

Florence FAUVET

**TRAITEMENT DE PATHOLOGIES DE L'APPRENTISSAGE*:
DEMARCHES ISSUES DE LA DIDACTIQUE DES MATHÉMATIQUES,
ETUDE D'UN CAS**

Abstract. Work in collaboration with François Pluinage in the mathematical field, has led to techniques specifically adapted to the rehabilitation of young patients with neurological pathologies or developmental oral or written language disorders (reading, spelling, writing, arithmetic). Presenting data to be understood in an original way by exaggerating certain features, makes perception and treatment easier. These reeducative techniques initially used in a therapeutic context can also be used to facilitate learnings for standard pupils. Illustrations.

Résumé. Un travail en collaboration avec François Pluinage a permis l'élaboration, dans le domaine des mathématiques, de démarches spécifiques à la prise en charge de jeunes patients qui présentent des pathologies neurologiques ou des troubles de développement du langage oral et de l'acquisition du langage écrit (lecture, orthographe, graphisme, calcul). Des présentations originales des données mettent en relief des caractéristiques habituellement discrètes, facilitent la perception et le traitement des informations, et permettent les apprentissages. Ces techniques inscrites dans une démarche thérapeutique dégagent des voies d'intervention pédagogique pour l'élève standard. Illustrations.

Mots-clés : Mathématiques – Pathologie – Présentation spécifique – Perception – Traitement des informations – Apprentissage – Elève standard.

En pathologie du langage écrit, au terme de l'identification des déficits fonctionnels par des batteries de tests de plus en plus fins et précis, le clinicien doit prendre des décisions concrètes qui concernent les options stratégiques et tactiques - entraînement de la voie déficitaire ou compensation par les composantes de traitement intactes, facilitations -, les techniques à utiliser, la durée et la fréquence des exercices, leur hiérarchisation etc. Il vérifie si une intervention spécifique modifie ou non un processus cognitif altéré. Il doit préciser les démarches rééducatives à effectuer, puis apprécier leur efficacité ou leurs limites à long terme d'une part, leur application dans des situations ou dans des domaines différents d'autre part.

Les principaux acquis de la rééducation cognitive concernent les travaux relatifs aux déficits acquis de la lecture et de l'écriture. L'originalité de notre approche rééducative tient à la matière choisie - les mathématiques -, au manque de références de la littérature dans ce domaine pour la rééducation de pathologies peu fréquentes - avec par exemple un seul article répertorié pour le syndrome de Landau-Kleffner [1] -, aux procédés utilisés [2] et enfin aux résultats obtenus à partir des mathématiques pour la lecture, puis pour l'écriture (voir *Annexe 1*).

Nous nous étions particulièrement intéressés à des enfants atteints de syndromes neurologiques (Landau-Kleffner et Aarskog), et en situation d'échec d'apprentissage de la lecture, de l'écriture et du calcul. En partant d'une idée de François Pluvinage sur la présentation d'énoncés mathématiques, en relation avec la thèse de troisième cycle de Mouloud Abdelli [3], et en nous référant aux travaux de Raymond Duval sur les registres de représentation et sur les modèles d'architecture cognitive [4], nous avons élaboré une stratégie spécifique de disposition des informations pour surmonter les difficultés d'apprentissage de ces enfants. Ces démarches rééducatives leur ont permis de réaliser des acquisitions malgré la complexité des perturbations des fonctions supérieures, dans chacun des trois domaines d'apprentissage liés à l'écrit : mathématiques, lecture et écriture. Nous développons et illustrons plus loin les procédés utilisés et les résultats obtenus.

Au vu de ces résultats, nous avons étudié, lors de l'introduction des fractions en situation de classe standard sous la direction de François Pluvinage [5], les réactions de l'un des élèves (J.M.) suivi en orthophonie depuis plusieurs années pour une pathologie développementale du langage oral et de l'acquisition du langage écrit (lecture, écriture, calcul).

