitement reçu. Cette sphère comportementale pourrait donc être particulièrement vulnérable aux atteintes du SNC recensées chez les patientes traitées avec l'irradiation crânienne et la chimiothérapie. Ces résultats soutiennent également l'étude effectuée récemment par Van Dongen-Melman *et al.* (57 ; voir aussi 23) auprès toutefois d'une population plus hétérogène d'enfants traités pour LLA, étude ayant démontré que les patients irradiés présentaient cinq fois plus de problèmes d'apprentissage (requérant une aide spéciale) comparativement aux patients ne recevant que la chimiothérapie.

Les processus attentionnels

Cette étude s'est particulièrement concentrée sur l'évaluation des différents processus attentionnels via la modalité visuelle, à l'exception d'une condition d'attention divisée où les sujets devaient répondre à deux tâches se distinguant par leur modalité d'entrée sensorielle, soit une tâche dite « primaire » d'attention visuelle sélective et une tâche dite « secondaire » d'attention auditive sélective. Aucune différence n'est observée tant pour les temps de réaction médians que pour le taux d'erreurs entre les trois groupes à l'étude en ce qui a trait aux processus attentionnels évalués via la modalité visuelle. L'ordonnement attendu, s'étendant de performances plus faibles pour les patientes irradiées, suivies par les performances des patientes non irradiées et des sujets témoins, n'est pas observé. Les résultats mettant en évidence des performances comparables pour les trois groupes tant pour l'effet de sélectivité, l'effet de partage de l'attention et l'effet de fatigue

et/ou d'apprentissage suggèrent que les processus attentionnels visuels soient relativement bien préservés chez cette population spécifique de jeunes filles traitées pour une LLA avec ou sans irradiation crânienne en moyenne deux ans et demi après la fin des traitements.

À notre connaissance, notre étude est la première à décrire de manière aussi précise les différents processus attentionnels via la modalité d'entrée visuelle chez un échantillon homogène. En effet, jusqu'à présent, les recherches portant sur l'étude des fonctions attentionnelles se sont basées sur des mesures utilisées en neuropsychologie clinique plutôt que sur des paradigmes expérimentaux décrivant de manière plus précise le fonctionnement des différents processus attentionnels. Bien que les épreuves utilisées en neuropsychologie clinique pour évaluer les fonctions attentionnelles soient informatives, la plupart de celles-ci n'ont pas été élaborées pour explorer spécifiquement les différents aspects de l'attention, ce qui diminue leur capacité à évaluer précisément les différents processus attentionnels de manière isolée. Par exemple, Lockwood *et al.* (33) observent des atteintes plus importantes chez les patients irradiés comparativement à ceux non irradiés à trois des quatre composantes du modèle neuropsychologique multidimensionnel de l'attention de Cohen, soit les composantes de *sélectivité sensorielle*, de *capacités attentionnelles* et d'*attention soutenue* (1993 ; cité dans 33). Ces composantes sont évaluées à partir de plusieurs épreuves bien connues des neuropsychologues (Digit Span, Stroop, test de répartition des cartes du Wisconsin, Coding...). Par contre, les statistiques sur les différences entre les groupes pour chacune des mesures ne sont pas disponibles, les auteurs ayant choisi de présenter de manière générale le résultat des analyses statistiques réalisées sur les quatre composantes attentionnelles regroupant les différentes épreuves neuropsychologiques. Le nombre élevé et peu spécifique des atteintes observées chez les patients irradiés de cette étude (33), notamment chez les patients diagnostiqués avant l'âge de 54 mois, pourrait s'expliquer par le fait que les groupes sont constitués de moins de jeunes filles, notamment pour le groupe affichant les atteintes les plus importantes, soit le groupe de patients diagnostiqués avant l'âge de 54 mois (onze garçons et trois filles). L'effet de spécificité d'une atteinte de la modalité auditive, mise en évidence dans notre étude, pourrait ainsi être considérablement réduit dans l'étude de Lockwood *et al.* (33) en raison du non-contrôle de la variable sexe, variable pourtant bien identifiée dans la littérature comme facteur de risque à prendre en considération lors de la composition de groupes. De même, Rodgers *et al.* (50) ont également étudié l'attention à partir d'épreuves bien connues des cliniciens. Les patients traités pour LLA avec un traitement combiné présentent des faiblesses plus marquées que les sujets témoins aux épreuves attentionnelles de Digit-Span, Arithmétique et Coding (WISC-R) ainsi qu'au niveau de la rapidité de traitement aux British Ability Scales (BAS). Toutefois, Rodgers *et al.* (50) ne rapportent pas de différence de performances entre les patients irradiés et les sujets témoins à l'épreuve informatisée VIGIL, épreuve mesurant de manière spécifique l'attention visuelle soutenue, ce qui renforce l'idée d'une attention visuelle relativement mieux préservée. À l'instar de Lockwood *et al.* (33), les groupes de l'étude de Rodgers *et al.* (50) sont mixtes et plutôt hétérogènes quant à l'âge à l'évaluation. Les

critères d'inclusion moins rigoureux de ces dernières études – critique pouvant être formulée pour une bonne part de la littérature dans ce domaine d'étude – obligent donc le lecteur à relativiser les conclusions avancées, à savoir des atteintes attentionnelles spécifiques à la capacité de mobiliser son attention via les modalités auditive (Digit Span et Arithmétique du WISC-R) et visuelle (rapidité de traitement du BAS et Coding du WISC-R).

Ainsi, les résultats rapportés dans la littérature indiquent des atteintes au niveau attentionnel. Il semble cependant que ces atteintes varient en nature et en importance selon les différents facteurs de risque. Les résultats de la présente étude, jumelés à ceux d'une étude antérieure de notre groupe (45), n'appuient pas l'hypothèse d'une atteinte des processus d'attention visuelle chez une population de jeunes filles leucémiques traitées avec ou sans irradiation crânienne. La préservation des processus d'attention visuelle chez cette population concorde avec les résultats d'études démontrant des atteintes moins importantes au niveau des sous-tests visuo-perceptifs des échelles d'intelligence (22, 27, 45). Il semble donc qu'une atteinte des processus d'attention visuelle ne soit pas en cause pour expliquer la moindre performance scolaire mise en évidence chez les patientes irradiées de la présente étude évaluée en moyenne deux ans et demi après la fin des traitements.

Par ailleurs, bien que l'analyse des temps de réaction n'ait pas permis de mettre en évidence l'ordonnement attendu à la seule tâche expérimentale où les stimuli sont traités via la modalité auditive, l'analyse des temps de décision de chacun des trois groupes montre des résultats se distribuant en conformité avec l'ordonnement attendu, le groupe de patientes irradiées présentant dans l'ensemble des temps de décision plus longs que les sujets témoins. Il semble donc que les temps de décision d'une tâche d'attention auditive soient plus sensibles aux effets des traitements, probablement du fait de l'élimination de la source de variance due au mouvement de réponse lui-même. Les résultats d'une analyse corrélatoire permettent également d'écarter une possible association entre les performances des sujets à cette tâche d'attention auditive et leur niveau d'anxiété/dépression, tel que perçu par les parents au questionnaire CBCL.

Une atteinte spécifique de l'attention auditive, mesurée à l'aide d'une tâche expérimentale d'attention auditive simple a aussi été observée par Brouwers *et al.* (8), chez une population par ailleurs très hétérogène de patients leucémiques traités au début des années 1970 avec une dose totale d'irradiation crânienne plus importante. De même, une étude préliminaire de Butler, Kerr et Marchand (13) a mis en évidence des atteintes de l'attention auditive soutenue chez les patients irradiés comparativement à des patients non irradiés. Dans une étude précédente effectuée avec le même échantillon, nous avons observé des performances statistiquement plus faibles aux indices de QI verbal et de résistance à la distraction chez les patientes irradiées comparativement aux patientes non irradiées et aux sujets témoins (45). Les résultats actuels sont donc concordants et indiquent également une atteinte spécifique de l'attention auditive. Cette difficulté spécifique observée chez ces jeunes filles, jumelée aux problèmes attentionnels jugés plus importants par leurs parents, représente une avenue intéressante pouvant expliquer pourquoi elles réussissent moins bien à l'école.

Limites de l'étude

Le nombre limité de sujets par groupe diminue la puissance statistique de l'étude. Les résultats de cette étude doivent donc être interprétés avec prudence puisqu'ils s'appuient sur un nombre limité de sujets. Dans ce contexte, certaines conclusions découlent, non pas uniquement des seuils statistiquement significatifs, mais également de la consistance des résultats pour l'ensemble des épreuves réalisées chez les mêmes enfants dans la présente étude et dans celle de Précourt *et al.* (45). Les observations de cette étude ne peuvent être généralisées au-delà de ce sous-groupe précis de jeunes filles traitées pour une LLA. Toutefois, l'homogénéité des groupes à l'étude a sûrement contrebalancé les limites associées au nombre limité de sujets puisqu'une délimitation plus précise des atteintes cognitives manifestées par ce sous-groupe spécifique d'enfants leucémiques a été tracée. Cet effort constitue une avancée dans ce champ de recherche où les résultats divergents abondent en raison d'un manque de considération pour ces facteurs de risque.

CONCLUSIONS

Les données expérimentales recueillies dans cette étude renforcent notre proposition avancée dans Précourt (44) et Précourt *et al.* (45) selon laquelle il est primordial d'assurer un suivi afin de détecter rapidement les difficultés cognitives susceptibles d'émerger dans le développement cognitif des jeunes survivants de cancers pédiatriques. Plus particulièrement, cette étude a permis de préciser, chez un groupe de jeunes filles traitées pour la LLA avec ou sans irradiation crânienne, la nature des atteintes pouvant expliquer la prévalence plus importante de difficultés scolaires chez cette population : les jeunes filles traitées pour la LLA et, plus particulièrement, celles ayant reçu l'irradiation crânienne, présentent des risques plus importants de développer des lacunes sur le plan de l'attention auditive. Une étude évaluant de façon exhaustive les différents processus attentionnels auditifs et contrôlant avec rigueur les différents facteurs de risque, demeure cependant essentielle pour décrire de manière plus précise la nature de ces atteintes. De plus, il serait intéressant de vérifier le fonctionnement des processus attentionnels visuels chez les patientes irradiées, mais cette fois avec un laps de temps plus long entre la fin des traitements et l'évaluation afin de vérifier si la relative préservation des processus attentionnels visuels demeure stable suite à un délai plus important (ex. : cinq ans). Les informations potentielles pouvant découler de ces études ne peuvent que favoriser le développement de programmes de remédiation attentionnelle bien adaptés à la réalité cognitive de ces jeunes filles. Par ailleurs, cette étude permet d'ores et déjà de proposer aux cliniciens et enseignants d'être particulièrement aux aguets d'une faiblesse attentionnelle chez ces jeunes filles, spécialement lors de situations d'écoute. Dans le cas où l'enfant présenterait des faiblesses à ce niveau, l'enseignant pourrait par exemple optimiser la qualité de son écoute en : 1) diminuant les sources de distractions sonores et 2) en appuyant l'information donnée oralement d'une présentation visuelle. De plus, comme l'ont démontré Delong et coll. (19), un traitement avec méthylphénidate peut s'avérer efficace chez certains de ces survivants pour améliorer leur qualité d'attention/concen-

tration. D'autres études plus exhaustives sur les effets des programmes de remédiation attentionnelle, à l'image de celui instauré par Butler (10) sur un seul survivant de cancer pédiatrique, paraissent cependant nécessaires. Par ailleurs, ce programme devrait concentrer une part importante à la remédiation de l'attention auditive, puisque celle-ci semble particulièrement vulnérable chez les jeunes survivantes de la LLA deux ans et demi en moyenne après la fin de leur traitement.

REMERCIEMENTS

Cette recherche a été financée par les Fonds pour la formation de chercheurs et l'Aide à la recherche, l'Institut national de recherches du Canada, le Fond de la recherche en santé du Québec (FRSQ), la Société de la recherche sur le cancer du Canada et Leucan, ainsi que par des bourses pour étudiants au doctorat à Simon Précourt (Conseil de recherche médical du Canada et FRSQ). Nous remercions également pour leur précieuse collaboration Phetsamone Vannasing, Anastasie Chiriaeff, Julie Trudel, Sophie Leroux, Irène Poirier, Diane Alarie, Della O'Neil et Madeleine Mercier pour leur aide dans la conception de la tâche expérimentale d'attention, dans l'évaluation et le recrutement des participants. Merci aussi à Denis Paquet pour le travail d'infographie. Finalement, nous voudrions exprimer toute notre gratitude aux enfants ayant participé à l'étude ainsi qu'à leurs familles.

RÉFÉRENCES

- [1] ACHENBACH (T. M.), EDELBROCK (C. S.) : « Behavioral problems and competencies reported by parents of normal and disturbed children aged 4 through 16 », *Monogr. Soc. Res. Child Dev.*, 46, 1 (seral 188), 1981.
- [2] ANDERSON (V.), SMITBERT (E.), EDERT (H.), GODBER (T.) : « Intellectual, educational, and behavioral sequelae after cranial irradiation and chemotherapy », *Arch. Dis. Child.*, 70, 1994, pp. 476-483.
- [3] ARMSTRONG (F. D.), BLUMBERG (M. J.), TOLEDANO (S. R.) : « Neurobehavioral issues in childhood cancer », *School Psychol. Rev.*, 28, 2, 1999, pp. 194-203.
- [4] ARMSTRONG (F. D.), MULHERN (R. K.) : « Acute lymphoblastic leukemia and brain tumors », in R. T. Brown (éd.), *Cognitive Aspects of Chronic Illness in Children*, New York, The Guilford Press, 1999, pp. 47-77.
- [5] BLEYER (W. A.) : « Chemotherapy interactions in the central nervous system », 4th *International Conference on Long-Term Complications of Treatment of Children and Adolescents for Cancer*, Roswell Park Cancer Institute, Buffalo, 1996, abstract no. 3.
- [6] BRENNER (M. K.), PINKEL (D.) : « Cure of leukemia », *Semin. Hematol.*, 36, 4 (suppl. 7), 1999, pp. 73-83.
- [7] BROUWERS (P.), POPLACK (D.) : « Memory and Learning Sequelae in Long-Term Survivors of acute lymphoblastic leukemia : Association with attention Deficits », *Amer. J. Pediatr. Hematol. Oncol.*, 12, 1990, pp. 174-181.
- [8] BROUWERS (P.), RICCARDI (R.), POPLACK (D.), FEDIO (P.) : « Attentional deficits in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia (ALL) », *J. Clin. Neuropsychol.*, 6, 3, 1984, pp. 325-336.
- [9] BROWN (R. T.), MADAN-SWAIN (A.) : « Cognitive, neuropsychological, and academic sequelae in children with leukemia », *J. Learning Disabilities*, 26, 2, 1993, pp. 74-90.
- [10] BUTLER (R. W.) : « Attentional Process and their remediation in childhood cancer », *Medic. Pediatr. Oncol.*, Suppl. 1, 1998, pp. 75-78.
- [11] BUTLER (R. W.), COPELAND (D. R.) : « Neuropsychological Effects of CNS prophylactic treatment in childhood leukemia : Methodological considerations », *J. Pediatr. Psychol.*, 18, 3, 1993, pp. 319-338.
- [12] BUTLER (R. W.), HILL (J. M.), STEINHERZ (P. G.), MEYERS (P. A.), FINLAY (J. L.) : « Neuropsychological effects of cranial irradiation, intrathecal methotrexate and systemic methotrexate in childhood cancer », *J. Clin. Oncol.*, 12, 1994, pp. 2621-2629.
- [13] BUTLER (R. W.), KERR (A.), MARCHAND (A.) : « Attentional and executive functions following cranial irradiation in children », *J. Int. Neuropsychol. Soc.*, 5, 2, 1999, p. 108.
- [14] CHESSELS (J. M.), COX (T. C. S.), KENDALL (B.), CAVANAGH (N. P. C.), JANNOUN (L.), RICHARDS (S.) : « Neurotoxicity in lymphoblastic leukemia : comparison of oral and intramuscular methotrexate and two doses of radiation », *Arch. Dis. Child.*, 65, 1990, pp. 416-422.
- [15] CONSTINE (L. S.), KONSKI (A.), EKHOLM (S.), McDONALD (S.), RUBIN (P.) : « Adverse Effects of brain irradiation correlated with MR and CT imaging », *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 15, 2, 1988, pp. 319-330.
- [16] Computerized diagnostic Interview Schedule for Children (C-DISC ; version 2.3), The C-DIS management Group Inc, Ottawa, Canada, 1991.
- [17] COPELAND (D. R.), FLETCHER (J. M.), PFEFFERBAUM-LEVINE (B.), JAFFE (N.), RIED (H.), MAOR (M.) : « Neuropsychological sequelae of childhood cancer in long-term survivors », *Pediatrics*, 75, 4, 1985, pp. 745-753.
- [18] DAWN WARD (J.) : « Pediatric cancer survivors : Assessment of late effects », *Nurse Pract.*, 25, 12, 2000, pp. 20-39.
- [19] DELONG (R.), FRIEDMAN (H.), FRIEDMAN (N.), GUSTAFSON (K.), OAKES (J.) : « Methylphenidate in neuropsychological sequelae of radiotherapy and chemotherapy of childhood brain tumors and leukemia », *J. Child. Neurol.*, 7, 1992, pp. 462-463.
- [20] EISER (C.) : « Practitioner review : Long-term consequences of childhood cancer », *J. Childhood Psychol. Psychiatr.*, 39, 5, 1998, pp. 621-633.
- [21] FLETCHER (J. M.), COPELAND (D. R.) : « Neurobehavioral effects of central nervous system prophylactic treatment of cancer in children », *J. Clin. Exp. Neuropsychol.*, 10, 4, 1988, pp. 495-538.
- [22] HARILA-SAARI (A. H.), PÄÄKKÖ (E. L.), VAINIONPÄÄ (L. K.), PYHTINEN (J.), LANNING (B. M.) : « A longitudinal magnetic resonance imaging study of the brain in survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia », *Cancer*, 83, 12, 1998, pp. 2608-2617.
- [23] HILL (J. M.), KORNBLITH (A. B.), JONES (D.), FREEMAN (A.), HOLLAND (J. F.), GLICKSMAN (A. S.), BOYETT (J. M.), LENHERR (B.), BRECHER (M. L.), DUBOWY (R.), KUNG (F.), MAURER (H.), HOLLAND (J. C.) : « A comparative study of the long term psychosocial functioning of childhood acute lymphoblastic leukemia survivors treated by intrathecal methotrexate with or without cranial radiation », *Cancer*, 82, 1, 1998, pp. 208-218.
- [24] HOPEWELL (J. W.) : « Radiation injury to the central nervous system », 4th *International Conference on Long-Term Complications of Treatment of Children and Adolescents for Cancer*, Roswell Park Cancer Institute, Buffalo, 1996, abstract no. 1.
- [25] JANKOVIC (M.), BROUWERS (P.), VALSECCHI (M. G.), VELDHIJZEN (A. V.), HUISMAN (J.), KAMPHUIS (R.), KINGMA (A.), MOR (W.), DONGEN-MELMAN (J. V.), FERRONATO (L.), MANCINI (M. A.), SPINETTA (J. J.), MASERA G : « Association of 1800 cGy cranial irradiation with intellectual function in children with acute lymphoblastic leukemia » *Lancet*, 344, 1994, pp. 224-227.
- [26] JANNOUN (L.) : « Are cognitive and educational development affected age at which prophylactic therapy is given in acute lymphoblastic leukemia ? », *Arch. Dis. Child.*, 58, 1983, pp. 953-958.
- [27] JANNOUN (L.), CHESSELS (J. M.) : « Long-term psychological effects of childhood leukemia and its treatment », *Pediatr. Hematol. Oncol.*, 4, 1987, pp. 293-308.

