

Université de Nantes
Unité de Formation et de Recherche
« Médecine et Techniques Médicales »
Année Universitaire 2005-2006

Mémoire pour l'obtention du
Diplôme de Capacité d'Orthophoniste
Présenté par

Gaëlle CHAIN
(née le 31.05.83)

Difficultés de construction de la numération chez
des enfants avec ou sans troubles associés et
_____ création d'un jeu

Président du jury : Madame Suzanne Calvarin, orthophoniste
Directeur du Mémoire : Madame Anne Le Ray, orthophoniste
Membre du Jury : Madame Marie-Claude Aubry, orthophoniste

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION..... 6

PREMIERE PARTIE : THEORIE 6

I LA CONSTRUCTION DU NOMBRE ET DE LA NUMERATION CHEZ L'ENFANT. 6

I.1 CONSTRUCTION DU NOMBRE SELON J. PIAGET 6

I.2 UNE APPROCHE NEUROPSYCHOLOGIQUE 7

I.3 ASPECT SEMANTIQUE 10

I.4 ASPECT LINGUISTIQUE ET ASPECT ECRIT 12

I.5 CONSTRUCTION DE LA NUMERATION..... 15

II LANGAGE ET ACTIVITES COGNITIVES..... 19

II.1 INFLUENCE DU LANGAGE SUR LES ACTIVITES COGNITIVES..... 19

II.2 INDEPENDANCE ENTRE LANGAGE ET ACTIVITES COGNITIVES 20

II.3 UTILISATION DU LANGAGE DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA NUMERATION..... 23

III SPECIFICITES DE LA SURDITE SUR LE PLAN COGNITIF 24

III.1 LES SPECIFICITES DU LANGAGE GESTUEL..... 24

III.2 L'INTELLIGENCE ET LES ACTIVITES COGNITIVES CHEZ L'ENFANT SOURD..... 26

III.3 LA REPRESENTATION MENTALE CHEZ L'ENFANT SOURD 27

III.4 LA PENSEE VISUELLE 28

IV L'ACCES AU CONCEPT MATHEMATIQUE..... 30

IV.1 DEFINITIONS..... 30

IV.2 DU CONCRET A L'ABSTRAIT 33

IV.3 LIEN ENTRE CONCEPTS ET PROCEDURES 34

IV.4 DANS LE DOMAINE NUMERIQUE..... 35

V TROUBLES LOGICO-MATHEMATIQUES ET REMEDIATIONS EN ORTHOPHONIE..... 37

V.1 LES REMEDIATIONS : DIFFERENTES APPROCHES POSSIBLES..... 37

V.2 PRINCIPES GENERAUX POUR LA REMEDIATION..... 38

V.3 DONNER DU SENS..... 39

V.4 L'ASPECT LUDIQUE..... 40

V.5 LA NUMERATION ET SA REEDUCATION..... 40

PROBLEMATIQUE :..... 43

DEUXIEME PARTIE : PRATIQUE 44

I	PRESENTATION DES ENFANTS OBSERVES	44
I.1	ENFANTS PRIS EN CHARGE POUR UN TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE.....	44
I.2	ENFANTS AVEC TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE ET TROUBLE(S) ASSOCIE(S)	45
I.3	ENFANTS SOURDS PRIS EN CHARGE DANS PLUSIEURS DOMAINES	46
II	METHODE D'OBSERVATION	47
II.1	QUELS ASPECTS DU NOMBRE OBSERVER ?.....	47
II.2	MODALITES DE L'OBSERVATION	49
III	OBSERVATION DE SEANCES SUR LA NUMERATION ET ANALYSE	49
III.1	ENFANT PRIS EN CHARGE POUR UN TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE.....	49
III.2	ENFANTS AVEC TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE ET TROUBLE(S) ASSOCIE(S).....	50
III.3	ENFANTS SOURDS PRIS EN CHARGE DANS PLUSIEURS DOMAINES	53
III.4	QUELS ASPECTS ENTRAINENT LE PLUS FREQUEMMENT DES DIFFICULTES ?.....	55
IV	CREATION DU JEU	56
IV.1	LES OBJECTIFS RECHERCHES	56
IV.2	FABRICATION DU JEU.....	57
IV.3	UTILISATION DU JEU	61
V	OBSERVATION DE SEANCES UTILISANT LE JEU ET ANALYSE	62
V.1	ENFANTS PRIS EN CHARGE POUR UN TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE	63
V.2	ENFANTS AVEC TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE ET TROUBLE(S) ASSOCIE(S).....	64
V.3	ENFANTS SOURDS PRIS EN CHARGE DANS PLUSIEURS DOMAINES	67
V.4	QUELS ELEMENTS L'UTILISATION DU JEU A-T-ELLE PU METTRE EN EVIDENCE ?	69
VI	DISCUSSION	71
VI.1	INFLUENCE DU LANGAGE.....	71
VI.2	INFLUENCE DE LA SURDITE	71
VI.3	L'ACCES AU CONCEPT	72
VI.4	INTERET DU JEU FABRIQUE	72

CONCLUSION.....	74
NOTES	75
BIBLIOGRAPHIE	77
ANNEXES.....	78

INTRODUCTION

Lors des stages effectués cette année, nous avons rencontré de nombreux enfants en difficulté en mathématiques. Nous avons voulu nous intéresser de plus près à l'acquisition de la numération, qui semble poser problème à la plupart des enfants pris en charge en orthophonie pour des difficultés logico-mathématiques. En effet, si l'accès au nombre est soumis à plusieurs structures qu'on pourrait qualifier de pré-requises, la numération dépend d'autant plus de multiples facteurs.

L'observation de séances de rééducation des troubles logico-mathématiques nous a amenées à nous interroger sur différents points. Comment se construisent le nombre et la numération chez l'enfant, et comment l'enfant accède-t-il au concept ? Quels liens entretient cette construction avec le langage ? Si le langage influence le développement cognitif de l'enfant, quels peuvent être les effets de la surdité ? Comment faire pour aider l'enfant en difficulté à accéder à la numération décimale ?

Nous avons choisi d'observer les enfants en difficulté d'apprentissage dans le domaine logico-mathématique lors de leurs prises en charge orthophoniques, afin d'essayer de suivre le déroulement de leur pensée, et ce dans le but de comprendre mieux leurs difficultés, de repérer les points fragiles et d'imaginer une manière de les aider. Les enfants observés étaient très différents : entendants ou sourds, avec ou sans troubles du langage oral ou écrit, avec ou sans difficultés d'attention et de concentration... Cette diversité nous a permis, en prenant en compte les particularités de chacun des enfants, d'élaborer un matériel utilisable pour la rééducation de la numération décimale, un outil ludique et adaptable à chaque enfant en fonction de ses besoins.

PREMIERE PARTIE : THEORIE

I LA CONSTRUCTION DU NOMBRE ET DE LA NUMERATION CHEZ L'ENFANT

En 1941, *La genèse du nombre chez l'enfant*, écrit par Jean PIAGET et Alina SZEMINSKA, est le premier travail scientifique à marquer le domaine du nombre. Considéré comme père fondateur, souvent critiqué, PIAGET a néanmoins été un précurseur et ses recherches demeurent des références essentielles. Depuis les années 1990, l'intérêt pour le domaine du nombre a pris de l'ampleur et de nombreuses théories explicatives ou descriptives du développement des capacités numériques ont vu le jour.

I.1 CONSTRUCTION DU NOMBRE SELON J. PIAGET

I.1.1 La construction des classes

PIAGET (1941) a étudié la correspondance terme à terme à travers deux situations différentes de mise en correspondance d'objets :

- La correspondance provoquée : les objets utilisés pour les expériences sont des objets complémentaires tels que des œufs et des coquetiers.
- La correspondance spontanée : on utilise des objets homogènes comme des jetons.