1. Brève histoire clinique

J.M. présente un retard global du développement psychomoteur, caractérisé sur le versant de la motricité par une maladresse et par des gestes saccadés, et sur le versant du langage oral par une incitation verbale faible, des troubles d'articulation et un déficit du stock lexical. La prononciation s'améliore après quelques séances de rééducation orthophonique en troisième année de maternelle. Au cours de la petite enfance de J.M. jusqu'à l'âge d'environ 7 ans, de fréquentes otites entravent sa perception du langage oral.

C.P. : lenteur et manque de concentration empêchent la réalisation des tâches dans le temps imparti. L'institutrice alerte le psychologue scolaire pour un blocage à l'apprentissage de la lecture. Puis, l'examen de la vue révèle un astigmatisme et une myopie, bien corrigés par le port de lunettes. Au terme du deuxième trimestre de l'année scolaire, un examen orthophonique met en évidence des difficultés de conversion, d'assemblage et d'adressage en lecture, avec des confusions auditives et visuelles dans un cadre de capacités de reconnaissance des mots faibles (*voir Annexe 1 : Tests et Modèle de lecture*), des séquelles de retard de parole et des troubles de développement du langage oral en compréhension et en expression. Une rééducation orthophonique hebdomadaire se met en place.

C.E.1 : Les troubles du langage écrit régressent en lecture et en écriture; des difficultés de classement des nombres - au-delà de la dizaine - et d'acquisition

de l'addition - avec retenue - persistent. J.M. s'exprime peu d'elle-même et déforme encore la prononciation de mots. Des prises en charge - individuelle et au sein d'un petit groupe - s'effectuent dans une structure spécialisée pour une éducation de la sensorialité, de la latéralité, de la motricité fine et de la logique, jusqu'au C.E.2.

C.M.1 : l'orthographe grammaticale pose problème et le déficit du langage oral subsiste. En mathématiques, des difficultés de mémorisation des tables de multiplication, d'acquisition des mécanismes opératoires, de compréhension des consignes et de résolution des problèmes s'observent et caractérisent la dyscalculie.

1.1. Tableau clinique et évolution des troubles : voir Annexe 2

Les troubles éprouvés par un sujet en langage oral sur le versant de la compréhension et/ou de l'expression entravent le déroulement des acquisitions, en particulier dans le domaine du langage écrit. Or les mathématiques font l'objet d'un traitement direct en relation avec une dimension écrite [6]. Comment J.M. réagit-elle aux séquences d'apprentissages proposées en mathématiques, en classe ?

2. Cadre de travail [5]

Dans les programmes officiels, il est prévu que les fractions s'introduisent à l'école en deuxième année du cycle des approfondissements (C.M.1.). Une recherche, menée par Robert Adjage pour un doctorat de mathématiques sous la direction de François Pluinage, comportait une expérience d'introduction des fractions. Celle-ci a été construite à partir d'un schéma de fonctionnement entre plusieurs registres (Fig.1. ci-dessous) [7], et mise en œuvre sur quatre séquences dans un groupe de 17 élèves -dont J.M. -, classe à double niveau C.E.2.- C.M.1. Cet enseignement portait sur les objectifs du manuel « *Le Nouvel Objectif Calcul* » CM1, chapitres 54,55, et 56. Il privilégiait, à côté des registres numériques et géométriques bidimensionnels usuels, un registre unidimensionnel [8].

Illustration de tâches de construction de sens pour un nombre rationnel : exemple de trois quarts.