- [28] JONCKHEERE (A. R.) : « A distribution-free k-sample test against ordered alternatives », *Biometrika*, 41, 1954, pp. 133-145.
- [29] JÜRGEN (H.) : « Recent advances in childhood cancer », *Eur. J. Cancer*, 33, 1997, pp. s15-s22.
- [30] KÄHKÖNEN (M.), HARILA-SAARI (A. H.), METSÄHONKALA (L.), KORHONEN (T.), NORVASUO-HEILÄ (M.-K.), UTRIAINEN (T.), AHONEN (A.), BERGMAN (J.), SALMI (T. T.), MINN (H.) : « Cerebral blood flow and glucose metabolism in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukaemia », *Eur. J. Cancer*, 35, 7, 1999, pp. 1102-1108.
- [31] KINGMA (A.), MOOYAART (E. L.), KAMPS (W. A.), NIEUWENHUIZEN (P.), WILMINK (J. T.) : « Magnetic resonance imaging of the brain and neuropsychological evaluation in children treated for acute lymphoblastic leukemia at a young age », *Amer. J. Pediatr. Hematol. Oncol.*, 15, 2, 1993, pp. 231-238.
- [32] KINGMA (A.), RAMMELOO (L. A. J.), VAN DER DOES - VAN DER BERG (A.), REKERS-MOMBARG (L.), POSTMA (A.) : « Academic career after treatment for acute lymphoblastic leukaemia », *Arch. Dis. Child.*, 82, 2000, pp. 353-357.
- [33] LOCKWOOD (K. A.), BELL (T. S.), COLE-GROVE (R. W. Jr) : « Long-term effects of cranial radiation therapy on attention functioning in survivors of childhood leukemia », *J. Pediatr. Psychol.*, 24, 1, 1999, pp. 55-66.
- [34] MAHRER (J. M.), MAGEL (R. C.) : « A comparison of tests for the k-sample, non-decreasing alternative », *Stat. Med.*, 14, 1995, pp. 863-871.
- [35] MOORE (I. M.), PACKER (R. J.), KARL (D.), BLEYER (W. A.) : « Adverse effects of cancer treatment on the central nervous system », in C. L. Schwartz, W. L. Hobbie, L. S. Constine, K. S. Ruccione (Eds.), *Survivors of Childhood Cancer : Assessment and Management*, St-Louis, Missouri : Mostby-Year Book, Inc., 1994, p. 81-95.
- [36] MULHERN (R. K.) : « Neuropsychological late effects », in D. J. Bearison et R. K. Mulhern (Ed.), *Pediatric Psychooncology : Psychological Perspectives on Children with Cancer*, Oxford, University Press, 1994, pp. 99-121.
- [37] MULHERN (R. K.), ARMSTRONG (D. F.), THOMPSON (S. J.) : « Function-specific neuropsychological assessment », *Medic. Pediatr. Oncol.*, Suppl. 1, 1998, pp. 34-40.
- [38] MULHERN (R. K.), FAIRCLOUGH (D.), OCHS (J.) : « A prospective comparison of neuropsychological performance of children surviving leukemia who received 18-Gy, or no cranial irradiation », *J. Clin. Oncol.*, 9, 8, 1991, pp. 1348-1356.
- [39] NOLL (R. B.), STEHBENS (J. A.), MACLEAN (W. E. Jr), WASKERWITZ (M. J.), WHITT (J. K.), HAMMOND (G. D.), KALEITA (T. A.) : « Behavioral adjustment and social functioning of long-term survivors of childhood leukemia : parents and teacher reports », *J. Pediatr. Psychol.*, 22, 6, 1997, pp. 827-841.
- [40] PÄÄKKO (E.), VAINIONPÄÄ (L.), LANNING (M.), LAITINEN (J.), PYTINEN (J.) : « White matter changes in children treated for acute lymphoblastic leukemia », *Cancer*, 70, 1992, pp. 2728-2733.
- [41] PFEFFERBAUM-LEVINE (B.), RIED (H. L.), COPEL (D. R.), JAFFE (N.), FLETCHER (J. M.), MCKINNON (W. R.) : « Neuropsychologic assessment of long-term survivors of childhood leukemia », *Amer. J. Pediatr. Hematol. Oncol.*, 6, 2, 1984, pp. 123-128.
- [42] PICARD (E. M.), ROURKE (B. P.) : « Neuropsychological consequences of prophylactic treatment for acute lymphocytic leukemia », in B. P. Rourke (Ed.), *Syndrome of Non-verbal Learning Disabilities*, New York, Guilford Press, 1995, pp. 282-330.
- [43] POPLACK (D. G.) : « Chemotherapy injury of the brain », *4th International Conference on Long-Term Complications of Treatment of Children and Adolescents for Cancer*, Roswell Park Cancer Institute, Buffalo, 1996, abstract no. 2.
- [44] PRÉCOURT (S.) : « Impacts cognitifs des traitements antileucémiques chez les jeunes survivants », *Psychologie Québec*, 16, 6, 1999, pp. 20-23.
- [45] PRÉCOURT (S.), ROBAEY (P.), LAMOTHE (I.), LAS-SONDE (M.), SAUERWEIN (H. C.), MOGHRABI (A.) : « Verbal cognitive functioning and learning in girls treated for acute lymphoblastic leukemia by chemotherapy with or without cranial irradiation », *Dev. Neuropsychol.*, 21, 2, 2002, pp. 173-195.
- [46] PUI (C.-H.), EVANS (W. E.) : « Acute lymphoblastic leukemia », *New England J. Med.*, 339, 1998, pp. 605-615.
- [47] RAYMOND-SPEDEEN (E.), TRIPP (G.), LAWRENCE (B.), HOLDAWAY (D.) : « Intellectual, neuropsychological, and academic functioning in long-term survivors of leukemia », *J. Pediatr. Psychol.*, 25, 2, 2000, pp. 59-68.
- [48] REGAN (J. M.), REEB (R. N.) : « Neuropsychological functioning in survivors of childhood leukemia », *Child Study J.*, 28, 3, 1998, pp. 179-200.
- [49] ROBISON (L. L.), MEADOWS (A. T.), NESBIT (M. E. Jr), ORTEGA (J. A.), SATHER (H. N.), HAMMOND (G. D.) : « Factors associated with IQ scores in long-term survivors of childhood acute lymphoblastic leukemia », *Amer. J. Pediatr. Hematol. Oncol.*, 6, 2, 1984, pp. 115-121.
- [50] RODGERS (J.), HORROCKS (J.), BRITTON (P. G.), KERNAHAN (J.) : « Attentional ability among survivors of leukemia », *Arch. Dis. Child.*, 80, 4, 1999, pp. 318-323.
- [51] ROMAN (D. D.), SPERDUTO (P. W.) : « Neuropsychological Effects of cranial radiation : Current knowledge and future directions », *Int. J. Radiat. Oncol. Biol. Phys.*, 31, 1995, pp. 983-998.
- [52] SAWYER (M.), ANTONIOU (G.), RICE (M.), BAGHURST (P.) : « Childhood cancer : a 4-year prospective study of the psychological adjustment of children and parents », *J. Pediatr. Hematol. Oncol.*, 22, 3, 2000, pp. 214-220.
- [53] SCHAISON (G.), LEBLANC (T.), LECLERC (M. F.) : « Leucémies aiguës lymphoblastiques de l'enfant : Progrès dans l'espérance de vie », *La Presse Médicale*, 4, 1997, pp. 178-183.
- [54] SHARAN (P.), MEHTA (M.), CHAUDHRY (V. P.) : « Psychiatric morbidity in children suffering from acute lymphoblastic leukemia », *Pediatr. Hematol. Oncol.*, 16, 1999, pp. 49-54.
- [55] SILBER (J. H.), RADCLIFFE (J.), PECKHAM (V.), PERILONGO (G.), KISHNANI (P.), FRIDMAN (M.), GOLDWEIN (J. W.), MEADOWS (A. T.) : « Whole-brain irradiation and decline in intelligence : the influence of dose and age on IQ », *J. Clin. Oncol.*, 10, 9, 1992, pp. 1390-1396.
- [56] TAYLOR (G. H.), ALBO (V. C.), PHEBUS (C. K.), SACHS (B. R.), BIERL (P. G.) : « Postirradiation treatment outcomes for children with acute lymphoblastic leukemia : Clarification of risks », *J. Pediatr. Psychol.*, 12, 3, 1987, pp. 395-411.
- [57] VAN DONGEN-MELMAN (J. E. W. M.), DE GROOT (A.), VAN DONGEN (J. J. M.), VERHULST (F. C.), HÄHLEN (K.) : « Cranial irradiation is the major cause of learning problems in children treated for leukemia and lymphoma : A comparative study », *Leukemia*, 11, 1997, pp. 1197-1200.
- [58] WABER (D. P.), BERNSTEIN (J. H.), KAMMERER (B. L.), TARBELL (N. J.), SALLAN (S. E.) : « Neuropsychological diagnostic profiles of children who received CNS treatment for acute lymphoblastic leukemia : The systemic approach to assessment », *Dev. Neuropsychol.*, 8, 1, 1992, pp. 1-28.
- [59] WABER (D. P.), CARPENTIERI (S. C.), KLAR (N.), SILVERMAN (L. B.), SCHWENN (M.), HURWITZ (C. A.), MULLENIX (P. J.), TARBELL (N. J.), SALLAN (S. E.) : « Cognitive sequelae in children treated for acute lymphoblastic leukemia with dexamethasone or prednisone », *J. Pediatr. Hematol. Oncol.*, 22, 3, 2000, pp. 206-213.
- [60] WABER (D. P.), MULLENIX (P. J.) : Acute Lymphoblastic Leukemia, in K. O. Yeates, M. D. Ris, and H. G. Taylor (Eds.), *Pediatric Neuropsychology : Research, Theory, and Practice*, New York, Guilford Press, 2000, pp. 300-319.
- [61] WABER (D. P.), URION (D. K.), TARBELL (N. J.), NIEMEYER (C.), GELBER (R.), SALLAN (S. E.) : « Late effects on CNS treatment of acute lymphoblastic leukemia in childhood are sex-dependent ». *Dev. Med. Child Neurol.*, 32, 1990, 238-248.

Le pointage lors du dénombrement de collections chez l'adolescent infirme moteur cérébral

A. MONTARU, V. CAMOS

Université René Descartes - Paris V, Laboratoire Cognition et Développement, Institut de Psychologie, 71, avenue Édouard-Vaillant, 92774 Boulogne-Billancourt Cedex. Email : camos@psycho.univ-paris5.fr.

RÉSUMÉ : *Le pointage lors du dénombrement de collections chez l'adolescent infirme moteur cérébral*

Les patients souffrant d'infirmité motrice cérébrale présentent souvent de grandes difficultés dans la construction du nombre et plus spécifiquement dans le dénombrement. En se basant sur les travaux antérieurs, notre étude cherche à évaluer les capacités d'adolescents IMC dans des tâches de dénombrement. Notre intérêt se centrera principalement sur les stratégies de pointage que ces adolescents utilisent lors du dénombrement par rapport à celles employées par des enfants d'âge de développement similaire au leur. Nos résultats montrent que les adolescents IMC sont moins performants que les enfants de deux groupes contrôles. Cependant, en ce qui concernent les stratégies de pointage, bien que les adolescents IMC utilisent majoritairement la stratégie proximale comme les groupes contrôles, ils se démarquent des autres participants par une forte utilisation de la stratégie périphérique. Ces résultats sont discutés en termes de coût cognitif du contrôle du pointage. Les difficultés de désengagement et de repérage des objets « déjà-comptés » par rapport à ceux « encore-à-compter » peuvent expliquer une grande part de nos résultats.

Mots clés : Pointage — Nombre — Stratégie — Infirmité motrice cérébrale.

SUMMARY : *Pointing objects in cerebral palsied adolescents*

Cerebral palsied patients often showed great difficulties in numerical activities and especially in counting. The present study evaluates the ability of cerebral palsied adolescences in counting objects. Our main goal was to determine the strategies they used to point at each object and to compare them to those used by children of similar developmental age. Our results showed that cerebral palsied adolescences were slower and had poorer performance compare to the children from the control groups. However, the main pointing strategy the adolescences used was the proximal strategy, the one also favored by the control groups. Finally, the adolescences differed from the control groups on their use of the peripheral strategy, a strategy they fairly often used. These results were discussed in terms of the cognitive cost of the control of pointing. The difficulties to disengage the pointing and the keeping track of the « already-counted » compare to the « to-be-count » objects could explain most of our results.

Key words : Pointing — Number — Strategy — Cerebral Palsy.

RESUMEN : *Puntuación durante la enumeración de colecciones en los adolescentes que sufren de parálisis cerebral*

Los pacientes que sufren de parálisis cerebral presentan frecuentemente grandes dificultades en la construcción de números y más específicamente con la enumeración. Teniendo en cuenta los trabajos anteriores, nuestro estudio intenta evaluar las capacidades de adolescentes IMC en las tareas de enumeración. Nos enfocaremos principalmente en las estrategias de puntuación utilizadas por esos adolescentes durante la enumeración, comparándolos a un grupo de niños de edad de desarrollo similar. Nuestros resultados demuestran que los adolescentes IMC son menos eficaces que los niños de los dos grupos de control. Sin embargo, cuando se trata de las estrategias de puntuación, aunque los adolescentes IMC utilizan mayormente la estrategia proximal como los grupos de control, se destacan de los otros niños por una fuerte utilización de la estrategia periférica. Estos resultados

están discutidos en cuanto al coste cognitivo del control de puntuaciones. Las dificultades a separar y a localizar los objetos « ya contabilizados » de los « que quedan aún por contar » pueden explicar la mayoría de nuestros resultados.

Palabras clave : Puntuaciones — Número — Estrategia — Parálisis cerebral.

Le dénombrement est la procédure qui permet d'apprécier de façon fiable la quantité d'éléments contenus dans une collection [7, 19]. Il est également à la base de toutes les connaissances arithmétiques [15-18]. Cependant, cette procédure présente des contraintes qui ont fait l'objet de plusieurs études. Ainsi, Potter et Levy [22] ont pu montrer que cette activité nécessitait l'établissement d'une stricte correspondance entre le nom des nombres et les objets à compter, et la connaissance de la comptine des nombres dans l'ordre correct. En effet, si la chaîne numérique conventionnelle n'est pas respectée lors d'un dénombrement, la cardinalité de la collection à compter s'en trouve faussée. Dans tout dénombrement, il est également important de déterminer avec précision ce qui a déjà été compté et ce qui est encore à compter afin d'éviter les oublis et les doubles comptages [8]. Il est donc nécessaire d'utiliser une forme de pointage, par le doigt ou par le regard, de chaque élément pris tour à tour jusqu'à ce que tous aient été considérés au moins une fois. Enfin, il est important de pouvoir coordonner ces deux habiletés pour établir un dénombrement correct [10, 12, 13].