A travers ces deux types d'expérience, PIAGET a dégagé trois stades de développement de la correspondance terme à terme :

- Au premier stade, il n'y a pas de correspondance exacte ni d'équivalence. L'enfant procède par comparaison d'ensemble, par évaluation globale et donc perceptive. Le critère important pour l'enfant est la ressemblance qualitative par densité ou par longueur, sans coordination de ces deux rapports.
- Au deuxième stade, il y a correspondance terme à terme sans équivalence durable. La correspondance établie par l'enfant est d'ordre perceptif et suppose « un contact perçu entre les termes ». En cas de modification du critère global et spatial, la correspondance est rompue. La correspondance est intuitive, c'est-à-dire qu'elle ne se conserve pas hors du champ perceptif actuel.
- Au troisième stade, il y a correspondance terme à terme et équivalence durable des collections correspondantes. La correspondance n'est plus intuitive mais opératoire, puisqu'elle se conserve hors du champ perceptif et est réversible. L'enfant accède ainsi à la réversibilité des opérations : une opération telle qu'une transformation spatiale peut être corrigée par l'opération inverse. La correspondance est numérique, elle « fait abstraction des qualités des parties et les considère comme unités. ».

La notion d'unité apparaît avec l'égalisation des différences : les unités sont considérées comme égales en tout sauf la position relative et momentanée que chacune occupe dans la série.

La correspondance terme à terme et la relation d'équivalence débouchent sur la notion de classe. La classe est une réunion de termes considérés comme équivalents indépendamment de leurs différences : on néglige ces différences. Pour qu'une classe existe, il suffit qu'il existe un terme n'appartenant pas à cette classe.

I.1.2 La relation asymétrique

La relation asymétrique consiste en l'expression d'une différence. Dans une collection, les termes diffèrent par leur position. Si l'on considère trois termes A, B et C, les intervalles entre A et B, et B et C s'additionnent en une différence plus grande. On est dans une sériation.

PIAGET a décrit un développement du processus de sériation semblable au développement du processus d'équivalence.

I.1.3 Le concept de nombre

Le concept de nombre naît de la fusion de la notion de classe et de la relation d'équivalence, et de la relation asymétrique. Le nombre réunit en un tout opératoire la classe et la relation asymétrique. La classe définit les éléments d'une collection comme équivalents entre eux par égalisation des différences, et la relation asymétrique définit les éléments de la collection comme différents par leur ordre de dénombrement.

PIAGET insiste sur la nécessité de la réversibilité et la mobilité de la pensée, qui permet de voir les choses sous plusieurs points de vue et de les coordonner. C'est en effet cette réversibilité qui permet de coordonner relation d'équivalence et relation asymétrique pour faire émerger le concept de nombre.

I.2 UNE APPROCHE NEUROPSYCHOLOGIQUE

Depuis les années 1980, la neuropsychologie cognitive a apporté un éclairage nouveau sur le domaine logico-mathématique, en étudiant le fonctionnement pathologique afin de comprendre le fonctionnement normal.

I.2.1 Un modèle sémantique

En partant du principe selon lequel un patient cérébro-lésé possède le même système architectural intellectuel qu'un sujet normal, MC CLOSKEY & al.¹ ont étudié le fonctionnement de sujets cérébro-lésés, et ont pu développer un modèle du traitement modulaire des nombres.

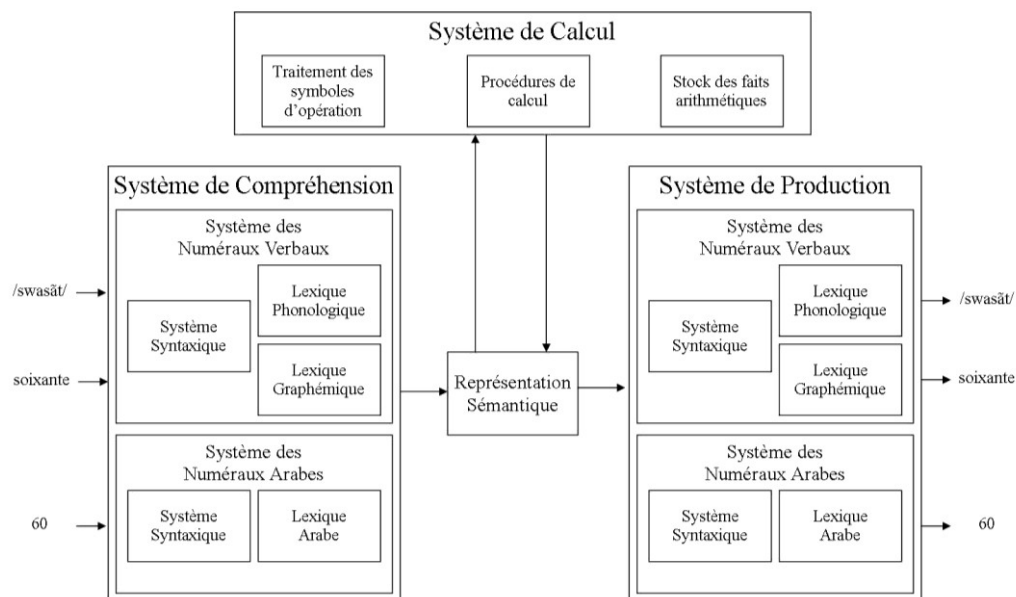


Figure 1. Modèle de traitement des nombres de Mc Closkey et al. (1985)

Cette architecture modulaire distingue les mécanismes de traitement des nombres et les mécanismes de calcul. Les systèmes de compréhension et de production des nombres comportent chacun un système de traitement des nombres verbaux et un système de traitement des nombres arabes. La représentation sémantique des nombres est indépendante du code d'entrée, abstraite et unique. Elle consiste en une formule sémantique exprimant chaque nombre en termes de puissances de dix : à chaque position est associée la quantité correspondante.

SERON & NOËL (1995) remarquent le rôle de la familiarité au niveau des mécanismes de production : les nombres familiers sont pré-assemblés dans le lexique phonologique de sortie, de la même manière que les formules verbales.

COHEN & DEHAENE (1995) se posent la question de l'existence de plusieurs voies pour la lecture des nombres, avec une voie sémantico-lexicale concernant les connaissances encyclopédiques et une voie sémantique mais non lexicale pour l'accès à la quantité.

DELAZER & GIRELLI (1997) présentent un modèle de traitement à deux voies, qui rappelle les modèles proposés pour la lecture :

- Une voie lexicale : les nombres familiers tels que ceux du numéro de téléphone ou de l'adresse sont reconnus dans un lexique numérique d'entrée qui rend disponible la signification correspondante dans le système sémantique.
- Une voie non lexicale : cette voie serait utilisée pour les nombres non familiers.

Le modèle proposé par MC CLOSKEY & al. a donné lieu à des critiques, notamment de DELOCHE et SERON qui avaient proposé en 1982 un modèle de transcodage sans représentation sémantique abstraite mais avec un traitement linguistique permettant de tout lier.

I.2.2 Un modèle asémantique

Parallèlement aux recherches de MC CLOSKEY, DEHAENE (1992) a développé le « modèle du triple code » en se basant sur deux postulats :

- Les nombres peuvent être représentés mentalement dans trois codes distincts.
- Toute tâche numérique est liée à un code spécifique.

Ce modèle repose sur trois codes ou représentations :

- La représentation auditive-verbale correspond à la forme verbale des noms de nombres, et est localisée dans les aires du langage de l'hémisphère gauche. Elle comprend les formes lexicales et les procédures impliquées dans l'identification et la production des noms de nombre, et permet l'accès aux faits arithmétiques.
- La représentation visuelle-arabe concerne les formes visuelles des chiffres et des nombres. Disponible dans les deux hémisphères, elle est utilisée pour les jugements de parité et pour l'arithmétique écrite.
- La représentation analogique de la quantité, concevable comme une ligne numérique orientée, permet le calcul approximatif, l'estimation, la comparaison de quantités. Elle correspond à la dimension sémantique des quantités, et est disponible dans les deux hémisphères.