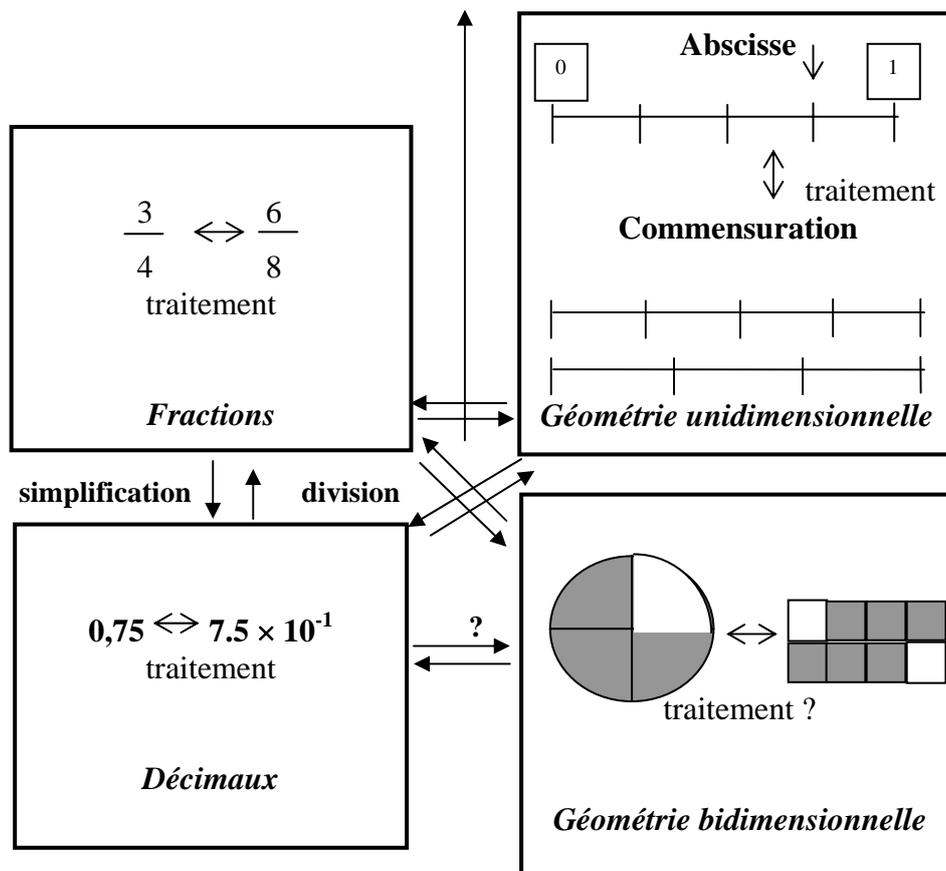


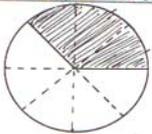
Fig. 1

Le réseau de traitements et de conversions qui joue dans la construction du sens d'un rationnel donné est représenté. L'existence de certaines opérations (traitements ou conversions) entre éléments du tableau n'est pas évidente : un point d'interrogation apparaît.

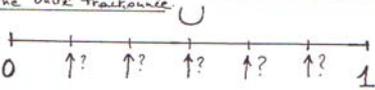
A l'issue de quatre séances de travail sur les fractions, l'évaluation suivante a été proposée aux élèves de la classe.

NOM : _____ Prénom : _____ Date : _____
 Classe : _____

1 Un disque fractionné -
 Quelle fraction est hachurée?

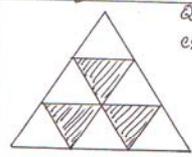


2 Une unité fractionnée

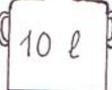


A chaque flèche ci-dessus, attribuer sa fraction.

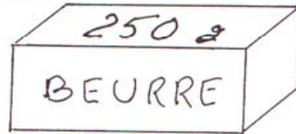
3 Un triangle fractionné -
 Quelle fraction est hachurée?



4 Le bidon
 Ce gros bidon contient 10 litres et a une masse de 3 kg à vide.
 Quelle sera la masse du bidon rempli de miel ?



5 Du beurre à couper
 250 g
 BEURRE
 Comment t'y prendras-tu pour couper 50 g de beurre dans cette tablette ?



6 Fais le dessin que tu veux pour représenter $\frac{7}{4}$.

ton dessin ↓

Note pour la question 4 : Il est indiqué aux élèves que 2 l de miel ont une masse de 3 kg.

2.1. Résultats et interprétations

Les résultats d'ensemble font apparaître que l'écriture fractionnaire pour représenter des situations de géométrie bidimensionnelle a été largement acquise (réussite de 14 ou 15 élèves sur les 18 selon la question). Pour R. Adjage et F. Pluinage, [8] p. 66 – 67, cela est dû à ce que les déterminations de numérateur et de dénominateur ne supposent que des traitements de groupement et de comptage, déjà accessibles à ceux que les chercheurs britanniques nomment « *adders* ».