Les patients souffrant d'infirmité motrice cérébrale présentent souvent de grandes difficultés dans la construction du nombre et plus spécifiquement dans le dénombrement [4-6, 20]. De telles difficultés ont été reliées aux troubles praxiques si fréquents dans cette population [21]. En se basant sur les travaux antérieurs, notre étude cherche à évaluer les capacités d'adolescents IMC dans des tâches de dénombrement. Notre intérêt se centrera principalement sur les stratégies de pointage que ces adolescents utilisent lors du dénombrement par rapport à celles employées par des enfants d'âge de développement similaire au leur.

Du fait de la nécessaire prise en compte de chaque objet lors du dénombrement, l'organisation spatiale des collections va donc affecter plus ou moins fortement les performances en dénombrement. Potter et Levy [22] ont examiné le pointage d'objets de jeunes enfants de 2 à 4 ans lors d'activités de dénombrement. Ces enfants devaient compter des collections de trois à six jetons dans plusieurs organisations spatiales : en rangées ou disposés aléatoirement. Les résultats montrent que la proportion d'erreur augmente avec la taille de la collection. De plus, l'alignement permet moins d'erreurs. En effet, dans cette configuration, les items de départ et d'arrêt sont prégnants dès le début de la tâche. Pour ces jeunes enfants, lorsque l'arrangement spatial est aléatoire, il est générateur d'erreurs, car l'enfant doit planifier un parcours afin de ne pas oublier d'objets ou de ne pas les considérer plusieurs fois. De façon similaire, Beckwith et Restle [3] ont étudié les processus de dénombrement chez des enfants d'école primaire âgés de 7 à 9 ans et chez des jeunes adultes. La tâche consistait à compter des éléments représentés sur des cartes, leur nombre et leur disposition spatiale variant sur chacune des cartes. Tout d'abord, une collection plus grande nécessite plus de temps pour être comptée qu'une petite. Ensuite, le pourcentage d'erreur est plus important chez les enfants

que chez les adultes ainsi que le temps qui leur est nécessaire pour dénombrer. Enfin, l'arrangement spatial des objets à compter a une influence sur le temps de dénombrement, principalement pour les enfants. Les enfants avaient besoin de plus de temps pour les arrangements aléatoires que pour ceux en ligne. Par contre, les performances des adultes différaient peu entre ces deux dispositions. En fait, d'après les auteurs, les enfants paraissent se baser sur l'arrangement spatial pour déterminer un ordre de pointage alors que les adultes semblent suivre un parcours planifié *a priori*. Cette sous-composante de pointage impose donc une forte demande attentionnelle au dénombrement des enfants. De plus, on peut penser que tout facteur qui rendra ce pointage plus difficile aura une répercussion sur la réussite aux tâches de dénombrement puisqu'il accroîtra cette demande attentionnelle. Par exemple, Towse et Hitch [25] ont montré que la densité des objets dans une collection affectait les performances de dénombrement d'enfants de 7 ans. Dans notre étude, nous manipulerons donc la taille de la collection ainsi que la densité des objets.

Comme nous venons de le préciser, le dénombrement peut être affecté par l'arrangement des objets au sein des collections à compter. Cet effet serait dû à la stratégie de pointage qui est utilisée selon les configurations [22]. Shannon [23] a dégagé les différentes stratégies de pointage utilisées par les enfants de 3 à 6 ans lors du dénombrement. Il a ainsi déterminé trois stratégies évoluant avec l'âge : la stratégie proximale, la stratégie périphérique et la stratégie linéaire. La stratégie proximale consiste à compter les points « pas à pas » : l'enfant pointe un point, puis celui qui lui est le plus proche et ainsi de suite. Dans la stratégie périphérique, les enfants « surlignent » du doigt la forme avant de compter les items de l'intérieur. Il est à noter qu'un bon nombre de jeunes enfants utilisant cette stratégie ne comptaient que les items périphériques. Dans la stratégie linéaire, les enfants comptent de haut en bas (ou de bas en haut) et de gauche à droite (ou de droite à gauche) comme s'ils suivaient des lignes. Enfin, environ 6 % des protocoles analysés par Shannon combinaient plusieurs de ces stratégies. Avec l'âge, les enfants changent de stratégie de pointage. La stratégie proximale est principalement utilisée par les enfants les plus jeunes, ceux de 3 ans. L'utilisation de la stratégie périphérique augmente entre quatre et cinq ans et le passage à la stratégie linéaire apparaît entre 5 et 6 ans. Les résultats laissent également apparaître une corrélation négative entre le nombre d'erreurs et la stratégie utilisée : plus les enfants utilisent une stratégie mature, moins ils commettent d'erreurs. De plus, les enfants ont tendance à utiliser des stratégies moins matures quand la tâche se complexifie. Ainsi, des enfants qui utilisaient la stratégie périphérique pour compter sept items, se servaient d'une stratégie proximale pour en compter dix.

Toutes ces études menées sur le dénombrement ont principalement impliqué des enfants d'âge préscolaire ou d'école

primaire, population découvrant le nombre et sans déficit reconnu. Rares sont les études qui ont portées sur des populations atteintes de déficit moteur [9]. On notera néanmoins l'étude longitudinale d'enfants IMC faite par de Barbot et collaborateurs [4-6] et nos études sur les enfants dyspraxiques [2, 14]. Une recherche récente a cependant étudié les stratégies de dénombrement chez de jeunes enfants IMC.

Arp et Fagard [1] ont étudié la place du pointage chez des enfants IMC et leur possibilité d'utilisation de méthodes compensatoires. Les résultats d'un groupe de onze enfants âgés de 5 ans à 9 ans ont été comparés à ceux d'un groupe de sujets appariés en âge chronologique et au sexe. À ce groupe contrôle avaient été ajoutés cinq enfants de 5 ans. Les enfants devaient dénombrer des collections de trois à huit jetons selon deux modalités d'organisation spatiale, en ligne ou aléatoire. Cette tâche était contrastée entre une présentation sur table, où le pointage avec le doigt était possible, et une présentation sur ordinateur qui empêchait le pointage manuel. Les résultats laissent tout d'abord apparaître que les enfants IMC avaient des performances au dénombrement inférieures à ceux des enfants du groupe contrôle. L'interdiction d'utiliser la main dans le dénombrement sur ordinateur perturbait autant les deux groupes. Cette observation était marquée par une augmentation des réponses données au hasard. Selon les auteurs, les erreurs en dénombrement semblent essentiellement dues à l'effort que ces enfants mettaient en œuvre pour contrôler leur motricité manuelle et oculaire ce qui surchargerait leur mémoire de travail. Bien que les auteurs pensaient observer chez les enfants IMC des stratégies de dénombrement capables de les aider à pallier les effets de leur handicap (telles qu'un pointage accru de la tête ou des méthodes utilisées avec les ergothérapeutes), ces enfants utilisaient massivement le pointage manuel un à un des objets.

Notre étude cherche donc à savoir si des patients IMC plus âgés que ceux d'Arp et Fagard [1] mettent en place des stratégies de pointage similaires à celles de sujets appariés sur leur âge de développement. En effet, malgré leur handicap moteur et la dimension motrice inhérente au dénombrement, les adolescents IMC ont-ils pu développer des stratégies de pointage ? Les recherches précédentes ont montré que dans des tâches complexes de dénombrement, les jeunes enfants avaient tendance à utiliser des stratégies plus primitives que celles auxquelles ils ont normalement accès et que, dans ces cas, leur taux de réussite diminuait. Nous pensons qu'il en sera de même pour les adolescents IMC, mais avec un effet amplifié de la complexité sur leurs résultats.

MÉTHODE

Participants

Quatorze adolescents IMC (sept garçons et sept filles ; de 13 ans et 7 mois à 16 ans et 2 mois ; âge moyen = 14 ans et 10 mois ; écart type = 1 an) ont été choisis au sein d'un centre de rééducation motrice. Ils ont des tableaux cliniques variés : héli-, tri-, ou tétraplégie, tétra- ou quadriparésie. Ces adolescents ont été choisis selon deux critères : la possibilité d'utiliser une de leur main pour dénombrer et la connaissance de la comptine des nombres au moins jus-

qu'à quarante. Ces adolescents ont des niveaux scolaires hétérogènes : trois participent à des groupes d'éveil aux apprentissages, quatre ont un niveau scolaire équivalent à un cycle 2, trois ont un niveau intermédiaire situé entre le cycle 2 et le cycle 3 et quatre ont un niveau de cycle 3. Afin de constituer des groupes contrôles appariés, nous devions évaluer un âge de développement pour chaque adolescent. L'institution nous a autorisés à faire passer deux épreuves de l'échelle d'intelligence de Weschler pour enfants [26]. Nous avons choisi l'épreuve de vocabulaire et celle des cubes car elles sont les plus corrélées avec le quotient intellectuel verbal et performance respectivement [26]. Bien que ces deux épreuves ne soient pas dédiées à la mesure des âges de développement, elles nous ont toutefois permis d'obtenir une évaluation de l'âge de développement verbal et performance pour chacun des quatorze adolescents. Un deuxième groupe a donc été constitué par appariement aux âges de développement verbal. Ainsi, quatorze enfants (sept garçons et sept filles ; de 5 ans 10 mois à 10 ans et 10 mois ; âge moyen = 8 ans et 7 mois ; écart type = 1,10 an) formèrent le groupe dit « verbal ». De façon similaire avec les âges de développement performance, 14 enfants (neuf garçons et cinq filles ; de 5 ans et 5 mois à 11 ans et 3 mois ; âge moyen = 6 ans et 9 mois ; écart type = 1,9 an) formèrent le groupe dit « performance ». Pour ce dernier groupe, nous n'avons pas pu faire un appariement au sexe pour deux participants.

Matériel

Le matériel était composé de quatorze feuilles de format A4 (21 × 29,5 cm). Sur chacune de ces feuilles étaient représentés des points noirs d'un diamètre de 8 mm. La disposition des points sur chacune des feuilles était toujours aléatoire et ne représentait jamais une silhouette globale assimilable à une forme géométrique ou à un objet connu. Les différentes collections variaient en fonction de la taille et la densité des points sur la feuille. La taille de la collection pouvait être petite (entre huit et quatorze points ; moyenne = 11) ou grande (entre dix-neuf et vingt-cinq points ; moyenne = 22). La densité des collections pouvait être faible (*i.e.*, les points étaient répartis sur toute la surface de la feuille) ou forte (*i.e.*, les points étaient au centre de la feuille, dans un espace de 5,25 × 7,4 cm). Ainsi quatre conditions expérimentales étaient constituées par le croisement de la taille et de la densité. Trois collections étaient créées pour chaque condition et trois collections supplémentaires permettaient de présenter la tâche aux participants.

Procédure

La procédure de passation était la même pour les trois groupes de participants. Cependant, les adolescents IMC avaient préalablement passé les deux épreuves de la WISC nécessaires pour la constitution des deux groupes contrôles. De plus, ces adolescents ont été filmés lors de l'épreuve de dénombrement afin d'avoir une cotation plus précise de leurs résultats. L'enregistrement vidéo n'a pas été autorisé pour les groupes contrôles.

La passation se faisait individuellement. À l'aide d'une première planche d'entraînement, l'expérimentateur expli-

quait au sujet la tâche à exécuter : « Tu vois cette feuille. Je vais te montrer plusieurs feuilles comme celle-ci et pour chacune tu devras compter le nombre de points avec ton doigt et me dire combien il y a de points sur la feuille. » L'expérimentateur comptait les points à voix haute avec son doigt, en les touchant, devant le participant en guise d'exemple. Ensuite, deux autres feuilles étaient présentées au participant afin qu'il s'entraîne. Elles permettaient également à l'expérimentateur de voir si le participant avait bien compris la tâche. Enfin, les douze planches expérimentales étaient présentées une par une. Il était précisé au participant qu'il serait chronométré mais qu'il n'était pas obligé d'aller vite, le principal étant qu'il compte le mieux possible. L'ordre de présentation des feuilles était aléatoire et différait d'un participant à l'autre.

RÉSULTATS

Avant de décrire et analyser les stratégies de pointage utilisées lors du dénombrement, nous avons analysé les performances des participants. Une analyse de variance selon le plan Densité \times Taille de la collection \times Groupe a donc été effectuée respectivement sur les pourcentages de réussite et sur les temps de réponse en millisecondes. Les adolescents IMC (39 %) avaient un taux de réussite significativement plus faible que celui des enfants du groupe « performance » (63 %) et de celui des enfants du groupe « verbal » (77 %), $F(1,39) = 7.31$, $p = .01$, et $F(1,39) = 18.66$, $p < .001$ respectivement (figure 1). De façon similaire, les adolescents IMC (1473 ms) étaient significativement plus lents pour dénombrer une collection que les enfants du groupe « performance » (822 ms) et ceux du groupe « verbal » (746 ms), $F(1,39) = 30.58$, $p < .0001$, et $F(1,39) = 38.10$, $p < .0001$ respectivement (figure 2). Ces deux groupes contrôles ne différaient pas significativement ni sur les taux de réussite, ni sur les temps de réponse, $F(1,39) = 2.61$, $p = .11$ et $F < 1$ respectivement.

Figure 1. Pourcentage de réussite à la tâche de dénombrement pour les adolescents IMC, les groupes « verbal » et « performance » en fonction de la taille de la collection et de la densité des objets

En ce qui concerne les autres facteurs, la densité n'affectait ni les taux de réussite (60 % en densité forte et 58 % en densité faible), ni les temps (992 ms en densité forte et 1 036 ms en densité faible), $F_s < 1$. Par contre, les grandes

Figure 2. Temps de réponse en millisecondes à la tâche de dénombrement pour les adolescents IMC, les groupes « verbal » et « performance » en fonction de la taille de la collection et de la densité des objets

collections étaient moins bien réussies (42 % vs 77 %) et étaient plus lentement dénombrées (1 387 ms vs 640 ms) que les petites, $F(1,39) = 69.68$, $p < .0001$, et $F(1,39) = 126.64$, $p < .0001$ respectivement. Aucun autre effet n'étant significatif, ces effets étaient similaires pour les trois groupes de participants.

Au cours de nos passations, cinq différentes stratégies de pointage ont été observées lors du dénombrement. Les trois stratégies, proximale, périphérique et linéaire, décrites par Shannon [23] ont été retrouvées. Pour la stratégie linéaire, nous avons introduit une distinction entre la stratégie linéaire horizontale où le sujet suivait des lignes fictives horizontales et la stratégie linéaire verticale où les lignes étaient verticales. Une autre stratégie a été observée mais uniquement chez un adolescent IMC. Dans cette stratégie dite « par groupement », l'adolescent comptait des sous-groupes de points puis les additionnait (pour neuf planches sur douze). Enfin, pour un autre adolescent et une seule planche, aucun parcours précis n'a pu être déterminé. Il faut également noter que plusieurs participants (quatre adolescents IMC, cinq enfants du groupe « performance » et dix du groupe « verbal ») utilisaient une combinaison de deux stratégies pour dénombrer une même collection. Ce changement de stratégies en cours de dénombrement apparaissait lorsque les participants débutaient par la stratégie linéaire, horizontale ou verticale, puis ils se repliaient systématiquement vers la stratégie proximale.

La fréquence d'utilisation des différentes stratégies a été analysée à l'aide d'analyse de variance de Friedman pour chaque groupe. L'usage d'un test non paramétrique est ici nécessaire du fait de la non-indépendance des données entre elles. La stratégie proximale était la stratégie la plus utilisée pour tous les groupes (tableau 1). Sa fréquence d'utilisation était significativement supérieure à celle des autres stratégies, $p_s < .01$, sauf par rapport à la stratégie périphérique chez les adolescent IMC, et à la stratégie linéaire verticale dans le groupe « verbal », où les différences n'étaient que tendancielle, $p = .08$ et $p = .10$ respectivement. Il est à noter que cette stratégie proximale est celle qui était associée au plus grand pourcentage de réussite

aussi bien chez les adolescents IMC (51 % de leurs réussites apparaissaient lors de son utilisation) que pour les groupes « performance » (55 %) et « verbal » (47 % ; *tableau 1*).