Ces trois représentations peuvent être très indépendantes, mais aussi s'activer entre elles grâce à un mécanisme asémantique de transcodage.

L'observation de ces différents modèles nous donne une idée de la complexité du traitement des nombres et nous offre des points de vue possibles pour l'analyse des difficultés rencontrées par les enfants dans le domaine numérique.

I.3 ASPECT SEMANTIQUE

I.3.1 Une représentation analogique du nombre

Dès les années 1960, de nombreux chercheurs ont utilisé la métaphore d'une ligne numérique mentale pour expliquer la représentation des nombres. Ceux-ci ne seraient donc pas représentés indépendamment les uns des autres mais sous la forme de grandeurs continues, sur un continuum analogique. Cette ligne numérique présenterait différentes caractéristiques :

- Un effet de distance : il est plus facile de discriminer la grandeur de deux nombres si leurs représentations sont plus éloignées sur la ligne numérique.
- Un effet de taille ou de grandeur : plus les nombres à comparer sont grands, plus ils semblent proches et donc moins discriminables. Deux hypothèses pourraient expliquer cet effet. Certains pensent que la précision des représentations des nombres diminue avec l'augmentation de la valeur de ceux-ci. Au contraire, selon DEHAENE (1992), quel que soit le nombre, la précision de la représentation de sa magnitude est la même, mais la ligne numérique est compressible, c'est-à-dire que la distance subjective entre les petits nombres est plus grande qu'entre les grands nombres.

D'autres hypothèses concernant la ligne numérique mentale ont été avancées. DEHAENE, BOSSINI & GIRAUX (1993) ont ainsi postulé une orientation spatiale de cette ligne numérique, les petits nombres étant situés à gauche et les grands nombres à droite. Il est possible que cette orientation soit liée à l'orientation classique donnée par la culture pour la représentation des nombres dans l'espace externe, mais aussi pour la lecture.

Certaines personnes utilisent d'autres représentations visuo-spatiales telles que les faces d'un domino, dès la présentation d'un chiffre, ou même dès qu'ils pensent à un nombre. Par ailleurs, il semblerait que, dès l'âge de 6-7 ans, l'enfant active automatiquement la grandeur numérique exprimée par le chiffre. Cette activation automatique de la sémantique des nombres serait indépendante de la tâche à réaliser : dans une tâche concernant l'aspect physique des nombres, les résultats sont influencés par la sémantique des nombres.

I.3.2 Une représentation en base 10

Dans leur modèle de traitement des nombres, MC CLOSKEY & al. (1985) ont fait l'hypothèse d'une représentation sémantique de structure décimale.

En 1997, FUSON & al.² proposent un modèle explicatif du développement d'une représentation numérique en base 10 : ils décrivent cinq conceptions possibles des nombres à deux chiffres, certaines étant plus matures que d'autres, mais ne constituant pas des étapes nécessaires à chaque enfant.

- La conception unitaire des nombres à deux chiffres : il n'y a pas de décomposition des nombres en sous-groupes.
- La conception x-ante unités basée sur la numération verbale : l'enfant reconnaît l'existence de deux parties dans le nombre, la partie décimale et la partie unitaire.

Chacune de ces parties est vue comme un groupe de « uns ». Cette conception expliquerait les erreurs de transcription de type « quarante-six » écrit « 406 ».

- La conception de séquences dizaines-unités : par l'apprentissage de la chaîne numérique verbale par dix, l'enfant connaît les dizaines et les considère comme des groupes de dix. Il conçoit ainsi « quarante-six » comme quatre groupes de dix et un groupe de six.
- La conception dizaines-unités séparées : l'enfant voit la dizaine comme un unité d'un niveau supérieur et non plus comme un groupe de dix unités. Le nombre est donc compris comme constitué de deux types d'unités : les unités de dix et les unités de uns.
- La conception intégrée des séquences dizaines-unités séparées : l'enfant est capable de passer facilement de la conception de séquences dizaines-unités à la conception dizaines-unités séparées. Les équivalences sont bien maîtrisées.

I.3.3 D'une représentation analogique à une représentation en base 10

RESNICK (1983-1989)³ a élaboré un modèle du développement numérique en sept étapes, débutant par les connaissances pré-numériques présentes chez les bébés et aboutissant à une représentation décimale du nombre.

- Les connaissances quantitatives préverbaux, présentes chez les bébés.
- L'utilisation de termes quantitatifs non numériques comme « beaucoup, grand, encore... » avec l'apparition du langage : l'enfant peut ainsi utiliser des schémas de comparaison portant sur les dimensions perceptives.
- L'introduction de numéraux verbaux avec l'apprentissage du comptage et de la chaîne numérique verbale. Ces numéraux verbaux constitueraient une « suite numérique mentale » avec relations de succession de type « +1 ».
- Les nombres acquièrent un statut de nom, possèdent des propriétés concernant les liens entre les nombres.
- Avec la découverte des nombres supérieurs à 9, apparaît une nouvelle suite numérique mentale de type « +10 ». Les deux suites mentales se coordonnent et l'enfant conçoit le nombre en une partie « dizaines » et une partie « unités ».
- L'enfant devient capable de concevoir des partitions multiples, les équivalences sont possibles.
- L'enfant comprend les procédures sous-jacentes des opérations, comme les retenues.

Selon RESNICK, cette suite numérique mentale s'intègre progressivement au schéma perceptif de comparaison. Il ajoute que l'utilisation même du symbole numérique aide à l'élaboration du concept de nombre.

I.4 ASPECT LINGUISTIQUE ET ASPECT ECRIT

Le nombre est un langage : il sert à communiquer et émet un sens. Plusieurs codes sont utilisés pour représenter le nombre, chacun nécessitant un apprentissage, implicite ou explicite, ce qui peut poser de nombreuses difficultés : pour l'apprentissage individuel de ces différents codes, mais aussi pour apprendre à passer de l'un à l'autre.

I.4.1 Développement de la chaîne numérique verbale (CNV)

L'enfant acquiert la chaîne numérique verbale entre 2 et 6 ans. On peut délimiter chez les enfants différentes parties de la CNV, ces parties évoluant rapidement jusqu'à une CNV totalement stable et conventionnelle.

- La partie stable et conventionnelle : c'est la partie acquise de la CNV que l'enfant récite toujours dans l'ordre. A un moment donné, un enfant peut avoir pour partie stable et conventionnelle : « un, deux, trois... ». Il s'agit de la base de l'apprentissage, d'abord composée de trois ou quatre éléments, mais progressant rapidement : à 3 ans $\frac{1}{2}$, elle est composée d'environ 14 éléments, et de 40 éléments à 6 ans. Il existe des différences interindividuelles, liées au milieu socio-familial de l'enfant et aux interactions avec ses proches, différences qui s'effacent en peu de temps.
- La partie stable et non conventionnelle : ce sont les nombres qu'à un moment donné, l'enfant récite invariablement mais sans respecter l'ordre conventionnel : « un, deux, trois, cinq, neuf, six... ». Cette partie reflète le désir de l'enfant d'aller au-delà de ce qu'il connaît, mais aussi une non compréhension des règles.
- La partie non stable et non conventionnelle : c'est le terrain d'expérimentation de l'enfant. Il peut ainsi dire : « dix-huit, dix-neuf, dix-dix... ». Cette partie se stabilise quand l'enfant stabilise les règles de la CNV.