Dès que l'on passe à la géométrie unidimensionnelle, qui donne lieu, paradoxalement puisque l'on perd une dimension, à des traitements plus complexes, les résultats atteignent difficilement la moitié des élèves concernés ou sont inférieurs. En particulier, J.M. est en échec sur ces questions, comme on le voit sur sa feuille de réponse reproduite ci-dessous.

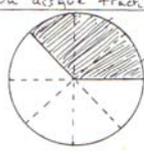
Réponse de J.M. :

NOM : J.M. Prénom : J

Date : 19/3/98

Classe : _____

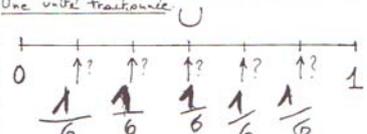
1 Un disque fractionné



Quelle fraction est hachurée?

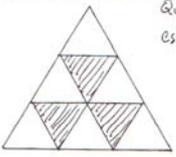
$\frac{3}{8}$

2 Une vitre fractionnée



A chaque flèche ci-dessus, attribuer sa fraction

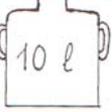
3 Un triangle fractionné



Quelle fraction est hachurée?

$\frac{3}{9}$

4 Le bidon

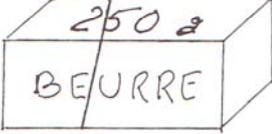


Ce gros bidon contient 10 litres et a une masse de 3 kg à vide.

Quelle sera la masse du bidon rempli de miel ?

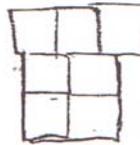
11 KG

5 Du beurre à couper



Comment t'y prendras-tu pour couper 50 g de beurre dans cette tablette ?

6 Fais le dessin que tu veux pour représenter $\frac{7}{4}$.



En ne considérant que les réussites, on situerait J.M. simplement parmi les élèves qui ne maîtrisent que les situations de géométrie bidimensionnelle. Mais l'examen de ses réponses met en évidence d'une manière extrêmement nette que pour traiter une question, J.M. n'utilise jamais qu'une seule procédure, éventuellement répétée. On observe pour les questions 2, 4 et 5, le recours à trois types différents de traitements ainsi réducteurs. Celui de la question 2, effectué par un certain nombre d'élèves, consiste à constater simplement que l'unité est obtenue par la juxtaposition de 6 segments de même longueur ; chacun a ainsi pour longueur $1/6$, ce qui est indiqué sous chaque flèche, l'opération d'addition des $1/6$ n'étant pas faite. Dans celui de la question 5, le partage est indiqué par un trait droit, alors qu'il faudrait de plus faire intervenir le caractère spatial de la figure pour "casser" ce trait de partage (et il faudrait ensuite tenir aussi compte de la contrainte concernant la masse). Pour la question 4, l'interprétation de la réponse de J.M. est un peu plus délicate. On peut supposer que le résultat a été obtenu en ajoutant 1 à 10, de même que la valeur 3 donnée par l'énoncé est 1 de plus que 2. On serait alors en présence d'une forme poussée du comportement des "adders", le passage de 2 à 3 étant vu comme additif au lieu d'avoir un caractère multiplicatif et la masse du récipient à vide étant ignorée.

Ainsi les réponses de J.M. ne présenteraient pas un caractère déviant par rapport aux traitements à effectuer, mais J.M. reste systématiquement à un niveau qui ne lui permet pas le recours à des combinaisons évoluées. Cette limitation très marquée peut expliquer comment certains résultats ont pu être obtenus, non seulement par J.M. mais par une partie des élèves chez qui elle apparaît de manière moins régulière. Des réponses qui pourraient rester incomprises des professeurs en l'absence de telles conduites poussées peuvent de la sorte trouver des explications.

3. Axes et pistes de travail clinique

La mise en évidence des caractéristiques de traitement observées chez J.M. permet aussi de légitimer une option de travail rééducatif clinique, à partir de la question N°2.