Parmi les analyses de la fréquence d'utilisation des stratégies, un seul autre effet était significatif. Les adolescents IMC utilisaient significativement plus la stratégie périphérique (21 %) que la stratégie linéaire verticale (6 %), $p = .02$. Dans les groupes « performance » et « verbal », la fréquence d'utilisation des stratégies périphérique, linéaire verticale et linéaire horizontale ne différaient pas, $p > .10$. Les adolescents IMC se démarquaient donc par une utilisation plus importante de la stratégie périphérique dans le pointage des objets à dénombrer. En comparant les taux d'utilisation aux pourcentages de réussite qui leur étaient associés, on remarquait que les adolescents IMC semblaient n'avoir qu'un faible avantage dans l'utilisation de la stratégie périphérique par rapport à la stratégie linéaire verticale. En effet, la stratégie périphérique leur permettait un pourcentage de réussite de 15 % qui n'était que légèrement supérieur à celui pour la stratégie linéaire verticale (11 %). Ce n'est donc pas de simples raisons de performance à la tâche de dénombrement qui peuvent expliquer la plus grande utilisation de la stratégie périphérique chez les adolescents IMC. De façon inverse, dans les groupes « performance » et « verbal », bien que le taux de réussite était supérieur pour la stratégie linéaire verticale (17 et 26 % respectivement) par rapport aux stratégies périphérique et linéaire horizontale, la fréquence d'utilisation de ces trois stratégies ne différait pas. Pour conclure, même si les adolescents IMC se démarquaient dans leur utilisation de la stratégie périphérique, pour eux comme pour les enfants des deux groupes contrôles, la recherche d'une meilleure performance au dénombrement ne semblait pas guider leur choix de la stratégie de pointage.

Tableau 1. Pourcentage moyen d'utilisation (et écart type), et pourcentage moyen de réussite des différentes stratégies pour les adolescents IMC et les groupes « verbal » et « performance »

Stratégies		Proximale	Périphérique	Linéaire verticale	Linéaire Horizontale
Adolescents IMC	Utilisation	54 (30)	21 (24)	6 (18)	9 (17)
	Réussite	51	15	11	9
« Verbal »	Utilisation	45 (32)	13 (12)	22 (29)	6 (10)
	Réussite	47	12	26	5
« Performance »	Utilisation	60 (35)	14 (23)	12 (27)	11 (23)
	Réussite	55	11	17	12

Dans une dernière série d'analyses, nous avons évalué l'impact des caractéristiques des collections, telles que la taille et la densité, sur l'utilisation des différentes stratégies de pointage. Dans ce but, une analyse de variance a été effectuée selon le même plan que précédemment sur le pourcentage d'utilisation pour chacune des quatre principales stratégies. En ce qui concerne la stratégie linéaire verticale, aucun facteur n'affectait significativement son utilisation.

Pour la stratégie proximale, les adolescents IMC l'utilisaient significativement plus lorsque la densité des objets dans la collection diminuait (42 % en densité forte et 67 % en densité faible), $F(1,39) = 15.01$, $p = .0004$, alors qu'aucune différence significative n'apparaissait dans les

groupes « verbal » (50 et 40 %) et « performance » (61 et 60 %), $F(1,39) = 2.18$, $p = .15$ et $F < 1$ respectivement. De façon inverse, les adolescents IMC avaient recours significativement moins souvent à la stratégie périphérique lorsque la densité diminuait (25 et 17 %), $F(1,39) = 4.07$, $p = .05$. Cet effet n'était pas retrouvé ni chez les enfants du groupe « verbal » qui, au contraire, voyaient leur utilisation de cette stratégie augmenter lorsque la densité devenait plus faible (6 et 20 %), $F(1,39) = 11.95$, $p = .001$, ni chez ceux du groupe « performance » pour qui la densité ne modifiait pas leur fréquence d'utilisation de la stratégie périphérique (12 et 15 %), $F < 1$. Pour ces deux stratégies, proximale et périphérique, la taille de la collection n'avait aucun effet sur leur taux d'utilisation.

En ce qui concerne la dernière stratégie, la stratégie linéaire horizontale, les résultats étaient plus complexes du fait que les trois facteurs, Groupe, Densité et Taille, interagissaient, $F(2,39) = 4.25$, $p = .02$. Tout d'abord, le Groupe et la Taille n'interagissaient que lorsque la densité était forte, $F(2,39) = 5.23$, $p = .01$, et non lorsqu'elle était faible, $F(2,39) = 1.40$, $p = .26$. Ensuite, lorsque la densité était forte, la taille de la collection n'affectait pas l'utilisation de cette stratégie chez les adolescents IMC (petite : 19 % et grande : 12 %), $F(1,39) = 1.55$, $p = .22$, ainsi que chez les enfants du groupe « performance » (petite : 12 % et grande : 19 %), $F(1,39) = 1.55$, $p = .22$. Ce n'était que chez les enfants du groupe « verbal » que l'effet de la taille était significatif, $F(1,39) = 11.04$, $p = .002$. En effet, ces enfants utilisaient la stratégie linéaire horizontale exclusivement lorsque la taille de la collection était grande (19 %).

Pour conclure, nous avons fait l'hypothèse que les facteurs rendant la tâche de dénombrement plus difficile devraient plus particulièrement affecter les performances des adolescents IMC. Bien qu'effectivement leur utilisation des différentes stratégies était modifiée en fonction de ces facteurs, on constate que les performances des enfants des groupes contrôles l'étaient également.

DISCUSSION

Tout d'abord, nos résultats font apparaître une différence au niveau des performances des différents groupes. Les adolescents infirmes moteurs cérébraux ont un taux de réussite et une vitesse de dénombrement inférieurs aux deux autres groupes, ce qui concorde avec les travaux précédents [1, 2, 4-6, 20]. Cette difficulté est probablement due à une charge plus importante en mémoire de travail pour les adolescents IMC. En effet, une tâche de dénombrement nécessite la connaissance parfaite de la chaîne numérique mais également le pointage exhaustif de tous les objets. Les adolescents IMC, du fait de leur handicap moteur, doivent donc plus contrôler leurs mouvements, ce qui rend la tâche plus difficile. De façon similaire, les enfants dyspraxiques de l'étude de Camos et collaborateurs [14] étaient nettement moins performants que des témoins de même âge chronologique, et ceci même pour des dispositions en ligne. Selon Lacert et Gérard [20], le désengagement chez les patients IMC n'est peut-être pas aussi aisé que chez l'enfant « tout-venant ». Le désengagement du pointage précédent semble trop lent. De plus, la précision du pointage peut être déficiente et mettre ainsi

en défaut la suite de la tâche. Le moindre décalage entre le pointage et l'objet à pointer demandera une correction qui altérera la suite de la séquence motrice.

Les caractéristiques physiques de la collection que nous avons manipulée n'ont pas toutes le même effet sur les performances des participants. Contrairement à ce que Towse et Hitch [25] avaient observé chez des enfants de 7 ans, la densité des points n'a pas d'influence ni sur le taux de réussite ni sur les temps de réponse des trois groupes. Néanmoins, la taille de la collection affecte ces deux indicateurs de la performance. Plus la taille de la collection est grande, plus les participants ont des difficultés à la dénombrer. L'augmentation de la taille de la collection rend le repérage des objets « déjà-comptés » par rapport à ceux « à-compter » plus difficile. Ce surcroît d'information va avoir un effet d'autant plus interférent chez les adolescents IMC qui doivent déjà contrôler leurs mouvements en permanence. Ainsi, certaines erreurs, comme le double-pointage, pourraient être réduites si les cibles pointées pouvaient être concrètement déplacées, la charge cognitive de la tâche de dénombrement se trouvant ainsi allégée [20]. En ce qui concerne les stratégies utilisées par les participants, il est étonnant de constater qu'ils utilisaient tous massivement une stratégie proximale. D'après les travaux de Shannon [23], cette stratégie est la plus primitive dans le développement du pointage. Il semble donc tout à fait naturel de la trouver utilisée par les enfants les plus jeunes, c'est-à-dire ceux du groupe « performance ». En effet, onze des enfants de ce groupe avaient moins de 6 ans et 2 mois. Cependant, Shannon [23] observait l'utilisation de cette stratégie chez des enfants de 3 ans, beaucoup plus jeunes que ceux du groupe « performance ». Ce résultat étonnant est, de plus, renforcé par le fait que les enfants du groupe « verbal », utilisaient également cette stratégie pour presque la moitié de leurs dénombrements alors que ce groupe regroupait des enfants plus âgés (âge moyen = 9 ans). En ce qui concerne les adolescents IMC, comme pour les enfants des groupes contrôles, leur taux d'utilisation de la stratégie proximale était important. Nous pensons donc que le fait que les collections soient relativement grandes (jusqu'à 25 objets) avec parfois des objets très resserrés a pu amener les participants à se replier sur une stratégie plus simple. En effet, peu d'études sur le dénombrement ont porté sur des collections aussi grandes. Ce phénomène de repli a déjà été largement documenté par les travaux de Siegler [pour une synthèse, 24], principalement sur des tâches de résolution d'opérations. Nous avons également déjà observé des replis dans l'utilisation de stratégies de dénombrement chez des sujets « tout-venant » de 11 ans à l'âge adulte [11]. Cette forte utilisation de la stratégie proximale démontre que la tâche que nous leur avons proposée était relativement difficile au point que les participants ont dû se replier sur une stratégie plus élémentaire, et ceci bien que les enfants des deux groupes contrôles aient eu des performances satisfaisantes. Ce même phénomène de repli a pu être directement observé au cours du dénombrement d'une même collection, lorsque les participants, aussi bien les enfants que les adolescents IMC, changeaient de stratégie, abandonnant une stratégie linéaire (stratégie de haut niveau) pour utiliser la stratégie proximale. Ce résultat souligne l'intérêt d'examiner les stratégies utilisées et de ne pas se contenter d'une évaluation basée uniquement sur les

performances (taux de réussites et temps de réponse) des participants.

La principale différence constatée entre les adolescents et les groupes contrôles porte sur l'utilisation des stratégies périphérique et linéaire. Alors que les adolescents IMC avaient plus recours à la stratégie périphérique qu'à la linéaire, les deux groupes contrôles utilisaient tout autant ces deux stratégies. Bien que les groupes contrôles étaient appariés avec les adolescents sur l'âge de développement, les adolescents ne parvenaient que difficilement à utiliser la stratégie de plus haut niveau de développement. Il est à noter que l'utilisation de la stratégie linéaire marque plus qu'une simple évolution dans le développement des stratégies de pointage. En effet, son utilisation requiert que ce soit le sujet dénombrant qui impose une organisation à son pointage et non, comme c'est le cas dans les stratégies proximale ou périphérique, la forme de la collection qui dirige le parcours du sujet. La stratégie linéaire demande une véritable planification qui semble faire défaut à la plupart des adolescents IMC de cette étude.

Pour conclure, cette étude renforce les différents travaux montrant les difficultés des patients infirmes moteurs cérébraux dans les acquisitions numériques [1, 2, 4-6, 9, 20]. De plus, cette recherche est la première, à notre connaissance, à évaluer les stratégies de pointage utilisées par les adolescents IMC lors du dénombrement. Elle montre clairement que des difficultés de planification des parcours viennent s'ajouter aux difficultés d'exploration visuelle déjà connues chez les patients IMC. On ne peut toutefois pas totalement exclure que cette difficulté des adolescents IMC à planifier un parcours soit consécutive de leur trouble d'exploration. Cette hypothèse demande à être explorée. Cependant, comme le fait remarquer de Barbot et collaborateurs [6], ces difficultés d'analyse visuo-conceptuelle ont des causes multiples et enchevêtrées qui rendront leur étude d'autant plus délicate.

RÉFÉRENCES

- [1] ARP (S.), FAGARD (J.) : « Handicap visuo-manuel et comptage chez l'enfant IMC ancien prématuré », *Approche Neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 65, 2001, pp. 239-248.
- [2] BARDI (A.), LAQUIERE (C.), CAMOS (V.), FAYOL (M.), LACERT (P.) : « Dénombrement et handicap », in *Entretiens d'Orthophonie de Bichat*, Paris, Expansion scientifique française, 1997.
- [3] BECKWITH (M.), RESTLE (F.) : « Process of enumeration », *Psychological Review*, 73, 1966, pp. 437-444.
- [4] DE BARBOT (F.) : « La construction du nombre chez un groupe d'enfants IMC : étude longitudinale », in *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*, Paris, Masson, 2001.
- [5] DE BARBOT (F.), BERNARDEAU (C.), GAIE (B.), MAZEAU (M.) : « Dix ans après : évolution de neuf enfants infirmes moteurs cérébraux sur le plan scolaire, cognitif et psychoaffectif », *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, 48, 2000, pp. 204-213.
- [6] DE BARBOT (F.), MELJAC (C.), TRUSCELLI (D.), HENRI-AMAR (M.) : *Pour une meilleure intégration scolaire des enfants IMC. L'importance des premiers apprentissages en mathématiques*, Vanves, CTNERHI-MIRE, 1989.
- [7] CAMOS (V.) : « Le dénombrement : fondement des apprentissages arithmétiques », in *Entretiens d'orthophonie de Bichat*, Paris, Expansion scientifique française, 1999.

- [8] CAMOS (V.) : « Le dénombrement : une activité complexe à deux composantes », *Rééducation orthophonique*, 199, 1999, pp. 21-31.
- [9] CAMOS (V.) : « La quantification dans les populations déficientes », *Glossa*, 82, 2002, pp. 4-13.
- [10] CAMOS (V.) : « Coordination process in counting », *International Journal of Psychology*, 38, 2003, pp. 24-36.
- [11] CAMOS (V.) : « Counting strategies from 5 years to adulthood : Adaptation to structural features », *European Journal of Psychology of Education*, 18, 2003, pp. 251-265.
- [12] CAMOS (V.), BARROUILLET (P.), FAYOL (M.) : « Does the coordination of verbal and motor information explain the development of counting in children ? », *Journal of Experimental Child Psychology*, 78, 2001, pp. 240-262.
- [13] CAMOS (V.), FAYOL (M.), BARROUILLET (P.) : « Le dénombrement chez l'enfant : double tâche ou procédure ? », *L'Année psychologique*, 99, 1999, pp. 623-645.
- [14] CAMOS (V.), FAYOL (M.), LACERT (P.), BARDI (A.), LAQUIERE (C.) : « Le dénombrement chez des enfants dysphasiques et des enfants dyspraxiques », *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant*, 48, 1998, pp. 86-91.
- [15] FUSON (K.) : *Children's Counting and Concepts of Number*, New York, Springer-Verlag, 1988.
- [16] GELMAN (R.), GALLISTEL (C.) : *The Child's Understanding of Number*, Cambridge, Harvard University Press, 1978.
- [17] GRECO (P.) : « Quantité et quotité », in *Structures numériques élémentaires (Études d'épistémologie génétique, vol. XIII)*. Paris, Presses Universitaires de France, 1962.
- [18] HALFORD (G.) : *Children's Understanding : The Development of Mental Models*, Hillsdale, Laurence Erlbaum Associates, 1993.
- [19] KLAHR (D.), WALLACE (J.) : *Cognitive Development : An Information-Processing View*, Hillsdale, Laurence Erlbaum Associates, 1976.
- [20] LACERT (P.), GERARD (C.) : « Les troubles du calcul chez l'IMC », in *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*, Paris, Masson, 2001.
- [21] MAZEAU (M.) : *Déficit visuospatiaux et dyspraxies de l'enfant*, Paris, Masson, 1996.
- [22] POTTER (M.), LEVY (E.) : « Spatial enumeration without counting », *Child Development*, 39, 1968, pp. 265-272.
- [23] SHANNON (L.) : « Spatial strategies in the counting of young children », *Child Development*, 49, 1978, pp. 1212-1215.
- [24] SIEGLER (R.) : *Emerging Minds : The Process of Change in Children's Thinking*, Oxford, Oxford University Press, 1996.
- [25] TOWSE (J.), HITCH (G.) : Performance demands in the selection of objects for counting, *Journal of Experimental Child Psychology*, 61, 1996, 67-79.
- [26] *Échelle d'intelligence de Weschler pour enfants*, Paris, Éd. du Centre de psychologie appliquée, 1981.

Les performances des enfants dyslexiques dans le rappel de suites de chiffres

S. PAKZAD*, B. ROGÉ**

* Docteur en psychopathologie, docteur en neuropsychologie du langage, assistante scientifique au Centre d'études et de recherches en psychopathologie (CERPP) à l'université de Toulouse-le-Mirail, 7, boulevard de la Méditerranée, 31400 Toulouse. Email : spakzad@univ-tlse2.fr

** Professeur des Universités, directeur adjoint du CERPP, présidente d'ARAPI, professeur en psychologie à l'université de Toulouse-le-Mirail, 5, place du Maréchal-Niel, 31000 Toulouse. Email : roge@univ-tlse2.fr

RÉSUMÉ : *Les performances des enfants dyslexiques dans le rappel de suites de chiffres.*

Cette étude porte sur la mémoire auditivo-verbale à court terme chez les enfants dyslexiques. L'empan mnésique digital de ces derniers a été comparé à celui d'enfants non dyslexiques : les scores du test diffèrent significativement. Notre étude apporte des éléments nouveaux car elle met en évidence des difficultés de mémorisation pour le rappel des chiffres dans l'ordre chez les dyslexiques. Nous soulignons l'importance de l'ordre dans lequel est présenté le matériel cognitif.

Mots clés : Dyslexie — Mémoire auditivo-verbale à court terme — Enfant — Ordre.

SUMMARY : *Dyslexic children's capacities in the recall of numbers in order.*

In this study, dyslexic children's auditive-verbal short-term memory has been tested. Differences between dyslexics and non dyslexics are clearly seen through the scores obtained. Our innovating study demonstrates the difficulties for dyslexics to recall numbers in order in short-term memory. It highlights how important is the order in the presentation of cognitive materials for these children in rehabilitation sessions.

Key words : Dyslexia — Auditive-verbal short-term memory — Child — Order.