Par ailleurs, on distingue quatre niveaux de développement :

- Le niveau « chapelet » : vers 2-3 ans, les noms de nombres ne sont pas dissociés, l'ordre n'est pas toujours respecté.
- Le niveau de la « chaîne insécable » : l'enfant individualise les noms de nombre mais n'est pas capable de commencer à compter à partir du milieu, ni de s'arrêter à un nombre donné. La CNV est une série automatique avec un point de départ et un point d'arrivée.
- Le niveau de la « chaîne sécable » : vers 6 ans, l'enfant est capable d'entrer n'importe où dans la chaîne, de compter d'un nombre donné à un autre. Les éléments de la CNV sont séparables.
- Le niveau de la « chaîne terminale » : chaque élément est individualisé. La chaîne est bidirectionnelle, c'est-à-dire que l'enfant peut compter à rebours, mais aussi par pas, d'un nombre donné à un autre, en dénombrant les nombres énumérés...

I.4.2 Le code verbal : notion de système

Le code verbal est fondé sur un système linguistique : les nombres constituent un ensemble non fini, où il serait impossible de donner un nom à chacun. Il est donc nécessaire de faire correspondre à chaque nombre un signifiant défini par les règles du système. Celui du code verbal possède comme tout système linguistique un lexique et une syntaxe, fondée sur l'addition et la multiplication, et qui rend signifiant l'ordre d'énumération.

Le lexique est composé de l'ensemble des mots isolés qui désignent une quantité :

- Les unités : « un, deux, trois, quatre, cinq, six, sept, huit, neuf. »
- Les dizaines : « dix, vingt, trente, quarante, cinquante, soixante. »
- Les particuliers : « onze, douze, treize, quatorze, quinze, seize. »

Avec ces trois catégories, on peut compter jusqu'à 99.

- Les multiplicateurs : « cent, mille, million, milliard... »

Avec l'ensemble de ces mots, on peut compter jusqu'à l'infini.

La syntaxe est fondée sur deux règles qui permettent d'associer les mots isolés :

- Une règle additive : on additionne la quantité représentée par le deuxième mot à celle représentée par le premier. « Vingt-quatre » est bien la somme de 20 et 4.
- Une règle multiplicative : on multiplie le deuxième nombre par le premier. « Quatre-vingt » correspond au produit : 4×20 .

L'ordre d'énumération est donc pertinent : « cent mille dix » ne désigne pas le même cardinal que « dix mille cent ».

On relève des différences interculturelles dans l'acquisition de la suite verbale des nombres, notamment une supériorité des enfants d'Asie du Sud-Est par rapport aux enfants occidentaux. En effet, les systèmes de dénomination verbale des langues asiatiques sont réguliers et décimaux pour les nombres entre 10 et 100, contrairement aux langues occidentales qui ne font pas apparaître clairement la structure décimale. En français, les difficultés sont accentuées par l'irrégularité des nombres entre soixante-dix et quatre-vingt dix-neuf.

Concernant l'acquisition de la signification cardinale des noms de nombres, FAYOL⁴ constate que le codage de l'accroissement des quantités par les dénominations est très abstrait : les indices sémantiques et syntaxiques ne traduisent pas directement l'accroissement des quantités, contrairement à la représentation mentale continue et analogique utilisée pour l'augmentation de la longueur, de la densité, du volume. L'utilisation de la numération verbale pour déterminer la cardinalité d'une collection nécessite la compréhension du principe suivant lequel le langage code la quantité.

I.4.3 Le code en chiffres arabes

Le code en chiffres arabes possède lui aussi un lexique et une syntaxe bien particuliers et sans rapport avec le code verbal. Il nécessite donc un apprentissage spécifique par l'enfant.

Le lexique se compose des chiffres de 0 à 9, avec lesquels on peut écrire tous les nombres. La syntaxe repose sur une notation positionnelle qui donne au chiffre sa valeur : plus un chiffre est à gauche, plus il est puissant. L'ordre des chiffres est pertinent.

Le zéro a une grande importance : quand aucune valeur n'est attribuée à une puissance de dix, on remplit cette place par un zéro afin de maintenir la position des autres puissances de dix. Le zéro a un statut lexical dans les dizaines, les centaines, et est donc récupéré directement sous la forme à deux chiffres de la dizaine puis inséré. Le zéro a un statut syntaxique dans les autres cas, qui entraîne beaucoup plus d'erreurs.

FAYOL a remarqué que l'association entre le chiffre arabe et la cardinalité correspondante n'entraînait pas de difficultés particulières. C'est la notation positionnelle qui pose le plus de problèmes dans l'apprentissage du code en chiffres arabes, notamment le rôle du zéro qui serait difficile à assimiler. L'opacité des systèmes occidentaux rend cette acquisition ardue.

I.4.4 Le transcodage, un apprentissage complexe

Le transcodage numérique, processus consistant en la traduction d'un nombre présenté dans un code « source » à un code « de sortie », repose sur des règles sophistiquées, que l'enfant doit explicitement apprendre.

Le transcodage se fait entre code en chiffres arabes, code verbal écrit et code verbal oral.

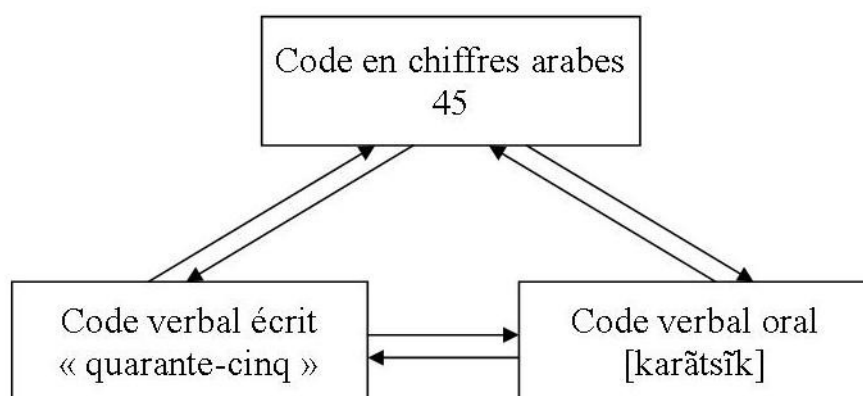


Figure 2. Le transcodage, passage d'un code « source » à un code « de sortie ».

POWER & DAL MARTELLO ont proposé une description des règles :

- Une règle de nature syntaxique additive : cette règle repose sur un principe de sur-écriture : les sommes ajoutées sont écrites par-dessus les chiffres du premier nombre en commençant par la droite. Pour « cent cinq », le « 5 » s'écrit par-dessus le « 0 » se trouvant le plus à droite dans le nombre « 100 ».
- Une règle de nature syntaxique multiplicative : cette règle repose sur un principe de concaténation : pour « trois cent », le « 3 » va prendre la place du « 1 » de « 100 ».

L'impact de la langue est là aussi important : le français ne rend pas toujours compte du caractère décimal du code en chiffres arabes.

Le transcodage du code verbal oral au code en chiffres arabes nécessite l'analyse des relations entre les mots, à partir de leur ordre dans la séquence orale et de leur taille. Concernant ce passage du code verbal oral au code en chiffres arabes, il existe deux grands types d'erreurs :

- Les erreurs lexicales : la structure syntaxique est bonne mais les chiffres utilisés sont incorrects. Le patient peut ainsi écrire « 467 » pour « trois cent vingt-cinq ». Ces erreurs concernent plutôt les patients cérébro-lésés.
- Les erreurs syntaxiques : les primitives lexicales sont bonnes mais utilisées dans une structure globale erronée. Le patient peut ainsi écrire « 300205 » pour « trois cent vingt-cinq ». Ces erreurs seraient dues à un mauvais découpage de la séquence orale : les groupes numériques ne seraient pas bien isolés et leur rôle dans l'expression serait donc faussé. Selon FAYOL, ces erreurs sont fréquentes chez les enfants, et sont, à un certain stade du développement, normales.