3.1. Choix du registre d'expression - Modalités

Dans le cadre d'une pathologie développementale ou acquise, le clinicien détermine le(s) registre(s) d'expression le(s) plus fonctionnel(s) ou le(s) moins déficitaire(s) pour assurer un apprentissage. Depuis environ quinze ans, des travaux en neuropsychologie portent sur le lien entre un modèle cognitif et la rééducation des déficits acquis de la cognition. Ils ont récemment permis l'évolution de la prise en charge rééducative. L'empirisme qui caractérisait la rééducation orthophonique commence à faire place à une nouvelle approche thérapeutique : la rééducation cognitive [10].

L'analyse détaillée des signes pathologiques sur le plan cognitif apporte des précisions sur les composantes déficitaires à entraîner et sur les composantes intactes à solliciter pour suppléer celles qui sont défaillantes. C'est ainsi que nous déterminons une voie de traitement préférentielle. Dans notre cas, si l'on se réfère aux perturbations du développement cognitif observées chez J.M. (voir *Annexes 2 et 3*), le déficit du langage oral se présente sur le versant de la compréhension et sur le versant de l'expression. Il semble préférable de privilégier l'écrit mieux appréhendé que l'oral : les consignes seront présentées par écrit.

Le travail avec François Pluvinage nous permet - et ce pour chaque cas ou chaque situation évoquée - d'aller plus loin: les modèles de fonctionnement cognitif ne donnent pas d'indication sur les techniques de rééducation à utiliser. Dans le cas de J.M., mais aussi pour les pathologies neurologiques mentionnées plus haut (Landau-Kleffner et Aarskog), nous avons mis en évidence la nécessité d'opter pour une voie de traitement sans interférence d'un autre registre d'expression, par exemple la lecture silencieuse, sans oralisation, des consignes (voir *Annexe 1*).

Cette option de tâche à effectuer dans un registre d'expression défini, d'utilisation classique dans une pratique de l'orthophonie en pathologie neurosensorielle avec des sujets déficients auditifs par exemple, *non classique pour des troubles développementaux du langage oral, éprouvée par l'expérience*, trouve une référence théorique solide dans les travaux de Raymond Duval sur les systèmes de représentation sémiotique et les difficultés liées à leur coordination [10].

Dans cette optique d'implication théorique dans l'approche d'un processus d'apprentissage, nous avons d'abord cherché, en vue du travail ultérieur thérapeutique avec l'élève, les modalités, traitements et conversions pour traiter la question posée sur le fractionnement en situation unidimensionnelle.

Nous nous sommes appuyés sur la recherche en didactique des mathématiques [3] à propos des différents types de traitement intervenant dans la lecture de texte par des élèves déficients auditifs, avec une mise en relation de mots dans le sens horizontal et dans le sens vertical. Une disposition horizontale combinée à une disposition verticale de figures, de signes, puis de chiffres et de lettres, s'était avérée efficace dans notre premier cas d'étude (voir *Annexe 3*).

En effet, les méthodes suivantes répertoriées pour la rééducation de la lecture pour le patient présentant le syndrome de Landau-Kleffner s'étaient montrées inefficaces, soient :

- l'association de lettre à un geste avec mise en relief de lettres ou de mots [*méthode phonético-gestuelle Borel-Maisonny*, 1960],
- le codage gestuel phonémique simultané à la parole appliqué à l'écrit [*Cued-Speech*, Cornett, 1966],

- la disposition spatiale verticale des mots et des phrases par groupes de mots [démarche classique en *aphasiologie*],
- le développement des *associations objet-mot* par écrit puis par voie auditive [Worster-Drought, 1971],
- l'*emploi de couleurs* pour individualiser les mots [Léa, 1979].

L'idée de mettre en relation des capacités de mémorisation auditive verbale réduites à un empan de trois pour la répétition de séries de chiffres, et le nombre maximum d'éléments dans le sens horizontal, avait déclenché la compréhension d'un mécanisme de transformation à l'écrit dans le cadre de l'égalité puis de l'addition.

4. Présentation des consignes, lexicale, syntaxe et organisation des mots

4.1. Facilitation du traitement linguistique – Redondance des informations Lisibilité et perception immédiate des informations.