RESUMEN : *Las capacidades de los niños disléxicos en el recordamiento de unas series de cifras.*

Este análisis estudia la memoria auditivo-verbal a corto plazo de los niños disléxicos. La capacidad mnésica digital de éstos se comparó con la de los niños no disléxicos : las marcas de las pruebas varían de manera significativa. Nuestro estudio contribuye a la introducción de nuevos elementos al poner en relieve las dificultades de los niños disléxicos para memorizar unas series ordenadas de cifras. Queremos también subrayar la importancia del orden en el cual está presentado el material cognitivo.

Palabras clave : Dislexia — Memoria auditivo-verbal a corto plazo — Niño — Orden.

INTRODUCTION

Baddeley [1] nous décrit l'organisation de la mémoire en mettant l'accent sur une distinction importante entre la mémoire à long terme et la mémoire de travail. La mémoire à court terme serait pour lui une composante de cette dernière.

Il distingue trois sous-systèmes dans la mémoire de travail : un administrateur central, la boucle phonologique et le calepin visuo-spatial. L'administrateur central est un système de contrôle de l'attention qui supervise et coordonne l'information en provenance des autres auxiliaires. La boucle phonologique (ou boucle articulatoire) est considérée par Baddeley comme responsable de la mani-

pulation des informations provenant du langage. Elle a deux composantes : un stock phonologique bref qui implique une trace mnésique pendant une durée d'environ deux secondes et qui est capable de contenir les informations provenant du langage. Ce dernier est couplé à une deuxième composante : un processus de contrôle articulatoire reposant sur le langage intérieur. Le calepin visuo-spatial, quant à lui, stocke de faibles quantités d'informations visuelles et/ou spatiales. Il comprend un stock à court terme et des processus de contrôle responsables de l'enregistrement de l'information visuo-spatiale ainsi que de son rafraîchissement par répétition. Quant à la mémoire à long terme, Baddeley la définit comme une mémoire finalisée, opérationnelle, c'est une mémoire de traitement.

Pour Michel Habib [5], un des traits caractéristiques de la dyslexie serait le trouble de la mémoire à court terme. Ce trouble, selon lui, peut résulter soit d'un déficit attentionnel global, soit de l'altération de l'une des deux composantes théoriques de la « boucle phonologique » (Baddeley [1]) à savoir le stock phonologique (lieu du maintien provisoire des traces sonores), ou le processus de contrôle articulatoire (par lequel le sujet va se répéter mentalement le matériel à retenir). En effet, il est très fréquent de constater que les dyslexiques ne peuvent répéter une série de chiffres ou de syllabes au-delà de quatre à cinq items.

Il s'agit d'une déficience de la mémoire à court terme et plus particulièrement de celle de la mémoire auditivo-verbale à court terme (MAVCT).

Cette dernière concerne le temps très bref pendant lequel l'attention est maintenue sur une information juste après que le sujet l'ait identifiée de façon auditive. Cette forme de mémoire conserve des informations le temps nécessaire à leur exploitation. La récupération des informations y est très rapide mais la persistance est limitée à une minute environ. Pour la conserver au-delà, il faut la rafraîchir. C'est le processus de l'autorépétition ou de « boucle phonologique » (Baddeley [2]).

Les capacités de la mémoire auditivo-verbale à court terme (MAVCT) sont testées par des tâches de rappel d'un matériel présenté oralement dans un ordre aléatoire, généralement des chiffres ou des lettres, que le sujet doit restituer immédiatement, dans l'ordre où ils ont été fournis. Le nombre d'éléments correctement restitués constitue l'empan mnésique du sujet, digital s'il s'agit de chiffres, verbal s'il s'agit de mots.

Différentes recherches ont déjà mis en évidence l'altération de la MAVCT chez les enfants dyslexiques (Jorm [6 et 7], Snowling *et al.* [12], Baddeley [1 et 2], Boujon et Quaireau [3], Roulin *et al.* [10], Pakzad [8], Plaza *et al.* [9], Griffiths et Snowling [4] entre autres). La présente étude sur la MAVCT porte sur la composante empan digital.

À notre connaissance, peu de travaux de recherches se sont fixé comme objectif de savoir si l'ordre de présentation du matériel cognitif jouait un rôle dans le déficit de la MAVCT chez les dyslexiques.

Ainsi, il nous a semblé utile de tester la MAVCT chez les dyslexiques pour comparer leur capacité à restituer dans l'ordre les informations enregistrées et celle à les restituer de façon aléatoire par rapport aux enfants non dyslexiques. La question posée met en jeu la notion d'« ordre séquentiel ». L'hypothèse avancée est celle d'une meilleure mémorisation des chiffres dans un ordre aléatoire chez les dyslexiques. Le déficit de la MAVCT chez les dyslexiques s'accroît lorsqu'il s'agit de traiter des informations présentées dans un ordre imposé. En effet, le rappel des chiffres dans un ordre déterminé demande un double travail : mémoriser l'information et mémoriser l'ordre des éléments. Cette contrainte devrait peser sur un enfant dyslexique davantage que sur un enfant non dyslexique.

POPULATION

Nous avons testé 96 enfants (47 garçons et 49 filles) répartis en trois groupes âgés de 7 à 10 ans (moyenne d'âge de 8,48). Ces groupes sont composés de 33 enfants dyslexiques, 31 enfants en difficulté scolaire et 32 enfants de bon niveau

scolaire. Pour appairer les enfants, nous nous sommes servi du critère de l'âge et du niveau scolaire uniquement.

Ces catégorisations ont été établies par les orthophonistes pour les dyslexiques à partir de leur bilan d'orthophonie et du résultat d'un test de lecture (test d'Alouette) et par les instituteurs pour les non dyslexiques. En effet, de concert avec les professeurs, les tests ayant été passés courant mai-juin, les résultats obtenus par les élèves au cours des deux premiers trimestres nous ont servi de base pour déterminer le seuil à partir duquel on devait considérer qu'un enfant est de bon niveau ou pas¹.

Tous les enfants non dyslexiques ont été « recrutés » dans une école primaire du centre de Toulouse. Les enfants dyslexiques, quant à eux, ont été choisis parmi ceux fréquentant les cabinets d'orthophonie de la même ville.

En outre, nous avons éliminé tous les enfants présentant des troubles mentaux caractérisés (trisomiques ou attardés mentaux) ainsi que les enfants ayant redoublé.

La séance de passation des tests pour les enfants dyslexiques s'est déroulée au cabinet même de leur orthophoniste. Quant aux enfants non dyslexiques, les passations ont eu lieu à l'école dans la propre classe de l'enfant.

Le déroulement de l'expérimentation était enregistré sur une bande magnétique par nos soins. Un temps d'une semaine séparait chaque intervention pour éviter l'effet d'apprentissage.

MÉTHODE

Les enfants ont participé à cette épreuve cognitive dans trois versions équivalentes. Notre test est constitué d'une liste de chiffres regroupés de façon aléatoire en pyramide (cf. annexe). Il était demandé à l'enfant de répéter chaque groupe de chiffres évoqué par l'adulte dans le même ordre donné.

Nous avons effectué la cotation de deux façons différentes.

– Dans un premier temps, nous n'avons comptabilisé que les chiffres donnés par l'enfant dans l'ordre exact de la formulation (exemple : pour 8-5-1-3, si l'enfant répond 8-5-3-1, il comptabilise $1 + 0 = 1$).

– Dans un second temps, nous avons comptabilisé tous les chiffres donnés par l'enfant, qu'ils soient donnés dans l'ordre ou dans le désordre, ainsi, pour 8-5-1-3, si l'enfant répond : 3-5-1-8, il comptabilise $1 + 1 + 1 + 1 = 4$.

RÉSULTATS

Étant donné que pour cette étude le test de normalité est non significatif ($p > 0,05$, Kolmogorov-Smirnov), nous avons utilisé les tests non paramétriques. Ainsi, le test de Khi-deux nous a servi pour une comparaison des résultats globaux des trois groupes et le test de Mann-Whitney pour une comparaison des groupes (deux à deux).

1. Le choix des enfants non dyslexiques ayant des difficultés scolaires a fait l'objet de notre part d'une attention particulière. En effet, pour éviter tout recouvrement avec le groupe des dyslexiques, nous avons apporté une attention particulière aux origines des difficultés scolaires de ces enfants. Nous nous sommes assurées que leurs troubles scolaires n'avaient rien à voir de près ou de loin avec un trouble dyslexique. En effet, ils ont souvent des difficultés en mathématique, en dictée ou ont des problèmes de concentration.

Dans un premier temps, nous avons étudié l'effet du niveau de compétence des enfants (bon niveau, en difficulté et dyslexiques) sur leur performance au niveau de la MAVCT en comparant les résultats globaux de ces enfants par un test de Khi-deux. Nous avons remarqué que les trois groupes se différençaient de façon significative ($p < 0,001$). Ainsi, les dyslexiques ont une performance très inférieure aux enfants de bon niveau et aux enfants en difficulté scolaire (*tableau 1*).

La comparaison des résultats de la MAVCT pour le rappel des chiffres, quel que soit l'ordre, montre qu'il existe

aussi une différence significative entre les trois groupes ($p < 0,001$). Ceci se traduit par un faible score des dyslexiques par rapport aux enfants de bon niveau et par rapport aux enfants en difficulté scolaire (*tableau 1*).

La comparaison des résultats de la MAVCT, pour les nombres de chiffres rappelés dans l'ordre, montre également une différence significative entre les trois groupes ($p < 0,001$). Elle met en évidence une faible performance des dyslexiques par rapport aux enfants de bon niveau et par rapport à ceux qui ont des difficultés scolaires (*tableau 1*).

Tableau 1. Comparaison des résultats globaux des trois groupes d'enfants (Khi-deux)

Type de comparaison de la mémoire à court terme	Bon niveau Moyenne et écart type	En difficulté Moyenne et écart type	Dyslexiques Moyenne et écart type	p
MCT : résultats globaux	150 ± 21,48	132,26 ± 25,12	124,06 ± 19,38	$p < 0,001$
MCT : rappel des chiffres dans l'ordre	64,97 ± 13,29	55,65 ± 13,96	49,48 ± 10,73	$p < 0,001$
MCT : rappel des chiffres dans un ordre aléatoire	85,03 ± 10,09	76,61 ± 12,52	74,58 ± 10,46	$p < 0,001$

Dans un deuxième temps, nous avons étudié plus en détail le score moyen pour chaque groupe d'enfants (bon niveau, en difficulté, dyslexiques) par rapport à chaque type de réponse donné (répétition des chiffres dans l'ordre ou dans

un ordre aléatoire), pour chaque stimulus (chaque série de chiffres), *tableau 2*. Pour ce faire, nous avons utilisé le test de Mann-Whitney.

Tableau 2. Comparaison de différents scores à chaque série de chiffres pour des rappels dans l'ordre ou désordre pour les trois groupes

Stimuli	Type de réponse	Bon niveau	En difficulté	Dyslexique
NME1	ordre aléatoire	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0
NMO1	dans l'ordre	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0
NME2	ordre aléatoire	3 ± 0	3 ± 0	2,9 ± 0,52
NMO2	dans l'ordre	3 ± 0	3 ± 0	2,9 ± 0,52
NME3	ordre aléatoire	3,96 ± 0,17	3,96 ± 0,17	3,90 ± 0,29
NMO3	dans l'ordre	3,90 ± 0,39	3,83 ± 0,52	3,57 ± 0,93
NME4	ordre aléatoire	4,32 ± 1,37	3,77 ± 1,62	3,63 ± 1,41
NMO4	dans l'ordre	3,56 ± 1,93	2,45 ± 2,29	2,42 ± 2,04
NME5	ordre aléatoire	4,84 ± 1,52	3,87 ± 2,01	3,75 ± 2,10
NMO5	dans l'ordre	3,06 ± 2,38	2,45 ± 2,14	2 ± 1,90
NME6	ordre aléatoire	5,40 ± 1,49	4,45 ± 2,07	4,35 ± 2,37
NMO6	dans l'ordre	3,81 ± 2,41	3,43 ± 2,56	2,30 ± 1,89
NME7	ordre aléatoire	5,29 ± 2,42	5,18 ± 2,38	4,06 ± 2,26
NMO7	dans l'ordre	3,61 ± 2,87	3,43 ± 2,83	1,66 ± 1,67

NME = nombre de chiffres répétés dans un ordre aléatoire.

NMO = nombre de chiffres répétés dans l'ordre.

Les chiffres accompagnant ces initiales indiquent les séries de chiffres dans le test.

Nous avons remarqué que le score moyen des enfants de bon niveau se différencie de façon significative de celui des enfants dyslexiques, mettant en évidence des scores plus élevés pour les enfants de bon niveau pour des séries de chiffres répétés sans tenir compte de leur ordre concernant les stimuli :

- à cinq chiffres ($U = 333$, $z = -2,615$, $p < 0,01$) ;
- à six chiffres ($U = 350$, $z = -2,423$, $p < 0,05$) ;
- à sept chiffres ($U = 382$, $z = -1,972$, $p < 0,05$) ;
- et à huit chiffres ($U = 368$, $z = -2,130$, $p < 0,05$) ;

et pour des séries de chiffres répétés *dans l'ordre* concernant ceux qui sont :

- à cinq chiffres ($U = 368,5$, $z = -2,196$, $p < 0,05$) ;
- à six chiffres ($U = 392,5$, $z = -1,806$, $p < 0,05$) ;
- à sept chiffres ($U = 336$, $z = -2,554$, $p < 0,05$) ;
- et à huit chiffres ($U = 347$, $z = -2,416$, $p < 0,05$).

Par ailleurs, la comparaison des résultats des dyslexiques par rapport aux enfants en difficulté scolaire nous montre une différence significative entre les deux groupes pour la

répétition des chiffres dans l'ordre pour les séries à sept chiffres ($U = 374,5$, $z = -1,680$, $p < 0,05$) et à huit chiffres ($U = 314,5$, $z = -2,688$, $p < 0,01$) et uniquement pour la série de huit chiffres ($U = 345,5$, $z = -2,252$, $p < 0,05$) dans le cas d'une répétition dans un ordre aléatoire. Il en découle que les enfants en difficulté scolaire se démarquent des dyslexiques en obtenant un score plus élevé qu'eux pour ces stimuli (tableau 2).

Quant aux comparaisons des résultats des enfants de bon niveau par rapport à ceux ayant des difficultés scolaires, nous remarquons qu'ils se différencient pour la répétition des chiffres sans tenir compte de leur ordre pour les séries à cinq chiffres ($U = 370$, $z = -1,761$, $p < 0,05$) et à six chiffres ($U = 335$, $z = -2,313$, $p < 0,05$) et lorsqu'il s'agit de répéter ces chiffres dans l'ordre pour la série à cinq chiffres ($U = 366$, $z = -1,915$, $p < 0,05$) uniquement. Le tableau 2 illustre bien la nette performance des enfants de bon niveau pour ces stimuli.

DISCUSSION

D'après nos recherches bibliographiques, nous n'avons trouvé aucune étude comparative de ce type. En effet, notre étude est probablement la première à utiliser une démarche différenciée (comparaison des performances dans le rappel des chiffres dans un ordre donné et dans un ordre aléatoire).

Notre étude confirme une fois de plus les difficultés des enfants dyslexiques dans la MAVCT. Par ailleurs, elle démontre que le facteur « ordre » peut être un élément perturbateur pour l'ensemble des trois groupes, cependant son impact est particulièrement prononcé chez les dyslexiques. L'écart entre les performances des dyslexiques et des non dyslexiques devient de plus en plus important à mesure que l'ordre des chiffres à retenir augmente.

Cet écart devient particulièrement prononcé pour les séries à 7 et à 8 chiffres entre les enfants dyslexiques et ceux avec des difficultés. Notre hypothèse est donc confirmée. L'ordre occupe une place prépondérante dans les difficultés des dyslexiques.

Ceci nous conduit à insister sur le fait que le facteur ordre doit impérativement être pris en compte dans toute rééducation concernant les dyslexiques. L'ordre dans la restitution de l'information, nous l'avons vu, ne fait qu'accroître la difficulté là où le besoin ne s'en fait pas sentir nécessairement. Si nous voulons que l'enfant connaisse toutes les conjonctions de coordination, il n'a nul besoin que ce soit dans l'ordre : « Mais où et donc or ni car » et il serait bon d'en être conscient dans la fabrication de matériels de rééducation et d'apprentissage en les adaptant aux besoins et aux difficultés des enfants dyslexiques.

CONCLUSION

La performance générale des enfants dyslexiques dans notre test est nettement inférieure à celle des non dyslexiques. Ce qui pourrait signifier que les déficits de la mémoire auditivo-verbale à court terme peuvent être un des éléments majeurs des troubles dyslexiques (Jorm [6 et 7], Snowling *et al.* [12]).

Cette étude confirme donc le déficit de la MAVCT chez les dyslexiques en mettant en évidence l'importance du

facteur ordre. Une étude à long terme est nécessaire pour mettre en évidence les critères de choix d'un ordre donné que les dyslexiques privilégient par rapport à l'ordre demandé. Il serait à titre d'exemple hautement profitable d'éliminer le facteur ordre dans les tests où ce dernier est accessoire voire inutile (mémorisation dans l'ordre d'ensembles de données : mémorisation des mots en « al » ne faisant pas leur pluriel en « aux », festival, carnaval, etc.).