Le transcodage du code en chiffres arabes au code verbal oral nécessite quant à lui une analyse de la position des chiffres dans la séquence. Les erreurs syntaxiques sont majoritaires dans les tâches de transcodage de ce type. Le nombre à lire est fragmenté, à cause d'une mauvaise analyse, donnant par exemple des oralisations telles que « soixante vingt-cinq » pour « 625 », ou encore l'enfant utilise un mauvais multiplicateur, lisant donc le nombre « 309 » : « Trois mille neuf ».

I.5 CONSTRUCTION DE LA NUMERATION

I.5.1 L'apprentissage de la numération à l'école

Les objectifs concernant le programme scolaire en mathématiques ont été diffusés dans le Bulletin Officiel du 14 Février 2002.¹ Nous nous intéresserons plus particulièrement à la partie « Connaissance des nombres entiers naturels » pour les cycles 2 et 3, et à la partie « Connaissance des fractions simples et nombres décimaux » pour le cycle 3.

Pour le cycle 2 (grande section de maternelle, CP et CE1), le programme concerne la découverte et l'apprentissage des nombres entiers naturels inférieurs à 1000. Les objectifs principaux sont :

- le dénombrement des éléments d'une collection, la maîtrise des échanges par dizaines et par centaines,
- la compréhension de la valeur des chiffres selon leur position en numération décimale,
- la mise en relation entre code verbal oral, code verbal écrit et code en chiffres arabes,
- la mise en ordre des nombres,
- la connaissance de certaines relations arithmétiques entre les nombres.

¹ Voir en Annexes.

En grande section de maternelle, les apprentissages visés sont l'apprentissage et l'utilisation de la chaîne numérique verbale jusqu'à 30 dans le comptage de un en un, l'association des représentations chiffrées et orales des nombres.

En CP (Cours Préparatoire), ces apprentissages sont approfondis, élargis à tous les nombres à deux chiffres. L'enfant apprend à compter de 10 en 10, à ranger les nombres sur une ligne, à les comparer.

En CE1, ces mêmes objectifs s'étendent aux nombres à trois chiffres. L'enfant commence à apprendre les relations arithmétiques de double entre les nombres.

En cycle 3, la connaissance des nombres entiers naturels s'étend jusqu'à 1 000 000.

En CE2, les enfants commencent à décomposer les nombres en puissances de dix. Les relations arithmétiques concernant les multiples de 2, 5, 10 sont abordées, ainsi que le vocabulaire lié aux multiples et aux fractions simples : « double, demi, triple, tiers, quadruple, quart ».

En CM1 et en CM2, ces connaissances sont approfondies et consolidées.

C'est à partir du CM1 que les fractions et les nombres décimaux sont abordés. En CM2, ces connaissances sont structurées et consolidées. Les principales connaissances visées sont :

- Le passage d'une fraction à un nombre décimal et inversement,
- La compréhension de la valeur des chiffres des nombres décimaux selon leur position,
- La maîtrise du transcodage de code verbal oral à code en chiffres arabes et inversement,
- La connaissance du vocabulaire des fractions (demi, dixième, centième...),
- La possibilité de comparer, ranger les nombres, et donner une valeur approchée d'un nombre décimal.

Selon BACQUET & GUERITTE-HESS (1996), la progression officielle pour l'apprentissage du nombre comporte des inconvénients : elle ne fait pas apparaître explicitement l'aspect systématique et infini du fonctionnement de la numération, ni la différence entre les mots de classe (mille, millions, milliards) et les mots de rang (unités, dizaines, centaines).

Des méthodes d'apprentissage moins traditionnelles ont été proposées, notamment par Stella BARUK dans *Comptes pour petits et grands* (1997). Celle-ci préconise « un apprentissage du nombre et de la numération fondé sur la langue et le sens », soutenant que la compréhension du système linguistique servant à désigner les nombres permet la compréhension des nombres eux-mêmes. S. BARUK souligne l'importance de la nature syntaxique des mots-nombres et distingue d'un côté les « nombres-de », utilisés en tant que déterminant d'un nom pour référer à une quantité représentée (« quatre voitures »), et de l'autre côté les « nombres », utilisés en tant que nom pour référer à la collection-témoin représentante (« quatre est un nombre pair »). Cet usage des mots-nombres est celui qui favorise le mieux l'abstraction des unités numériques.

Dans cette perspective linguistique, S. BARUK ajoute qu'une activité concrète n'est justifiée que si elle conduit à organiser les données selon une structure langagière.

Cette méthode utilise différentes représentations visuelles des nombres qui préservent l'idéalité du nombre et favorisent ainsi la conceptualisation : barres, points, doigts stylisés sous formes de bâtons. S. BARUK considère cependant que les représentations figurées des quantités supérieures à 100 sont inutiles.

La progression ne suit pas l'ordre de la suite numérique mais commence par les nombres réguliers et intermédiaires pour aller ensuite vers les irrégularités. Ainsi, le travail commence avec le nombre 5, va ensuite de 5 à 9 et de 5 à 1. On introduit les nombres à deux chiffres avec le nombre 37, la progression se fait alors en allant jusqu'à 69, puis en descendant de 37 à 20. Ce n'est que là que le 10 apparaît, puis les « cachottiers », c'est-à-dire les nombres particuliers de 11 à 16. On passe aux « dizaines cachées » de 70 à 99, puis aux nombres à trois chiffres, et enfin à tous les nombres. S. BARUK écrit à ce sujet : « Enseigner les nombres en ordre traditionnel, c'est comme si on choisissait d'enseigner à se servir, pour parler, lire, écrire à l'école, d'abord des articles, puis des noms, puis des verbes, etc. »

La notion de système est introduite avec les nombres à trois chiffres, et la notion d'infini doit être mise en valeur.

Certains pédagogues remettent en cause la méthode proposée par S. BARUK, notamment R. BRISSIAUD (2003), qui considère qu'il est nécessaire de s'intéresser également aux processus d'abstraction. R. BRISSIAUD s'oppose notamment au rejet par S. BARUK des représentations figurées des quantités supérieures à 100. Selon lui, le langage pédagogique doit être utilisé pour « mettre en scène » les équivalences entre procédures découvertes dans l'action. Cette appropriation par l'enfant va permettre ainsi l'accès à un comportement stratégique, qui favorise la conceptualisation. Les problèmes d'anticipation et autour de situations concrètes proposés à l'enfant, eux aussi rejetés par S. BARUK, sont pour R. BRISSIAUD à la fois « source et mobile » de conceptualisation parce qu'ils favorisent la prise de conscience d'équivalences entre procédures.

R. BRISSIAUD s'interroge également sur la progression à proposer aux enfants pour l'apprentissage des nombres. Il explique que la « richesse de contenus conceptuels » naît de la diversité des modes de réalisation des quantités correspondantes, et que pour conceptualiser les nombres, l'enfant doit s'approprier l'équivalence de ces divers modes de réalisation. Ainsi, pour l'enseignement des nombres « particuliers » (de 11 à 16), on pourra mettre à disposition de l'enfant une suite verbale régulière, « à l'asiatique », pour faciliter l'appropriation des équivalences entre les procédures qui fondent la numération verbale. Cette suite verbale régulière (dix, dix-un, dix-deux...) permettra la compréhension du système et les termes inventés seront peu à peu remplacés par les termes conventionnels. L'ordre conventionnel pourra donc être respecté pour l'enseignement des nombres.

I.5.2 La généralisation des connaissances numériques

Concernant le développement des aptitudes numériques, GAUDERAT-BAGAUT & LEHALLE (2002) postulent que toute conceptualisation serait d'abord locale avant de se généraliser, la généralisation consistant en « la reproduction dans une situation nouvelle d'un mode de traitement antérieurement observé dans une autre situation. »

PIAGET (1978) distingue deux formes de généralisation :

- une généralisation inductive, qui consiste à appliquer un schéma connu à de nouvelles situations.
- une généralisation constructive, qui utilise de nouvelles formes d'analyse plus générales et plus abstraites. Celles-ci s'intègrent au modèle précédent, qui se perfectionne.