Nous portons d'une part, en raison des troubles de la compréhension du langage éprouvés par J.M., une attention particulière aux éléments constitutifs des énoncés. Pour assurer la compréhension des consignes, *les énoncés doivent comporter des structures grammaticales brèves et simples* (non complexes), *de deux à trois termes au plus* (verbe – complément d'objet direct / verbe - complément d'objet direct – complément circonstanciel de manière), en limitant les expansions des noms au minimum:

Exemples : - Prends un papier. - Fais un trait sur le pli. – Répondre oui ou non.

Les *mêmes mots*, choisis dans le lexique *sûrement compris* par J.M., *sont répétés dans les consignes. Les modifications concernent un élément à la fois dans une phrase*. Dans notre exemple, elles se limitent à la variation d'un chiffre

soit : Plie le papier en 2 morceaux pareils.

puis : Plie le papier en 3 morceaux pareils.

...et à l'ajout d'un adjectif.

soit Prends un papier.

puis Prends un autre papier.

D'autre part, nous introduisons des *variations à l'intérieur d'un système de représentation* en utilisant le procédé de *présentation hiérarchisée du texte dans le sens horizontal et dans le sens vertical aux niveaux lexical et syntaxique* [3]. *L'information, nécessairement redondante, est mise en relief horizontalement par l'emploi de couleurs* [Léa, 1979] ou de surlignage en caractères gras (ou italiques).

Soit : Prends un **papier**.

La phrase suivante est disposée en correspondance dans le sens vertical avec le terme répété.

Soit : Prends un **papier**.

Puis : Plie le **papier** en 2 morceaux pareils.

4.2. Axes de travail linguistique

Un autre axe de travail rééducatif porte sur le lexique mathématique dans le registre de la langue naturelle : La constitution-même des énoncés est importante pour sa compréhension. Sur le thème des fractions, nous avons proposé à J.M. deux questionnaires. Nous avons utilisé l'organisation spécifique du texte décrite en **4.1.** et proposé les deux exercices suivants, sans oralisation.

Prends un stylo *bleu**.
 Souligne en *bleu* les mots qui veulent dire *fractionner**.
Fractionner c'est couper
 mélanger
 ajouter
 soustraire
 multiplier
 additionner
 diviser
 enlever
 partager
 découper
 prendre
 mesurer

* Les mots en italique apparaissent en bleu et sont également soulignés en bleu.

Réponse: J.M. entoure en bleu les verbes couper, additionner, enlever, partager et mesurer.

Prends un stylo *vert**.
 Souligne en *vert* les mots qui veulent dire *fraction**.
 une *fraction* c'est une part
 un morceau
 tout
 un bout
 une addition
 une soustraction
 une multiplication
 une division
 une partie

Réponse : J.M. sélectionne les quatre opérations en entourant les mots en vert.

Ce type d'exercice doit permettre d'évaluer les connaissances qui portent sur le lexique en lui-même, mais aussi sur la mise en relation des mots entre eux, en repérant sa stabilité. Nous savons les difficultés de compréhension à l'intérieur d'un registre d'expression pour J.M. (voir *Annexes 2 et 3*). L'analyse des réponses

de J.M. du point de vue syntaxique fait apparaître que les catégories grammaticales ne correspondent pas nécessairement aux mêmes *conceptions*, entendues dans le sens que Nicolas Balacheff [11] leur assigne, qui émerge des interactions du sujet et du milieu : Par exemple le substantif “fraction” est assimilé aux quatre opérations, ce qui peut signifier que ce sont alors pour J.M. les parentés d'expression et/ou d'écriture qui se sont imposées, alors que le verbe “fractionner” semble déclencher une sélection des verbes en relation avec les activités que J.M. a effectuées dans le domaine fractionnaire. Le changement de nature du mot peut donc impliquer une modification de conceptions pour cet élève : il s'agira ultérieurement en rééducation par exemple, de consolider une représentation fragile et incertaine des termes, en visant l'unification conceptuelle quand celle-ci a lieu d'être. La discussion et la réflexion sur les réponses apportées par le sujet induisent des options de travail.