ANNEXE

Les tests de mémoire proposés aux enfants

Demandez à l'enfant de répéter, après vous, chaque série de chiffres. N'observez aucune pause ou rythme particuliers. Ne lui montrez pas les chiffres.

– 1^{ère} semaine

5-4 | 3-2-1 | 6-8-9-4 | 9-7-4-3-5 | 3-6-8-7-4-1 | 4-9-5-3-1-7-8 | 1-5-7-2-3-6-4-9

– 2^e semaine

2-1 | 3-5-4 | 8-1-5-3 | 7-9-6-4-2 | 5-9-4-3-1-8 | 1-6-8-7-4-5-3 | 9-6-2-1-4-3-7-5

– 3^e semaine

6-3 | 4-7-9 | 5-1-2-8 | 3-6-9-5-1 | 7-5-6-4-2-9 | 3-8-1-2-4-9-7 | 8-5-9-6-4-7-2-3

RÉFÉRENCES

- [1] BADDELEY (A. D.) : *Working memory*, Oxford, Oxford University Press, 1986.
- [2] BADDELEY (A. D.) : *La Mémoire humaine : théorie et pratique*, Grenoble, Presses Universitaires de Grenoble, traduction de l'anglais sous la direction de Solange Hollard, 1993.
- [3] BOUJON (C.), QUAIREAU (C.) : *Attention et réussite scolaire*, Paris, Dunod, 1997.
- [4] GRIFFITHS (Y. M.), SNOWLING (M. J.) : « Predictors of exception word and non word reading in dyslexic children : The severity hypothesis », *Journal of Educational Psychology*, 94, 2002, pp. 34-43.
- [5] HABIB (M.) : *Dyslexie : le cerveau singulier*, Marseille, Solal, 1997.
- [6] JORM (A. F.) : « Specific reading retardation and working memory », *British journal of psychology*, 74, 1983, pp. 311-342.
- [7] JORM (A. F.) : « The cognitive and neurological basis of developmental dyslexia : A theoretical framework and review », *Cognition*, 7, 1979, pp. 19-32.
- [8] PAKZAD (S.) : *La dyslexie développementale et l'influence des interlocuteurs*, Université de Toulouse-le Mirail, Thèse de doctorat, Toulouse, 2001.
- [9] PLAZA (M.), COHEN (H.), CHEVRIE-MULLER (C.) : « Oral language deficits in dyslexic children : Weaknesses in working memory and verbal planning », *Brain and Cognition*, 48, 2-3, 2002, pp. 505-512.
- [10] ROULIN (J. L.), BONNET (C.), CAMUS (J. F.), CRADDOCK (P.), GAONAC'H (D.), GUERRIEN (A.), NICOLAS (S.), PASSERAULT (J. M.), RIPOLL (T.) : *Psychologie cognitive*, Paris, Bréal, coll. « Grand Amphi Psychologie cognitive », 1998.
- [11] ROULIN (J. L.), MONNIER (C.) : « La mémoire de travail », in F. Eustache, B. Lechevalier et F. Viader, *La Mémoire : neuropsychologie clinique et modèles cognitifs*, Bruxelles, De Boeck Université, 1996.
- [12] SNOWLING (M.), STACKHOUSE (J.), RACK (J.) : « Phonological dyslexia and dysgraphia : A developmental analysis », *Cognitive Neuropsychology*, 3, 1986, pp. 309-339.

Recherche: Autisme

Une anomalie dans la réponse cérébrale à la perception de la voix humaine dans l'autisme

Une étude menée au sein de l'équipe mixte Inserm-CEA « Imagerie Cérébrale en Psychiatrie » au Service Hospitalier Frédéric Joliot¹ révèle une incapacité des autistes à activer les aires cérébrales spécifiques de la reconnaissance de la voix humaine. Ces résultats étayaient l'hypothèse selon laquelle les difficultés des autistes seraient liées à un déficit de la perception des stimuli sociaux. Le détail de cette étude est publié dans le numéro d'août de la revue *Nature Neuroscience*.

1. En collaboration avec le Centre de Recherche en Neuropsychologie et Cognition (CERNEC) et l'Université de Montréal.

La voix humaine est riche en informations verbales mais aussi non verbales : elle constitue un véritable « visage auditif » que nous savons interpréter. Nos capacités à percevoir ces informations vocales jouent un rôle crucial dans nos interactions sociales. De plus, une équipe de chercheurs a mis en évidence, par l'imagerie cérébrale fonctionnelle, que la perception vocale implique des régions corticales spécifiques appelées « aires de la voix », situées chez la plupart des individus le long du sillon temporal supérieur.

L'autisme est une pathologie sévère du développement de l'enfant qui se caractérise par des difficultés dans les interactions sociales. Des études comportementales ont permis d'observer également un déficit dans la perception de la voix humaine. Afin de préciser les bases cérébrales de cette pathologie, les chercheurs de l'équipe mixte Inserm-Cea ont étudié par imagerie fonctionnelle (IRM fonctionnelle) comment le cerveau des sujets autistes adultes perçoit la voix humaine par rapport à d'autres sons. Pour cela, l'activité cérébrale de cinq adultes atteints d'autisme et de huit volontaires sains a été enregistrée alors qu'ils écoutaient des séquences de sons alternant la voix humaine (parole, cri, rire, pleur, chant) et d'autres types de sons

non vocaux (animaux, cloches, instruments de musique, voitures, etc.).

Les résultats obtenus révèlent chez les autistes une absence d'activation de l'aire spécifique de la perception de la voix (« aire de la voix »). Chez ces sujets, les aires cérébrales activées sont exactement les mêmes, qu'il s'agisse de voix humaines ou de sons non vocaux. Aucune activation cérébrale spécifique d'une reconnaissance de la voix humaine n'a pu être mise en évidence. Par ailleurs, à la question « qu'avez-vous entendu pendant l'examen ? », les autistes ne rapportent que 8,5 % de sons vocaux contre 51,2 % pour les témoins, confirmant leur faible capacité à reconnaître des voix humaines.

De précédentes études dans le domaine visuel en IRM fonctionnelle avaient déjà révélé chez les autistes une absence d'activation de l'aire spécialisée dans le traitement des visages. Cette étude sur la voix, stimulus auditif riche en informations sur l'identité et l'état émotionnel de l'interlocuteur, met cette fois en évidence un trouble de la perception sociale dans le domaine auditif.

Ces anomalies du traitement de la voix et des visages suggèrent que les difficultés des autistes à comprendre l'état émotionnel d'autrui et à interagir avec lui pourraient être liées à un déficit de la perception des stimuli sociaux. Ces résultats en imagerie fonctionnelle apportent de nouvelles perspectives pour comprendre les perturbations des interactions sociales dans l'autisme. Enfin, la mise en évidence de ces déficits perceptifs pourrait permettre l'élaboration de stratégies de rééducation visant à induire un traitement spécifique des informations vocales et faciales, traitement qui semble ne pas s'être développé spontanément chez l'autiste.

Ce travail a été financé par la Fondation de France et Fondation France-Télécom (mécénat autisme)

Source : « **Abnormal Cortical Voice Processing in Autism** »

Hélène Gervais¹, Pascal Belin^{2,3}, Nathalie Boddaert^{1,4}, Marion Leboyer⁵, Arnaud Coez¹, Ignacio Sfaello¹, Catherine Barthélémy⁶, Francis Brunelle^{1,4}, Yves Samsen^{1,7} and Monica Zilbovicius¹

1. ERM 0205, Inserm-CEA, DRM, DSV, Service Hospitalier Frédéric Joliot, Orsay.

2. Centre de Recherche en Neuropsychologie et Cognition (CERNEC), Université de Montréal.

3. Centre de Recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal.

4. Service de Radiologie Pédiatrique, Hôpital Necker Enfants Malades, Paris.

5. Service de Psychiatrie, Hôpital Henri-Mondor, Créteil.

6. Inserm - Unité 619, CHU Bretonneau, Tours.

7. Service des Urgences Cérébrovasculaires, Groupe Hospitalier Pitié-Salpêtrière, Paris.

Nature Neuroscience, vol. 7, no 8, p. 801-802, août 2004

Contact chercheur :

Monica Zilbovicius
ERM 205 Inserm/CEA - Orsay
« Imagerie cérébrale en psychiatrie ».

Tél. : 01 69 86 78 90

Port. : 06 60 83 43 39

Mail : zilbo@shfj.cea.fr

Notes de lecture

L'Enfant et le langage : une approche dynamique et développementale, par Jérémie Sauvage, L'Harmattan, Paris, 2003.

Le développement du langage est un thème qui continue à susciter de nombreuses questions, tant parmi le grand public que parmi les chercheurs en (psycho)linguistique. D'où vient la capacité du nouveau-né (voire du fœtus) à traiter les sons de la parole ? Et celle du bébé à comprendre des mots dès la seconde partie de la 1^{re} année et à les produire quelques mois plus tard ? À les combiner entre eux au cours de la seconde année ? Et à disposer d'une grammaire très proche de celle de l'adulte vers 4 ans ? Au gré des courants théoriques et des modes, les scientifiques ont proposé toutes sortes d'explications, d'inspiration très « nativiste » (innéiste) et biologisante pour les unes, très empiriste et sociologisante pour les autres. Même s'il apparaît actuellement qu'aucune approche située à l'extrême d'une de ces positions n'est en mesure de fournir des explications satisfaisantes à ces phénomènes, il existe encore de grandes divergences entre chercheurs quant au poids des facteurs biologiques, cognitifs et sociaux dans le développement du langage.

C'est dans ce contexte que s'inscrit l'ouvrage de Sauvage,

qui y présente une vision résolument sociolinguistique du langage et de son développement. Les quatorze chapitres de l'ouvrage sont divisés en trois parties, portant respectivement sur la variabilité dans le développement langagier précoce, sur les relations entre le langage et la pensée, partie étant décrite comme étant moins accessible au néophyte, et enfin sur la socialisation langagière.

A la lecture du livre toutefois, on ne retrouve pas véritablement cette structure, ni de fil conducteur très clair entre les chapitres, par ailleurs très hétérogènes. On ne trouve pas non plus de présentation d'un état actualisé de la question, l'essentiel des références se rapportant à Vygotski, Piaget ou Bruner, laissant ainsi dans l'ombre des pans entiers de littérature en (psycho)linguistique développementale. Par conséquent, il s'agit d'un ouvrage dans lequel l'auteur nous livre ses réflexions sur divers aspects du langage de l'enfant, sur ses rapports à la communication, à la pensée, à la famille et à la société plutôt que d'un ouvrage didactique sur le développement de la parole et du langage.

Pascal Zesiger

La Nouvelle Revue de l'AIS, Adaptation et intégration scolaires, Éditions du CNEFEI, n° 24, 4^e trimestre 2003.

Décrochage scolaire et déscolarisation

On lira avec beaucoup d'intérêt ce numéro de la revue du Centre national d'études et de formation pour l'enfance inadaptée (Cnefei) de Suresnes consacré à la pluralité d'approches et de perspectives du phénomène de décrochage ou d'abandon scolaire qui touche aujourd'hui la plupart des pays européens.

La Nouvelle Revue de l'AIS (on ne peut éviter de se poser la question du choix de ce titre administratif et peu séduisant) fait suite aux Cahiers de Beaumont et s'adresse depuis six ans préférentiellement à un public de pédagogues et d'enseignants spécialisés concernés par les problèmes d'apprentissage, d'adaptation et d'intégration scolaires. Appuyée sur un comité scientifique de renom, la revue trimestrielle traite d'un thème conceptuel ou d'actualité majoritairement puisé dans le champ des sciences de l'éducation.

Le présent numéro, à travers une quinzaine d'articles, présente une

approche conceptuelle, sociologique, analytique et pédagogique du processus de déscolarisation nécessairement « multifactoriel, dont la source est à rechercher du côté des interactions entre l'élève et son environnement scolaire, familial et social » comme le précise d'entrée le rédacteur en chef Hervé Benoît. Si les enfants « décrocheurs » ont été jusqu'à présent désignés par leurs conduites en termes descriptifs et normatifs, les études et les analyses tentent aujourd'hui de trouver les indices et les raisons de l'absentéisme et du décrochage tout en insistant sur la complexité du phénomène. L'indispensable cadrage théorique (qui met en évidence encore actuellement l'absence de définition claire et rigoureuse du phénomène) reste le souci premier de la plupart des auteurs qui conviennent par ailleurs qu'il n'y a pas de catégorie spécifique d'élèves décrocheurs.

Deux contributions (Université de Barcelone – Espagne, et Université de Norwich – Grande-Bretagne) introduisent d'emblée le caractère européen, voire international de la question, insistant toutes deux sur le lent et complexe processus d'auto-exclusion scolaire. J. Oakley, de l'Université de Norwich, présente une réflexion sur les élèves « décrocheurs silencieux » qui se rendent en cours dans le seul but d'être présents (appelés *RHINOs*, habile et amusante contraction de *Really Here In Name Only*), et dont le décrochage invisible et l'ennui dans les cours éclaire judicieusement la problématique de l'abandon.

Les difficultés d'apprentissage sont les premières

Les textes d'Elisabeth Bautier, qui coordonne le numéro, et de Stéphane Bonnéry (tous deux de l'Equipe Escol de l'Université Paris-VIII) condensent à eux seuls l'essentiel des interrogations sociologiques, institutionnelles et pédagogiques et, dans ces perspectives, éclairent les génèses et les logiques de la déscolarisation. On retiendra surtout qu'il n'y a pas une population spécifique de décrocheurs, que ce sont « d'abord des élèves en difficultés sociales avec l'école, difficultés qui, dès la maternelle parfois, construisent des difficultés scolaires et d'apprentissage » ou encore que les difficultés d'apprentissage initiales, toujours présentes, se sont organisées en échec durable (redoublements multiples par exemple). Les effets de cumul dans les registres cognitif, affectif,

familial, social, relationnel... témoignent du caractère multifactoriel du processus de décrochage scolaire et de sa construction dynamique. Si ces points de vue traitent plus du phénomène (sociologie) que des personnes (psychologie), ils entendent néanmoins faire part de la diversité des modèles d'analyse dans ce qui nous apparaît être un véritable esprit de synthèse.

On sera sensible aux apports plus originaux qui s'écartent des idées dominantes ou générales et s'intéressent aux démarches cognitives de ces enfants. Car si les difficultés d'apprentissage chez les élèves décrocheurs ou potentiellement décrocheurs sont, de l'avis de ces spécialistes, précoces et initiales et constituent des signes annonciateurs de situations à risque, la connaissance de leur construction et de leurs particularités pourrait aider aux démarches de repérage et à la mise en place d'interventions préventives. Même, comme le rappelle en sociologue Elisabeth Bautier, « si problèmes familiaux et scolaires il y a, ceux-ci ne doivent pas être coupés des contextes sociaux spécifiques dans lesquels ils émergent », et si « un élève vit socialement et subjectivement des situations socialement et historiquement construites ».

En cela, l'analyse critique de Stéphane Bonnéry est novatrice : l'école ne transmettant pas aux enfants explicitement tout ce qui est nécessaire pour pouvoir y apprendre et se construire en élève, elle les empêche de s'approprier ses évidences socialement situées. En d'autres termes, les implicites culturels et cognitifs de l'école qui présuppose des compétences et leur fonctionnement chez tous les élèves, en excluent d'emblée une partie d'entre eux des activités d'apprentissage. L'auteur appelle *malentendus sociocognitifs* ce qu'entretient de fait l'école primaire en accompagnant ces enfants (et en les protégeant des difficultés cognitives par une évaluation presque uniquement formative, contribuant ainsi à l'amplification des malentendus sur le sens des activités scolaires) sans s'assurer qu'ils aient mis en place de réelles démarches cognitives généralisables et transférables. « Les enfants et adolescents suivis (dans l'étude, ndr) ne se sont pas construits en tant qu'élèves au sens où ils ne mobilisent pas des activités cognitives spécifiquement scolaires, en rupture avec les façons de faire de l'enfant de milieux populaires » écrit-il très justement, montrant par ailleurs comment le col-

lège, qui protège moins que l'école primaire les enfants en échec, devient alors le révélateur des difficultés de raisonnement et de généralisation et de l'absence de procédures cognitives. Avant d'être visible et manifeste, le décrochage scolaire se développe chez ces élèves « de l'intérieur », silencieusement, le renoncement à comprendre et à satisfaire aux exigences contradictoires et vécues comme injustes de l'école les poussant ainsi à la rupture.

On fera part de quelques limites à ce travail qui touchent surtout à l'échantillon de recherche (les enfants retenus comme potentiellement décrocheurs sont tous issus de l'immigration, souvent même primo-arrivants, avec les spécificités socioculturelles qu'elle entraîne) et au fait que ce qui est désigné comme malentendu cognitif ne s'appuie pas sur une réelle analyse cognitive, celle entre autres qui approfondit le développement et le fonctionnement cognitif et intellectuel des enfants. On soufflera aussi amicalement à Stéphane Bonnéry que ce qu'il appelle « verdict » de déficience intellectuelle (indicateur d'exclusion dans les études d'enfants décrocheurs) est plus qu'un simple état du niveau de l'intelligence. La seule mention d'un QI étant aujourd'hui largement insuffisante pour justifier de l'organisation cognitive et intellectuelle d'un sujet, les psychologues s'attachent à faire avant tout une analyse dynamique du fonctionnement intellectuel et un *diagnostic* cognitif.