GAUDERAT-BAGAUT & LEHALLE reprennent cette distinction sous des termes différents :

- La généralisation par extension : Il s'agit d'une simple application de connaissances, de traitements, à de nouveaux éléments. Les connaissances nouvelles dérivent des anciennes.
- La généralisation par coordination : un processus d'abstraction permet d'atteindre un niveau conceptuel supérieur, en coordonnant les connaissances anciennes et nouvelles. La reconstruction est permanente.

Les deux types de généralisation décrits ci-dessus sont employés pour la construction des connaissances numériques.

Jusqu'à 20, l'acquisition de la chaîne numérique verbale se fait par « généralisation-extension » : la portion stable et conventionnelle de la chaîne numérique verbale gagne peu à peu sur la partie stable et non conventionnelle, qui elle-même gagne sur l'inconnu. Les premiers noms de nombre de la suite seraient donc appris terme après terme. Ensuite, l'évolution se fait par « généralisation-coordination », qui permet la mise en correspondance entre unités et dizaines.

Les nombres décimaux quant à eux sont d'abord considérés comme des nombres entiers par « généralisation-extension » : les connaissances applicables aux nombres entiers sont directement transférées et appliquées aux nombres décimaux. Ainsi, quand il s'agira de comparer deux nombres décimaux, l'enfant choisira comme plus petit nombre celui dont la partie décimale, lue comme un nombre entier, est la plus petite : « 15,6 » sera donc considéré comme plus petit que « 15,23 », puisque 6 est plus petit que 23. Avec les nombres décimaux apparaît la nécessité de traiter explicitement la position des chiffres et d'analyser leur rôle dans le nombre. Apparaît également la nécessité de mettre en relation la grandeur exprimée par le nombre et les écritures fractionnaire et décimale. Cette mise en relation va débiter par des repérages locaux ($\frac{1}{2} = 0,5...$) et se poursuivre par « généralisation-coordination ». Progressivement, par l'abstraction croissante que permettent les « généralisations-coordinations », l'enfant pourra traiter correctement les nombres décimaux.

Les diverses approches présentées ici permettent de se faire une idée de la complexité de la construction du nombre et de la numération chez l'enfant, et de la diversité des processus et compétences mis en œuvre.

II LANGAGE ET ACTIVITES COGNITIVES

II.1 INFLUENCE DU LANGAGE SUR LES ACTIVITES COGNITIVES

Dans les années 1940, GOLDSTEIN émet l'hypothèse qu'il ne peut exister de pensée abstraite sans langage. C'est le langage qui permettrait à la pensée de se détacher de la perception pour conceptualiser. O. SACKS évoque ainsi le pouvoir conféré par les mots : « pouvoir de définir et d'énumérer, de maîtriser et de manipuler en passant du domaine des objets et des images à l'univers des concepts et des noms. »

De nombreux chercheurs se rejoignent sur ce point. Les neuropsychologues ont ainsi observé que les troubles affectant le traitement des nombres étaient souvent accompagnés de troubles du langage.

II.1.1 Langage et développement de la pensée

Selon VYGOTSKY (1962)⁵, le développement cognitif s'appuie sur le développement social et l'interaction entre l'enfant et l'adulte. Ce processus nécessite une médiation, une culture et un outil culturel, la langue. SACKS (1990) écrit : « Il est capital que le langage soit acquis à un âge « normal » - les Signes ou une langue parlée, peu importe, car [...] c'est le langage au sens général du terme, bien plus que telle ou telle langue particulière, qui active la compétence linguistique et stimule les processus intellectuels. ». Un retard langagier peut avoir très tôt des répercussions communicationnelles et cognitives.

Concernant les enfants sourds, SACKS préconise l'apprentissage précoce de la langue des signes, qui permettra d'accéder à une communication efficace, et donc d'échanger des informations, d'apprendre à lire, à écrire, à parler. Des parents d'une fillette sourde écrivent à SACKS : « Notre expérience me donne à penser que l'exposition précoce à une langue visuelle cohérente développe l'aptitude à la pensée conceptuelle. Charlotte sait penser et raisonner. Elle sait mettre à profit les outils linguistiques qui lui ont été offerts pour échafauder des idées complexes. ». Ce témoignage confirme la thèse soutenue par SACKS.

II.1.2 Langage et chaîne numérique verbale

Les recherches de BLOOM & WYNN (1997)⁶ ont montré que les enfants utilisaient précocement les indices syntaxiques et sémantiques associés aux mots pour déterminer leur appartenance à une classe et accéder à leur signification. Les mots-nombres sont utilisés en tant que déterminant d'un nom pour référer à une quantité représentée, et en tant que nom pour référer à une collection. Ces propriétés linguistiques permettent à l'enfant de différencier les mots-nombres des adjectifs, et de les considérer comme appartenant à une même classe, pour plus tard accéder au concept de nombre. MIX (1999)⁷ a constaté que les jeunes enfants ayant la meilleure maîtrise de la chaîne numérique verbale reconnaissaient le mieux l'équivalence entre plusieurs collections. Quant à SPELKE & TSIVKIN (2001)⁸, ils considèrent que le langage sert d'intermédiaire dans la mise en place des nombres naturels.

De nombreux chercheurs ont remarqué que les irrégularités de la chaîne numérique verbale en français, c'est-à-dire les nombres particuliers de onze à seize et les dizaines complexes,

avaient un impact négatif sur l'apprentissage, et entraînaient des erreurs dans le transcodage, telles que « 8015 » pour « quatre-vingt-quinze ».

II.1.3 Langage et faits numériques

SPELKE & TSIVKIN (2001) ont étudié les liens entre langage et faits numériques chez des adultes bilingues à travers des tâches d'apprentissage de faits numériques ou de nombres inclus dans des leçons fictives. Ils ont constaté que si le rappel des faits numériques approximatifs ne dépendait pas de la langue d'apprentissage, le rappel des faits numériques exacts et des informations temporelles et spatiales était spécifique au langage. DELAZER (2000)⁹ a apporté des preuves d'un codage verbal des faits numériques et du rôle de l'hémisphère gauche dans le calcul, en mettant en évidence le traitement verbal des tables de multiplication chez des patients aphasiques.

Ces différentes recherches mettent en évidence le rôle du langage, au moins indirect, sur les activités numériques et cognitives.

II.2 INDEPENDANCE ENTRE LANGAGE ET ACTIVITES COGNITIVES

Certains remettent cependant en cause l'importance du langage dans les activités cognitives et leur développement, faisant par exemple l'hypothèse d'une pensée mathématique pouvant fonctionner indépendamment de tout support langagier. EINSTEIN écrivait : « Les mots et le langage, écrits ou parlés, ne semblent pas jouer le moindre rôle dans le mécanisme de ma pensée. Les entités psychiques qui servent d'éléments à la pensée sont certains signes ou des images plus ou moins claires... de type visuel et parfois moteur. » Dans quelle mesure la pensée est-elle indépendante du langage ?

II.2.1 L'activité sensori-motrice et la pensée

Selon J. PIAGET, « Le langage est [...] une condition nécessaire mais non suffisante de la construction des opérations logiques. ». Il ajoute que « les structures qui caractérisent [la pensée] plongent leurs racines dans l'action et dans des mécanismes sensori-moteurs plus profonds que le fait linguistique. »

La thèse de J. PIAGET suppose donc que la connaissance ne viendrait pas de la capacité à représenter le monde par les signes du langage, mais de la capacité à agir sur lui. Pour lui, la pensée, activité organisatrice du vécu, est le produit de l'action intériorisée. Le langage fournit un cadre facilitant mais n'est pas directement responsable du développement de la pensée : il existe une interaction circulaire entre le langage et l'intelligence, qui s'appuient l'un sur l'autre pour se construire, l'intelligence étant malgré tout antérieure au langage.