Le développement de ces démarches de variations opérées dans une dimension écrite a ouvert d'autres voies pour la rééducation de la dyslexie, de la dysorthographe ou de la dysgraphie : elles facilitent la procédure d'assemblage en lecture, la copie sans erreur, la mémorisation de l'orthographe d'usage, et le graphisme par exemple. En référence aux échanges enseignant / thérapeute, ces modalités trouvent une application directe à l'apprentissage de la lecture et de l'écriture, au repérage de difficultés dans ces domaines, à la compréhension des réactions des élèves et à la remédiation des problèmes rencontrés.

En conclusion

La présentation de données ou d'énoncés mathématiques selon une disposition non usuelle, épurée, dont des aspects sont renforcés, facilite le traitement des informations dans une dimension écrite. Nous avons mis en évidence, à partir d'une situation individuelle spécifique et thérapeutique, des caractéristiques qui, habituellement, n'attirent pas l'attention. En situation scolaire standard, un certain nombre d'élèves rencontrera des difficultés inhérentes à la dimension écrite, en relation par exemple avec la structure linguistique même de l'énoncé et sa disposition. Ces voies d'intervention thérapeutiques dégagent des stratégies éducatives susceptibles d'intéresser le plus grand nombre. Elles dépassent le cadre mathématique « au profit de l'enrichissement des moyens d'expression dans la langue usuelle » [5].

BIBLIOGRAPHIE

- [1] PAPAGNO C., BASSO A., 1993, Impairment of written language and mathematical skills in a case of Landau-Kleffner Syndrom, *Aphasiology*. Vol. 7.
- [2] GUILLERÉ-FAUVET F., 1997, Troubles de la mémoire, troubles du langage et syndrome de Landau-Kleffner, *Entretiens d'orthophonie 1997*, p. 160-166, Paris, Expansion Scientifique Française, Entretiens de Bichat.
- [3] ABDELLI M., 1985, *Oralisation et apprentissage arithmétique par des élèves déficients auditifs*, Thèse de troisième cycle en didactique des mathématiques, Strasbourg, IREM.
- [4] DUVAL R., 1995, *Sémiosis et pensée humaine*, Berne, Peter Lang.
- [5] PLUVINAGE F., 1998, Mathématique et communication, ressources en cas de difficulté. Quand l'écrit se distingue de la reproduction de l'oral dans la situation d'enseignement standard, *Entretiens d'orthophonie 1998*, p. 121-127, Paris, Expansion Scientifique Française, Entretiens de Bichat.
- [6] PLUVINAGE F., 1998, La nature des objets mathématiques dans le raisonnement, *Annales de didactique et de Sciences cognitives*, vol.6.
- [7] ADJIAGE R., 1999 *L'expression des nombres rationnels et leur enseignement initial*, Thèse, Strasbourg Université Louis Pasteur, I.R.E.M.
- [8] ADJIAGE R., ET PLUVINAGE F., 2000, Un registre géométrique unidimensionnel pour l'expression des rationnels, *Recherche en Didactique des Mathématiques*, Vol. 20 n° 1, p. 41 – 88.
- [9] SERON X., 1993, *La neuropsychologie cognitive*, P.U.F., Paris.
- [10] DUVAL R., 1998, Un processus central dans le développement des apprentissages intellectuels. La coordination des registres de représentation sémiotique, *Entretiens d'orthophonie 1998*, p. 121-127, Paris, Expansion Scientifique Française, Entretiens de Bichat.
- [11] BALACHEFF N., 2002, Cadre, registre et conception, in *Les cahiers du laboratoire Leibniz*, n° 58, Grenoble IMAG.

Florence FAUVET
Orthophoniste, Cabinet d'orthophonie,
24 rue de la Wantzenau, 67720 HOERDT
Chargée d'enseignement à l'IUFM d'Alsace

* Recherche initiée dans le cadre de l'unité INSERM n° 398, Neurobiologie des épilepsies, Hôpitaux Universitaires, Strasbourg, 1996.

Annexe 1 : Résumé de la stratégie développée pour le calcul dans le cadre d'une pathologie neurologique .