Cette observation pourrait être le point de départ d'un travail vers une meilleure compréhension psychologique des élèves en cours de décrochage : puisque difficultés d'apprentissage il y a systématiquement au départ du phénomène d'abandon scolaire, quelles en sont la ou les natures, les points forts et les points faibles, les réels dysfonctionnements, les éventuels troubles cognitifs associés ? Voilà qui permettrait un judicieux rapprochement, même sous la forme d'une confrontation, entre les approches psychologique, neuropsychologique, sociocognitive et pédagogique.

Interventions et actions pédagogiques

C'est justement d'actions pédagogiques et d'interventions dont traitent bon nombre d'articles suivants dans ce numéro. Les travaux d'équipe, les groupes de réflexion associant divers partenaires (travailleurs sociaux, enseignants, responsables pé-

dagogiques et administratifs, associations...), les dispositifs comme les classes relais, mobilisent les professionnels des domaines de l'éducation, de la justice et même de la santé dont de nombreux auteurs témoignent ici.

Les divers articles sont l'occasion de recenser presque exhaustivement une large bibliographie, des sites internet d'information, des références de textes officiels qui font de ce numéro thématique un précieux outil de travail.

Une mention particulière peut revenir au remarquable article d'Élisabeth Martin, professeur de sciences de la vie et de la terre en classe relais, qui met l'accent sur le péril identitaire de ces jeunes et de l'opposition qu'il vivent entre « ce qu'ils sont et ce que les autres veulent qu'ils deviennent ». L'occasion pour elle de rappeler les fragiles assises narcissiques et l'absence de sentiment de sécurité intérieure de ces jeunes en rupture, qui les conduit à un désir de maîtrise de l'environnement dont le refus de l'école n'est qu'une des manifestations.

Ensuite à celui de Dominique Barataud (Cnefei) qui s'interroge sur la mise à disposition « des outils pour penser le monde » permettant aux jeunes en situation de rupture de renouer avec une dynamique d'apprentissage.

Hors dossier, on retiendra l'article clinique de Raymond Fourasté et coll., *La phobie scolaire : entité clinique ou syndrome d'inadaptation ?* qui trouve assez logiquement ici sa place. On y lit une synthèse des travaux cliniques et psychopathologiques sur la question, et la présentation des deux tendances théorico-cliniques : l'anglo-saxonne, qui considère la phobie scolaire comme un phénomène névrotique en lien avec l'angoisse de séparation, et la francophone qui l'établit en entité clinique pathologique (expression symptomatique de pathologies sous-jacentes). L'invitation à différencier la phobie scolaire du refus de l'école évite la confusion diagnostique et la vulgarisation psychopédagogique des manifestations avant tout individuelles.

En conclusion, vous l'aurez compris, la NRAIS publie là un très intéressant dossier, sérieux, précis et ouvert aux interrogations interdisciplinaires. Le thème du décrochage scolaire y est très bien pensé.

Robert Voyazopoulos

Agenda

23 octobre 2004 – Boulogne (92)

Journée Scientifique Autisme sans frontières

Thème : *La personne avec autisme dans la Cité : Développement Précoce et Intégration sociale*

Programme : voir en page 251

Lieu : Université René-Descartes - Paris V, 71, avenue Édouard-Vaillant, 92100 Boulogne – Amphithéâtre Paul-Fraisse

Inscription : sur place ou par courrier « Autisme sans frontières », 92, avenue Niel, 75017 Paris, adresser un chèque de 10 €

Organisé par le P^r J.-L. Adrien, membre du Bureau éditorial d'ANAE • ANAE publiera un compte-rendu

28-30 octobre 2004 – Paris

IV^e Congrès international de l'AEPEA

Jean-Paul Tassin participera au symposium : « *Les neurosciences aide ou défi à la psychopathologie* » (vendredi 29 octobre, 15 heures) • À noter le symposium : « *Hyperactivité : Un état de la question* » avec le P^r M. Bouvard et le D^r Gisèle Georges et autres (proposé par les Laboratoires Lilly le jeudi 28 à 17 h 00)

Thème : *Évaluer pour bien soigner, un défi pour la psychopathologie de l'enfant et de l'adolescent*

Renseignements : P. Ferrari, 01 44 15 95 00

29 octobre 2004 – Bruxelles

Réunion scientifique à la mémoire du D^r Anne Van Hout organisée par les Universités de Bruxelles (UCL et ULB), par l'Université de Liège et par le Service de neurologie et de maladies métaboliques, Hôpital Robert-Debré

Lieu : Palais des Académies

Inscription : auprès de Mme Cathy Defat (Defat@nepe.ucl.ac.be), Programme complet page 170

Thème : « *Troubles du calcul et de l'arithmétique chez l'enfant* »

ANAE publiera en hommage à Anne Van Hout le compte-rendu de cette réunion

6 novembre 2004 – Paris

Journée nationale Autisme France

Thème : « *C'est possible en France – Expériences et réalisations positives* »

Programme : voir en dernière page

Lieu : Maison de la Mutualité, 24, rue Saint-Victor – 75005 Paris

Renseignements : <http://www.autismefrance.org>

ANAE publiera un compte-rendu ou un cahier spécial des communications

6-7 novembre 2004 – Paris

« **Mathématiques et langage : aux frontières du sens** »

Renseignements : Marie-Paule Le Ninan. Tél. : 02 96 61 25 87 www.fof.asso.fr

8-9 novembre 2004 – Paris

« **Les maladies génétiques de l'intelligence : de la biologie moléculaire au traitement** »

Les Premières Journées internationales Jérôme Lejeune

Lieu : Maison de la Chimie – 20 bis, rue Saint-Dominique – 75007 Paris

Renseignements : Tél. : 01 44 64 15 15 – Fax : 01 44 64 15 16 jjjl2004@colloquium.fr

www.jjil.net

11 et 12 novembre 2004 – Montréal

Symposium sur les dysfonctions non verbales : les défis du diagnostic et de l'intervention ;

Organisé par le CENOP-FL

Lieu : Riviera, Réception et congrès, Montréal, Québec

Voir annonce spéciale en page 246

Site : www.cenopfl.com

Madame Francine Lussier est membre du Comité éditorial d'ANAE • ANAE publiera les principales communications

18-19 novembre 2004 – Paris

Journée d'études ANECAMSP

Thème : « *Déficient, certes, mais compétent aussi !* », Regards sur la déficience intellectuelle.

Lieu : Espace Reuilly, 75012 Paris

Contact : anecamp@wanadoo.fr

10, rue Énard, 75012 Paris.

Tél. : 01 43 42 09 10

Fax : 01 43 44 73 11

ANAE participera à ces Journées et présentera ses dossiers sur un stand

18-20 novembre 2004 – Châtillon d'Azergues (Rhône)

V^e Rencontres inter-régionales de Châtillon d'Azergues

Thème : Prévention de l'illettrisme et de l'exclusion sociale chez les enfants atteints de troubles complexes et sévères du langage

Objectifs : discuter et dégager les principes d'une démarche éducative et scolaire adaptée au problème posé par ces enfants « dysphasiques »

Programme :

- Les troubles spécifiques du langage : quel accès à l'écrit (D^r M. Habib)
- Le concept de « revalidation » au travers de deux cas d'enfants dysphasiques (D. Mollard)
- Approche psychanalytique, approche plurielle (D^r G. Bailly-Salin)
- « Écrire » : troubles de l'orthographe et du graphisme (P. Zesiger)
- La méthode « Dire, Lire » M.-A. Constantin
- Les enfants dysphasiques acteurs de théâtre (M. Meirieu)
- Les dysphasies et l'outil informatique (M. Plaza)
- Ateliers de céramique, mosaïque et histoire de l'art (E. Lasserre)
- Bilan après quatre années de prise en charge pluridisciplinaire
- Film vidéo (R. Trauchessec - D^r F. Bazin)

Ateliers :

- Le dépistage pour une meilleure prise en charge (D^r S. Gonzalez)
- « Créer des structures adaptées » : aspects administratifs, intérêts et limites de chaque option (M. Ferrari, M. Albinhac)
- Reconnaissance du handicap et accès à une qualification professionnelle (E. Saltre-Aymard, J.-C. Blanchard)

Renseignements et inscriptions : Richard.bourque@ove-asso.com

ANAE publiera un compte-rendu de cette journée

Les 11 et 12 novembre 2004**Hôtel Riviera • Montréal**

7600, Henri-Bourassa Est • Anjou • Québec

Programme*jeudi 11 novembre*

- 07 h 15 Début des admissions, remise des documents (horaire détaillé, reçus, attestations, actes du symposium), petit déjeuner
- 08 h 45 Présentation du syndrome de dysfonction non verbale (SDNV) selon les travaux de Byron Rourke, et introduction à la problématique du diagnostic différentiel - Jeanine Flessas, L.Ps. *Neuropsychologue co-directrice* du CÉNOP-FL.
- 09 h 45 L'utilisation des profils de performance non verbale comme critère de distinction entre les sous-groupes de troubles envahissants du développement (TED, Autisme, Asperger) - Laurent Mottron, MD, Ph.D., DEA, *Chercheur agrégé*, département de psychiatrie, Université de Montréal, Clinique spécialisée de l'autisme, Hôpital Rivière-des-Prairies.
- 10 h 45 Pause.
- 11 h 00 Suivi d'une cohorte de prématurés à très haut risque d'anomalies neurodéveloppementales - Annie Veilleux, m.d. FRCP(s), Christian Savard, M.Ps, Gisèle Talbot, B.Sc.erg., M.Sc. Cl., et Annie Bilodeau, M.Sc.ortho., *Équipe multidisciplinaire*, Clinique de neurodéveloppement, section néonatalogie, Centre de développement, Hôpital Sainte-Justine.
- 12 h 00 Dîner
- 13 h 30 Évaluation des troubles du mouvement et des fonctions non verbales - Jean-Michel Albaret, Ph.D., *Professeur* à l'Université Paul-Sabatier, Toulouse (France).
- 14 h 15 Troubles neurodéveloppementaux et syndrome de dysfonction non verbale : les syndromes de Turner, de Williams et le syndrome vélofaciocardiaque - Stéphanie Caillé, Ph.D., *Neuropsychologue et coordinatrice clinique*, Clinique d'évaluation des troubles neurodéveloppementaux, Hôpital Rivière-des-Prairies.
- 15 h 00 Pause
- 15 h 15 Dyspraxies : répercussions sur les apprentissages scolaires - Michèle Mazeau, MD, *Médecin de rééducation et neuropsychologue*, Service de rééducation de neurologie infantile, Hôpital du Kremlin-Bicêtre, Paris (France).
- 16 h 00 Le profil SDNV dans le syndrome Gilles de la Tourette - Francine Lussier, M.Éd., M.Ps., Ph.D., *Neuropsychologue co-directrice* du CÉNOP-FL.

vendredi 12 novembre

- 08 h 45 La dyscalculie - Francine Lussier, M.Éd., M.Ps., Ph.d., *Neuropsychologue co-directrice* du CÉNOP-FL.
- 09 h 30 atteintes cognitives résultant des traitements sur les enfants leucémiques - Isabelle Lamothe, Ph.D., *Neuropsychologue* au CÉNOP-FL, et Simon Précourt, Ph.D., *Neuropsychologue*, Centre de pédopsychiatrie, CHUQ.
- 10 h 15 Pause
- 10 h 30 Le Syndrome d'alcoolisme fœtal : expériences locales et régionales de la Clinique de génétique à Québec - Rachel Laframboise, MD, *Médecin généticien*, *Directrice* du service de génétique médicale CHUL-CME.
- 10 h 55 L'intervention auprès des enfants atteints du Syndrome d'alcoolisme fœtal - Louise Morin-Roy, Organisme SAFERA.
- 11 h 20 Perspectives développementales du SDNV et interventions préconisées en fonction de l'âge - Janine Flessas, L.Ps., *Neuropsychologue co-directrice* du CÉNOP-FL, et Micheline Fillion, M.A., *Psychologue*, école secondaire Vanguard.
- 12 h 00 Dîner
- 13 h 30 Dyspraxies : les grands axes de la prise en charge - Michèle Mazeau, MD, *Médecin de rééducation et neuropsychologue*, Service de rééducation de neurologie infantile, Hôpital du Kremlin-Bicêtre, Paris (France).
- 14 h 15 Programme de rééducation de l'imagerie mentale chez les enfants atteints d'un SDNV - Caroline Ayotte, M.Ps., *Neuropsychologue* au CÉNOP-FL.
- 15 h 00 Pause.
- 15 h 15 Utilisation des programmes d'auto-instructions auprès des enfants présentant des dysfonctions non verbales - Jean-Michel Albaret, Ph.D., *Professeur* à l'Université Paul-Sabatier, Toulouse (France).
- 16 h 00 Rééducation des troubles du calcul - Annie Lussier-Lumieux, B.Éd., *Orthopédagogue* au Centre de Rééducation le CRAN et à l'École Vauguard primaire.

A.N.A.E.

publiera le compte-rendu de ce symposium

Symposium organisé par le Centre
d'Évaluation neuropsychologique
et d'Orientation pédagogique CÉNOP FL.**INSCRIPTIONS :**CENOP-FL-Symposium 2004.
222, Henri-Bourassa Est, bureau 38 • Montréal, Québec • H3L 1B9Tél. (514) 858.6484 Téléc. : (514) 858.6822
www.cenopfl.com

29 novembre - 2 décembre 2004**Forum de Neuropsychologie de Langue française**

Thème : « Neuropsychologie de l'enfant et pathologies développementales »

Contact :

agniel@toulouse-inserm.fr

6-7 décembre 2004 – Paris

25^e Colloque annuel du SNAMSPEN (Syndicat national autonome des médecins de santé publique de l'Éducation nationale)

Thème : *Obésité de l'enfant : Intervenir ? Pourquoi ? Comment ?*

Lieu : Faculté de Médecine Xavier-Bichat

Renseignements : 01 40 23 04 10

ANAE
sera présent à ce colloque

9-10 décembre 2004 – Strasbourg**Société française de Psychologie**

Thème : « Acquisition du langage : vers une approche pluridisciplinaire »

Site : <http://www.sfpsy.org>

9-10-11 décembre 2004 – Besançon**Colloque « Penser et agir »**

Équipes « Actions et cognitions » du Laboratoire de Psychologie de l'Université de Franche-Comté

Site : <http://www.sfpsy.org>

19 janvier 2005 – Paris

Conférence sur le développement du système nerveux, à l'invitation du Collège de la Cité des Sciences et de l'Industrie

Lieu : à 18 h 30 à la Cité des Sciences (Paris 19^e)

Le programme des conférences 2004-2005 : <http://www.cite-sciences.fr/college/>

Les « Jeudis de Neurologie Pédiatrique » de Robert Debré

Programme des réunions cliniques et scientifiques

ANAE publiera régulièrement la rubrique :
« Compte rendu des Jeudis de Neurologie Pédiatrique »

Comme d'habitude, elles comporteront des conférences cliniques et de recherche et des discussions de cas cliniques et de questions scientifiques.

Les réunions hebdomadaires sont focalisées sur la neuropédiatrie, les maladies métaboliques, les neurosciences du développement, l'épilepsie, la neuropsychologie et la rééducation neuropédiatrique.

Sauf avis contraire, ces réunions ont lieu toutes les semaines en Salle 4 (rez-de-chaussée, Hôpital Robert-Debré), de 12 h 15 précises à 13 h.

Quelques réunions extérieures et/ou exceptionnelles qui auront lieu pendant l'année universitaire 2004-2005

• **Vendredi 29 octobre 2004** au Palais des Académies à Bruxelles Réunion scientifique à la mémoire du

D^r Anne VAN HOUT organisée par les Universités de Bruxelles (UCL et ULB) et par l'Université de Liège, ainsi que par le service. Si vous avez l'intention d'y participer, vous pouvez vous inscrire dès maintenant auprès de Mme Cathy Defat (Defat@nepe.ucl.ac.be), Programme complet page 170.

• **Thèses de science** du D^r Olivier Baud, chef de clinique en néonatalogie (Robert-Debré), du D^r Isabelle Husson, praticien hospitalier dans notre service et du D^r Bettina Mesplès, praticien attaché en pédiatrie générale à Louis-Mourier. Ces trois thèses de sciences ont été préparées au cours des cinq dernières années dans le Laboratoire INSERM E9935 (Neurologie et Physiologie du Développement).

Service de Neurologie Pédiatrique et de Maladies Métaboliques
du Professeur Philippe Évrard.

Hôpital Robert Debré, 48, boulevard Sérurier, 75019 Paris

<http://www.neuropediatrie-metabolisme.org/Agenda/>

Si vous souhaitez recevoir régulièrement le programme,
envoyez-nous votre adresse e-mail à : **anae@wanadoo.fr**.