Cette thèse s'appuie sur deux concepts : l'imitation, « copie active » des tableaux perceptifs, qui donneraient dans un deuxième temps les images mentales, constitutives de la pensée. Celles-ci seraient des représentations intériorisées de schèmes opératoires, et seraient à la source des symboles de la pensée sémiotique. La fonction sémiotique se subdivise en deux branches : d'une part celle du langage articulé, et d'autre part celle de l'imitation, des jeux symboliques, des images graphiques et du langage gestuel. La

représentation et la schématisation représentative peuvent provenir de toutes ces formes de symbolisme.

Concernant plus spécifiquement la numération, J. PIAGET (1947) écrit : « L'usage des noms de nombre reste sans grand rapport avec les opérations numériques elles-mêmes, celles-ci précédant parfois la numération parlée ou lui succédant sans lien nécessaire. »

II.2.2 Les arguments de la neuropsychologie

Des chercheurs ont fait l'hypothèse d'une capacité préverbale d'estimation des quantités. Des expériences réalisées sur certaines espèces d'animaux ont montré l'existence d'une capacité primitive permettant des quantifications approximatives. Les études réalisées chez les êtres humains ont confirmé que les adultes disposaient d'une représentation mentale de la quantité similaire à celle présente chez les animaux, et que les enfants disposaient également de cette capacité préverbale.

L'existence d'une telle capacité invite à s'interroger sur la réelle dépendance des activités numériques au langage.

Plusieurs cas de patients attestant de l'indépendance des systèmes numérique et langagier ont été rapportés. Les habiletés langagières, mnésiques et logiques d'une patiente ne suffisent pas pour réaliser des performances numériques ; un patient aphasique a, lui, conservé ses capacités en calcul. Un autre patient, aphasique lui aussi, parvient à effectuer des évaluations approximatives. Ces cas sont compatibles avec le modèle du triple code élaboré par DEHAENE (1992), dans lequel une seule composante peut être altérée.

Les modèles de GELMAN & GALLISTEL (1992) et de MC CLOSKEY (1992) postulent un traitement numérique s'effectuant non pas sur une représentation langagière mais sur une représentation mentale des quantités indépendante du langage.

Les neuropsychologues ne renient pas l'influence du langage dans les traitements numériques mais ils minimisent néanmoins son importance.

II.2.3 Expériences réalisées auprès d'enfants atteints de troubles du langage importants

Depuis les années 1990, les recherches sur l'aptitude mathématique ont été relancées. De nombreux chercheurs se sont intéressés aux différences interculturelles, mais aussi aux différences qui pourraient être liées aux classes sociales. Ainsi, STARKEY & KLEIN (1992) ont remarqué des décalages entre classes socio-économiques basses et classes moyennes. JORDAN, HUTTENLOCHER & LEVIN (1994) ont souligné le rôle primordial du langage dans l'enseignement du nombre à l'école et l'influence de la faiblesse linguistique chez les enfants les plus en difficulté. Ces études témoignent de l'importance des liens entre développement verbal et développement numérique au niveau préscolaire.

D'autres recherches tendent à montrer l'universalité de certaines aptitudes mathématiques informelles et leur indépendance par rapport à la culture et aux classes sociales (KLEIN & STARKEY, 1988) : des enfants ayant très peu été scolarisés ont ainsi montré des capacités liées à la manipulation de l'argent, telles que la maîtrise de l'additivité ou encore de la proportionnalité.

Les déficits verbaux pouvant entraîner un handicap sur l'acquisition du nombre et du calcul, la dyscalculie pourrait apparaître comme conséquence de la dysphasie. Cependant, le nombre étant par essence non verbal, l'acquisition reste possible.

Différentes études ont été menées sur le dénombrement chez des enfants dysphasiques ou présentant des troubles du langage. Les expériences réalisées ont montré que ces enfants ont souvent un retard dans l'acquisition de la chaîne numérique verbale, mais que ce retard n'a pas d'influence négative sur les dimensions conceptuelles du dénombrement, puisque les épreuves de jugement sont aussi bien réussies que chez des enfants sans aucun trouble langagier.

DONLAN & GOURLAY (1999)¹⁰ ont établi que les performances d'enfants présentant des troubles du langage étaient bonnes lorsqu'elles portaient sur des données numériques en chiffres arabes. Ces résultats attesteraient de l'utilisation de représentations non verbales lors de tâches de jugement symbolique.

TIECHE CHRISTINAT, CONNE & GAILLARD (1995) ont observé que les enfants dysphasiques rencontraient diverses difficultés concernant le traitement du nombre. Reprenant l'hypothèse d'un lien possible entre la dysphasie et la dyscalculie, GAILLARD & WILLADINO-BRAGA (2001) ont comparé les résultats de 10 enfants dysphasiques de 9 à 11 ans à l'épreuve « Numerical » avec ceux de 10 enfants « contrôle » de mêmes âges. Cette batterie explore les représentations orale, écrite, analogique et matérielle du nombre. Les résultats obtenus sont très variés, les enfants dysphasiques présentant des profils hétérogènes, avec des faiblesses plus ou moins importantes sur l'un ou l'autre des aspects. Malgré tout des tendances générales se dégagent.

Concernant la représentation orale, certains enfants dysphasiques ont montré des difficultés dans les tâches à composantes verbales et mnésiques : répétition de nombres, récitation de comptines, des tables de multiplication. On remarque une insuffisance du lexique numérique et de la représentation des séries numériques, une dysmnésie des faits arithmétiques, et des difficultés avec les divisions de temps.

Des erreurs liées à des troubles praxiques, souvent présents dans les tableaux de dysphasie, sont apparues dans les tâches de représentation analogique et matérielle. Les déficits gnoso-praxiques entraînent des confusions dans les sens de lecture et dans les représentations analogiques.

A l'écrit, les épreuves de lecture de chiffres arabes, de transcodage du code verbal écrit aux chiffres arabes sont échouées. La production de nombres en chiffres arabes est meilleure, bien que limitée aux nombres à deux chiffres. Le calcul écrit est très difficile, avec des confusions entre opérations et des erreurs de direction dans la procédure, la valeur positionnelle est inconnue. Le codage du système écrit est donc mal maîtrisé.

Les déficits mnésiques accentuent les difficultés : la mémoire de travail est rapidement saturée, la mémoire à long terme n'est pas efficace.

GAILLARD & WILLADINO-BRAGA concluent que le nombre, de nature non verbale, s'intègre cependant peu à peu dans le langage de l'enfant, et ce par des actions verbales et non verbales combinées : de vocable d'abord, il prend ensuite une place fixe dans la comptine, puis une valeur cardinale, jusqu'à devenir un adjectif qualificatif pour la collection. Le nombre se développe en parallèle grâce à une représentation matérielle, somatognosique, et par une représentation analogique comparative. Les enfants dysphasiques compensent parfois l'absence de représentation orale par ces autres modalités.

II.3 UTILISATION DU LANGAGE DANS L'ENSEIGNEMENT DE LA NUMERATION

Dans *Comment les enfants apprennent à calculer* (2003), BRISSIAUD met l'accent sur l'importance de la verbalisation dans l'enseignement de la numération, à l'école et même avant l'école.

Il recommande de décrire verbalement le nombre sous la forme d'une décomposition pour faciliter l'accès de l'enfant à la signification cardinale du mot-nombre : « trois, c'est un, un et un. ». Le vocabulaire employé pour l'enseignement doit être soigneusement choisi afin d'éviter de créer des confusions. BRISSIAUD conseille par exemple d'utiliser non pas le terme de « paquet », mais plutôt de « groupe », dans les expressions concernant les groupements d'éléments d'une collection. Il est en effet plus facile et plus naturel de transférer les propriétés du général au particulier.