Le syndrome de Landau-Kleffner se traduit en particulier par des perturbations des fonctions supérieures, dont des troubles de la compréhension du langage oral, des difficultés d'expression, une inattention auditive, et des difficultés mnésiques. A l'âge de 8 ans 8 mois, malgré l'utilisation des méthodes répertoriées, les travaux de recherche à l'INSERM et les contacts avec les différentes équipes thérapeutiques spécialisées, l'apprentissage de la lecture semble bloqué : la reconnaissance lexicale fonctionne pour quelques mots, la conversion des graphèmes en phonèmes et leur assemblage restent limités. La réduction importante des capacités d'attention et des capacités de mémorisation auditive verbale entrave les apprentissages. L'enfant ne pouvait répéter de mémoire des séries constituées de plus de *trois* chiffres, capacité correspondant à un âge développemental de trois ans.

Nous avons évoqué avec F. Pluvinage les difficultés éprouvées en mathématiques pour l'addition. Les problèmes semblent liés à une question d'écriture et aux informations elles-mêmes, c'est-à-dire leur nombre, leur ordre, leur perception et leur longueur. F. Pluvinage propose de réduire l'information à ce qui peut être perçu, intégré et mémorisé dans le sens horizontal (3 éléments), puis d'associer les autres éléments avec une présentation verticale [3]. Dans un premier temps, pour éviter l'interférence avec d'autres processus centraux liés à l'oralisation [4], le travail s'effectue sans parler. Nous partons de l'égalité par convention. Puis nous avons proposé les égalités successives en disposant les éléments dans le sens vertical, les uns en dessous des autres. Progressivement, à condition d'une attention permanente à la congruence des opérations et d'une progression lente et minutieuse, avec des réticences à chaque modification (par exemple l'égalité inverse) l'addition a fonctionné.

En établissant un parallèle avec la lecture, nous avons présenté les mots segmentés en deux ou trois lettres au maximum horizontalement –découpage qui peut différer légèrement du découpage syllabique oral-, puis disposé les séquences suivantes verticalement. Une phrase simple segmentée de cette façon, lue avec un débit lent, a permis la conversion, l'assemblage et l'accès rapide aux représentations sémantiques dès sa première présentation. Par la suite, l'acquisition de la lecture a entraîné l'écriture de mots selon les mêmes démarches de présentation [2].

Annexe 2 : tableau clinique – évolution des troubles.*Absence de troubles : -**Présence de troubles : +*

AGE <i>CLASSE</i>	Troubles de la motricité	Troubles de développement du langage oral	Troubles de l'acquisition du langage écrit	Troubles de la vue et de l'audition
5 ans 6 mois <i>Troisième année de Maternelle Cycle II Première Année</i>	+	Incitation Verbale + Articulation + Parole + Langage + (Réception / Emission)		+
6 ans 10 mois <i>C.P. Cycle II Deuxième Année</i>	+	Incitation Verbale + Articulation - Parole + Langage + (Réception / Emission)	Lecture + Ecriture +	+
7 ans 8 mois <i>C.E.1 Cycle II Troisième Année</i>	+	Incitation Verbale + Parole + Langage + (Réception / Emission)	Lecture + Ecriture + Calcul +	-
9 ans 9 mois <i>C.M.1 Cycle III Deuxième Année</i>	-	Incitation Verbale + Parole - Langage + (Réception / Emission)	Lecture - Ecriture + Calcul +	-

Annexe 3 : Tests et processus de lecture.

Le tableau suivant présente, d'après L2MA (Batterie Langage oral Langage écrit Mémoire Attention. Ed. E.C.P.A. 1997) un modèle simplifié par Morton et Patterson (1980), Lecoq (1992) et Morais (1994). On a représenté sur cette figure les deux voies directe et indirecte, qui peuvent être utilisées pour la lecture (la première correspond à une stratégie d'*adressage* directe au lexique orthographique et la seconde à une stratégie d'*assemblage* après conversion des graphèmes en phonèmes).

On trouve également représenté schématiquement le processus de compréhension du langage écrit, ainsi que celui de la lecture à haute voix.

Les épreuves d'évaluation du langage oral, de la mémoire et de l'attention sont représentées sur la figure (en italique) dans la mesure où elles permettent d'éclairer les déficits au sein du processus ; il en est de même pour les épreuves qui apprécient les stratégies lexiques maîtrisées.