17-20 mai 2005 – Lille

7^e Colloque de la Société de Neurosciences

Président du Comité d'organisation : J.-C. Beauvillain, A. Destée

Contact : soc.neurosciences@bordeaux.inserm.fr

28 août au 1^{er} septembre 2005 – Paris

26^e *International Epilepsy Congress*, organisé par le Dr Alexis Arzimanoglou, Service de Neurologie pédiatrique et de Mala-

adies métaboliques du P^r Ph. Evrard (Robert Debré – Paris)

Programme sur le site : <http://www.epilepsyparis2005.org>

27 au 29 novembre 2005 – Monaco

Congrès de l'*European Academy of Childhood Disability – Académie européenne du Handicap de l'Enfant*, présidé par le P^r Évrard

Le programme et l'organisation de ce congrès feront prochaine-

ment l'objet d'une page spéciale sur le site <http://www.neuropediatrie-metabolisme.org>

14-18 juin 2006 – Lyon

Congrès des Sociétés de Pédiatrie

Pour la première fois en France, ce congrès réunira, sinon la totalité, la grande majorité des Sociétés Savantes dédiées à l'enfant et à l'adolescent

Organisateur : Société française de pédiatrie (SFP)

LES CAHIERS PRATIQUES

D'
A.N.A.E

APPROCHE NEUROPSYCHOLOGIQUE DES APPRENTISSAGES CHEZ L'ENFANT

*Chaque année 730 000 enfants
rentrent dans le système scolaire.
Il est aujourd'hui possible de repérer
les 50 000 (7,6 %) d'entre eux
qui auront des
« difficultés certaines »*

MÉTHODE SIMPLE DE REPÉRAGE

**QUESTIONNAIRE
LANGAGE & COMPORTEMENT – 3 ans 1/2**

**Observation par l'enseignant
en Petite Section de Maternelle**

réalisé par les équipes INSERM de

Madame le docteur C. CHEVRIE-MULLER

Madame le docteur J. GOUJARD

Directeurs de recherche à l'INSERM



**Pour recevoir la documentation sur cette méthode
de repérage en petite section de maternelle**

(Validation 1994, étude longitudinale 1995-1997)

Envoyez vos coordonnées à : anae@wanadoo.fr

ou

adressez votre carte professionnelle à :
ANAE - 30 rue d'Armaillé 75017 Paris

en demandant simplement : "documentation OLC"



Déficient certes, mais compétent aussi !

18 & 19 Novembre 2004

Espace Reully - 21, rue Hénard - 75012 PARIS

Les enfants déficients intellectuels sont confrontés à de vraies difficultés, qui ne sont pas les mêmes pour tous. L'idée de porter un regard différent sur la déficience, à la fois plus global mais aussi plus pointu, en réfléchissant à l'apport de méthodes spécifiques, en tenant compte du temps des uns et du temps des autres, en sachant l'importance de l'angoisse pas toujours perçue, nous amènera à réfléchir aux réponses que nous apportons.

Jeudi 18 Novembre 2004

- 08 h 30 Accueil des participants
- 08 h 45 Ouverture des journées d'études – Jackie ZILBER – Présidente ANECAMSP
- 09 h 00 La déficience intellectuelle: des avatars conceptuels à l'intérêt porté aux personnes déficientes – Bernadette CELESTE, directrice du département de psychologie Université Paris X - Nanterre (1)
- 10 h 00 Vivre Handicapé, la place du faible dans la société – Éric FIAT, agrégé et docteur de philosophie, maître de conférence, Université de Marne-La-Vallée, enseignant à l'espace éthique de l'assistance publique des hôpitaux de Paris (1)
- 11 h 15 Je rêve d'un nourrisson savant – Patrick BEN SOUSSAN, pédopsychiatre, praticien hospitalier, responsable de l'unité de psycho-oncologie Institut Paoli-Calmettes – Marseille (1)
- 12 h 15 REPAS
- 14 h 00 Du retard à la déficience – Le temps des uns et le temps des autres – Danielle VALLEUR, pédiatre, Camsp IPP Brune – Paris, Camsp Cadet Rousselle – Nogent-Sur-Marne & Nathalie SARFATY, pédopsychiatre, Camsp Cadet Rousselle – Nogent-sur-Marne (1)
- 15 h 00 L'enfant et la déficience mentale. L'intérêt d'une approche globale de l'évaluation – Rafaël MILLAN, maître d'enseignement et de recherche à l'Université de Genève et ancien directeur de l'Atelier de l'enfance (1)
- 16 h 15 Mise en place des stratégies nécessaires à la communication précoce chez l'enfant déficient intellectuel – Nadine CLEREBAUT, psychologue, logopède – Belgique (1) (fin des travaux : 17h15)

Vendredi 19 Novembre 2004

- 09 h 00 Apport de la conception psychodynamique dans le champ de la déficience mentale – Roger MISES – professeur de pédopsychiatrie
- 09 h 00 Travail de la communication, langage oral et écrit chez la personne porteuse d'une trisomie 21 dans le cadre d'un service d'aide précoce (de 0 à 7 ans) – Françoise FETTWEIS, logopède, service d'aide précoce de l'APEM-T21 & Colette ANSENNE, logopède, service d'aide précoce de l'APEM-T21 (Belgique) (1)
- 10 h 30 Accompagner la pensée de jeunes enfants déficients mentaux pour favoriser le développement de conduites langagières – Lydie MOREL, orthophoniste, MS Formation ; membre de COG'ACT (1)
- 11 h 45 Déficience intellectuelle et souffrance psychique, Approche psychothérapeutique et approche institutionnelle – Gianna TISSIER, psychothérapeute, psychanalyste, Camsp – Entraide Universitaire Paris 12 et Paris 13 (1)
- 12 h 45 REPAS
- 14 h 30 Table ronde: un accueil adapté pour chaque enfant – Mme MORANGE, Mr et Mme CANTAT, Mr et Mme PAJOT, parents (1)
- 15 h 30 « Vivre handicapé » : Film
- 16 h 15 Conclusions & Clôture des travaux 16h30

(1) Communication suivie de 15 minutes de discussion.

Droits d'inscription : 160 € érents • 200 € pour les non-adhérents • 100 € pour la 3^e inscription du même établissement et les suivantes • 30 € pour les parents d'enfant handicapé et pour les étudiants (pièce justificative)

N° de Formation : 11 75 170 51 75

ANECAMSP – 10, rue Énard – Esc. 5 – 75012 PARIS – Tél. : 01 43 42 09 10 – Fax : 01 43 44 73 11

e-mail : anecamsp@wanadoo.fr

ANNONCES CLASSÉES

Les jeudis de l'APECADE

La surveillance de l'ancien prématuré du retour à la maison jusqu'à l'âge scolaire.

Programme pour l'année 2004-2005

Les 2^e ou 3^e jeudis, de 20 heures à 22 h 30
C.H.U. Cochin • Clinique Baudelocque • Amphi. du 1^{er} étage
• 123, Bd de Port-Royal • 75014 PARIS

Inscription et chèque à envoyer

Droits d'inscription : 240 euros
(Chèque libellé à l'ordre de l'APECADE)
Secrétariat du D^r Amiel-Tison • Port-Royal-Baudelocque
123, Bø ðe Πορτ-Ρογολ • 75679 Paris Cedex 14
Fax : 01 43 26 12 50 • E-mail : apecade@club-internet.fr
N° Formation Permanente APECADE 11752506675



Association pour Adultes et Jeunes Handicapés

route de Saint-Jean
04160 CHÂTEAU ARNOUX
☎ et FAX : 04.92.64.44.11 E-mail : apajh3@wanadoo.fr

**OFFRE D'EMPLOI
PSYCHIATRE
OU PÉDOPSYCHIATRE**

CHÂTEAU - ARNOUX (04) : l'APAJH recrute en CDI psychiatre ou pédopsychiatre pour son SESSAD : 5 h. hebdo et son IME : 17 h. hebdo. Possibilité 7 h. hebdo complémentaires. Rémunération CC66. Poste à pourvoir au plus tôt. Renseignements : IME 04 92 64 10 50 ; SESSAD 04 92 64 55 05.

Transmettre : CV et lettre de candidature à :
M. le Dr gén. APAJH
route de Saint-Jean 04160 CHÂTEAU-ARNOUX

**Les maladies
génétiques de
l'intelligence : de la
biologie moléculaire
au traitement**

***Genetic Mental
Disability: from
Molecular Biology
to Treatment***

**LES PREMIÈRES JOURNÉES
INTERNATIONALES
JÉRÔME LEJEUNE**

***THE FIRST INTERNATIONAL
CONFERENCE
JÉRÔME LEJEUNE***

***Pub JiJL pour placement,
fichier Xpress fourni***

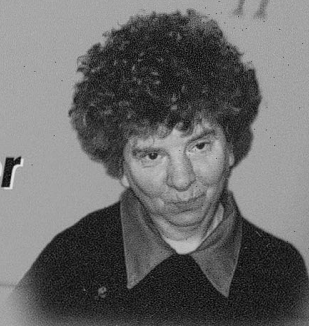


JiJL

**Novembre 8 - 9 November
2004**

PARIS, France

Maison de la Chimie



FONDATION

JÉRÔME LEJEUNE

Pour la recherche sur les maladies de l'intelligence

JOURNÉE SCIENTIFIQUE « AUTISME »

***La Personne avec autisme dans la Cité :
Développement Précoce et Intégration Sociale***

Samedi 23 octobre 2004

AMPHITHEÂTRE Paul FRAISSE

CENTRE HENRI-PIERON – INSTITUT DE PSYCHOLOGIE

Laboratoire de Psychologie Clinique et de Psychopathologie

71, avenue Édouard-Vaillant • 92100 Boulogne-Billancourt • (Métro Marcel Sembat)

PROGRAMME SCIENTIFIQUE

Matinée

09 h 00 **Accueil :** Jean-Didier Bagot, *Directeur de l'Institut de Psychologie*

Le développement précoce de l'enfant avec autisme

Présidente : Catherine Barthélémy – *Modérateur :* Jean-Daniel Flaysackier

I - Développement et fonctionnements précoces du bébé

09 h 10 Les capacités perceptives et cognitives précoces. Roger Lecuyer.

II - Activité cérébrale, dysfonctionnements précoces et évaluation du développement psychologique de l'enfant avec autisme

09 h 50 Physiopathologie cérébrale du dysfonctionnement des interactions dans l'autisme. Catherine Barthélémy, Nicole Bruneau, Joëlle Martineau, Marie Gomot et Delphine Hemery.

10 h 30 Pause.

11 h 00 Études des dysfonctionnements interactifs et moteurs durant la période de 4 à 6 mois et de l'évolution des gestes relationnels de 12 mois à 36 mois chez des enfants ultérieurement diagnostiqués autistes. Jean-Louis Adrien, Jean-Louis Bernard, Maria Pilar Gattegno, Laetitia Reynaud et Catherine Barthélémy.

11 h 40 Évaluation du développement psychologique précoce d'enfants avec autisme : un nouvel instrument, la BECS. Romuald Blanc, Éric Thiébaud, Jean-Louis Adrien et Catherine Barthélémy.

12 h 20 *Discussion générale*

Tarifs : – Professionnels et Parents : 10 € – Étudiants : Entrée gratuite

Après-midi

L'intégration sociale des personnes avec autisme

Président : Vincent Gerhards – *Modérateur :* Jean-Daniel Flaysackier

I - Intégration scolaire et à domicile de l'enfant avec autisme

14 h 00 Étude des effets de l'accompagnement d'enfants autistes à l'école et à domicile sur leur développement psychologique et la qualité de vie de leurs familles. René Bobet, Maria Pilar Gattegno, Agnès Fernier, Nicole Foucher, Carolyn Granier-Deferre et Jean-Louis Adrien.

14 h 40 L'enseignant et l'enfant autiste en classe. Bernard Pechberty.

15 h 20 Pause

II - Intégration professionnelle et à domicile de l'adulte avec autisme

15 h 40 L'intégration professionnelle des personnes avec handicap : conditions, environnement, travail. Jean-Claude Sperandio.

16 h 20 Mon expérience de parent à propos de l'accompagnement de ma fille autiste dans son entreprise. Claude Collignon.

17 h 00 L'accompagnement de personnes autistes, un vrai nouveau métier pour les psychologues. Marion Wolff.

III - Perspectives et projets

17 h 40 Vers un projet de recherche tri-partenaire avec les chercheurs, les parents et les psychologues : le programme CITES (Coaching Intégration Travail École Supervision). Présentation par Jean-Louis Adrien, Maria Pilar Gattegno, Vincent Gerhards et Vincent Rognard.

17 h 40 *Discussion générale*

INSCRIPTIONS : – Sur place ou – Par courrier : adresser un chèque à l'ordre de « Autistes sans Frontières » 92, avenue Niel 75017 Paris

Avec le soutien de :

La Fondation de Mécénat d'Entreprise France Télécom · La Fondation de France · Le ministère de la Recherche · L'ARAPI

A.N.A.E.

publiera le compte rendu de cette journée scientifique

AUTISME

Journée Nationale Autisme France

C'est possible en France...!

Expériences et réalisations positives

Samedi 6 novembre 2004

Maison de la Mutualité, 24, rue Saint-Victor, Paris 5^e

Métro Maubert-Mutualité – RER ligne B Station Saint-Michel - Notre-Dame

Qu'est-il possible aujourd'hui de mettre en place en France ?

Quels sont les cadres administratifs, les orientations qui peuvent faciliter les réalisations ?

Quels sont les moyens d'action que se donne et qu'apporte aujourd'hui Autisme France pour faire avancer la cause des personnes autistes ?

Le congrès annuel d'Autisme France a choisi cette année une approche résolument positive illustrée par des expériences concrètes s'adressant aux différents âges et à un éventail de besoins des personnes concernées par ce problème. De l'intervention précoce inscrite dans un programme universitaire de recherche à la quête d'une qualité de vie optimale pour des

adultes en institution, en passant par des systèmes innovants d'accompagnement en milieu ordinaire, ou les possibilités d'éducation diverses que peuvent éventuellement offrir l'école ordinaire et les IME, le fil conducteur de ces réalisations est la qualité des services offerts aux personnes autistes et à leurs familles.

MATIN

- 08 h 30 **Accueil des participants**
09 h 00 Introduction par la présidente d'Autisme France. *Évelyne Friedel*
09 h 15 Un service de dépistage et de diagnostic précoce de l'autisme au service universitaire pédopsychiatrique du CHU de Bordeaux. *Pr Manuel Bouvard*
09 h 40 Le programme d'intervention précoce intensive « Autiqol » de Toulouse (*Pr B. Rogé et Pr G. Magerotte*). *Jeanne Frémolle-Kruck, France Lesot, Carine Mantoulan, Kerstin Wittmeyer*
10 h 05 Le Service d'Aide éducative et d'Accompagnement aux Familles (SAFE), *ADAPEI 44. Sophie Biette*
10 h 30 L'âge scolaire en structure d'éducation spécialisée ; *UIME Notre Ecole de Sainte-Geneviève-des-Bois. Armelle Saillour*
10 h 55 **Pause**
11 h 15 L'âge scolaire à l'école ordinaire. Une UPI spécifique au collège de Chatellaillon-plage. *Martine Peyras*
11 h 40 Dispositif d'insertion scolaire d'adolescents au lycée Ambroise-Brugère de Clermont-Ferrand. *Gloria Laxer, Claude Schaff*
12 h 05 Édition et diffusion d'ouvrages en France. *Max Artuso*
12 h 30 Présentation du livre de Gunilla Gerland
Repas

APRÈS-MIDI

- 14 h 00 Organisation de loisirs pour les personnes autistes. Association ALEPA Vienne. *Elsa Bouteloup*
14 h 25 Un service innovant d'emploi accompagné en milieu ordinaire de travail à Limoges. *Geneviève Macé, Charles Durham*
14 h 50 Philosophie de prise en charge dans le foyer pour adultes Bizideki au pays Basque. *Isabelle Mirambeau*
15 h 15 La gestion d'établissements par Autisme France
15 h 40 La démarche qualité d'Autisme France. *Chantal Tréhin*
Pause
16 h 05 Table Ronde
16 h 20 Tous les intervenants de la journée
Conclusion. *Évelyne Friedel*
17 h 00 Intervention du Ministre
17 h 30 Clôture de la Journée Nationale

Session complémentaire « Initiation à l'autisme »

Vendredi 5 novembre de 14 h à 17 h
Intervenant : **Pr Bernadette Rogé**

Innovation
2004

Session ouverte aux parents et aux professionnels qui souhaitent avoir un aperçu des connaissances actuelles dans ce domaine. Le nombre de places étant limité, les inscriptions seront prises dans l'ordre d'arrivée.

Tarif : 10 € / personne : adhérent Autisme France • 15 € / personne : non adhérent

Inscriptions & Tarifs

Journées du samedi 6 : 15 € / personne : parents Autisme France • 25 € / personne : parents non adhérents Autisme France, étudiants
40 € / personne : professionnel adhérent Autisme France • 45 € / personne : professionnel non adhérent Autisme France
Bulletin d'inscription et conditions

www.autismefrance.org • mail : autismefrance@wanadoo.fr

tél. : 04.93.46.01.77 - fax : 04.93.46.01.14
mail : autismefrance@wanadoo.fr