Les constatations précédentes nous amènent à penser que le développement numérique dépend, au moins en partie, du langage, et à considérer le langage comme un outil d'élaboration de l'intelligence et des activités numériques. On peut dans cette optique faire l'hypothèse d'une incidence de certaines difficultés en langage oral ou écrit sur les activités numériques, notamment en ce qui concerne le vocabulaire, la compréhension des énoncés, des explications ou encore l'apprentissage des faits numériques.

Il semblerait cependant que les représentations en code arabe tendent à s'autonomiser progressivement, pour se mettre en relation directe avec la représentation sémantique, et que l'importance des représentations langagières diminue avec le temps, laissant aux enfants pénalisés sur le plan du langage la possibilité de développer normalement le domaine du nombre.

III SPECIFICITES DE LA SURDITE SUR LE PLAN COGNITIF

Selon PIAGET, la surdité n'a pas d'influence sur le développement sensori-moteur : la pensée de l'enfant sourd repose uniquement sur un étayage sensori-moteur ne nécessitant pas de base linguistique. Depuis l'époque de PIAGET, de nouvelles recherches ont approfondi le domaine de la surdité, et on en sait plus sur le développement cognitif des enfants sourds.

Le manque ou l'absence d'informations auditives peut-il avoir des conséquences sur le développement cognitif de l'enfant sourd ? Plus particulièrement, dans quelle mesure la surdité influe-t-elle sur les apprentissages logico-mathématiques ?

III.1 LES SPECIFICITES DU LANGAGE GESTUEL

III.1.1 La LSF, une langue à part entière

Contrairement à ce que pensaient certains chercheurs des années 1970, la Langue des Signes Française a une organisation linguistique au même titre que les langues orales, avec une syntaxe et un vocabulaire qui lui sont propres, mais aussi des variations régionales, des variations de niveau de langue, un registre poétique et une évolution dans le temps.

W. STOKOE (1960)¹¹ a été le premier à faire l'hypothèse que les signes étaient des symboles abstraits, ayant une structure interne complexe et a analysé les paramètres de la langue des signes.

La Langue des Signes Française possède un niveau de structure équivalent aux structures phonologiques des langues orales. Alors que les mots des langues orales se décomposent en phonèmes, les mots de la Langue des Signes Française se réalisent selon 5 paramètres :

- La configuration des doigts : il existe 60 configurations différentes,
- L'emplacement des mains avec une vingtaine d'emplacements possibles,
- L'orientation : une dizaine de possibilités,
- Les types de mouvements,
- Les expressions du visage, qui peuvent différencier plusieurs signes.

La Langue des Signes Française disposerait donc de 100 à 120 « phonèmes gestuels » à partir desquels on peut décomposer tous les signes de la Langue des Signes Française. Il existe d'ailleurs des règles de combinaison des paramètres, principalement liées à des contraintes musculaires pour l'émetteur et visuelles pour le destinataire du message.

Les signes ont la particularité d'être à la fois iconiques et abstraits. Leur caractère iconique provient de leurs origines représentationnelles et de leur ancrage dans la gestualité et les représentations psychomotrices. Les signes ont un grand pouvoir évocateur, grâce à leur précision et à leur aspect vivant. Ils permettent cependant, par leur diversité et leur syntaxe, d'exprimer des concepts et des propositions abstraits.

L'acquisition de la syntaxe de la langue des signes se fait de la même manière et au même âge que celle du langage oral. La grammaire de la langue des signes est spatiale, elle utilise

l'espace de manière linguistique : alors que la grammaire du langage oral se déroule dans le temps et la successivité, les signes se réalisent dans la simultanéité et dans l'espace.

Selon W. STOKOE, la langue des signes est un « langage quadridimensionnel » car elle dispose des « trois dimensions spatiales accessibles au corps du signeur, aussi bien que de la dimension temporelle ». Le langage gestuel est « cinématique », c'est-à-dire qu'il utilise des procédés comparables à ceux des films, et non à une narration écrite.

III.1.2 Langage oral, langage gestuel et arbitraire du signe

Le langage verbal oral se réalise dans le champ auditif verbal, qui lui impose ses dimensions de linéarité et de succession. Le langage oral est ainsi constitué d'unités minimales distinctives, les phonèmes, qui par un processus de concaténation linéaire construisent des mots, des phrases. Le signe est arbitraire, et la pratique de ce langage permet sur le plan cognitif l'entraînement d'une pensée abstraite, libérée des contraintes du monde perceptif.

Le langage gestuel se réalise dans le champ visuel, qui lui impose ses dimensions de spatialité. Ce langage se réalise dans la simultanéité et dans l'espace, contrairement au langage oral. Le signe visuel a une structure iconique, définie par une organisation signifiante de formes analogiques. Il est le plus souvent construit à partir d'un trait de similarité. L'arbitraire du signe visuel gestuel est situé entre deux pôles :

- La contraction maximale du sens à un seul trait stylisé : la signification du signe n'apparaît pas immédiatement, elle nécessite un apprentissage. On est donc du côté de l'arbitraire.
- Le signe est iconique, il présente une certaine similarité, un lien avec son sens. Le signe conserve donc une certaine transparence.

L'arbitraire du signe visuel gestuel est néanmoins préservé, ce qui permet un certain entraînement à l'abstraction.

III.1.3 LSF et conceptualisation

GARDIE (1996) insiste sur la pertinence de la LSF dans l'élaboration de la conceptualisation chez l'enfant sourd. Selon elle, l'apprentissage nécessiterait deux étapes :

- La compréhension, avec construction progressive puis maîtrise de contenus cognitifs
- Le réinvestissement de ces contenus dans des situations différentes de l'apprentissage.

Les enfants sourds auraient plus de difficultés que les entendants à utiliser ce processus de décontextualisation – recontextualisation.

L'abstraction, capacité à isoler par la pensée un objet ou un élément, implique l'incorporation de la réalité et une distanciation et permet une certaine maîtrise du monde. Le langage, qui est une abstraction, permet la dénomination des éléments du monde, et donc d'agir mentalement sur la réalité. Or certains enfants sourds ont un langage oral rudimentaire, et ne peuvent s'en servir de manière métalinguistique. La narration de contes

en LSF serait un moyen d'aider l'enfant sourd à conceptualiser. En effet, un travail autour du conte raconté, avec un questionnement sur le thème, le schéma narratif, les opinions de chacun, entraînerait à la manipulation des informations, et avec l'introduction de signes de comparaison de plus en plus précis, l'enfant sourd pourrait devenir « acteur métalinguistique ». De plus, la LSF peut être utilisée comme aide à la compréhension, en lecture ou pour clarifier les ambiguïtés liées à la polysémie.

III.2 L'INTELLIGENCE ET LES ACTIVITES COGNITIVES CHEZ L'ENFANT SOURD

Plusieurs études remontant aux années 1960-1970 ont tenté de comparer les performances d'enfants sourds avec celles d'enfants entendants, dans différents types de tâches cognitives : épreuves de conservation, classification, sériation, mais aussi résolution de problèmes concrets, et dans une évaluation réalisée avec l'échelle non verbale de SNIJDERS-OOMEN.

L'échelle de performance de SNIJDERS-OOMEN, créée en Hollande en 1942 et révisée en 1962, permet l'évaluation des capacités perceptives en analyse et en synthèse d'éléments, de la capacité à comprendre et établir des relations entre les situations, les objets et les événements, des différents modes de raisonnement (sériation, analogie, classement), et de la mémoire immédiate. Les résultats obtenus ont montré que dans les tâches avec des composantes perceptives, les enfants sourds étaient de même niveau que les entendants, alors que dans les tâches nécessitant de dépasser ces composantes perceptives, les entendants réussissaient mieux que les sourds.

Les expériences sur la conservation réalisées par FURTH (1964) ont montré que les enfants sourds de 8 ans donnaient des réponses du niveau d'enfants entendants de 6 ans.

PIAGET & INHELDER (1969) ont trouvé que la sériation systématique était obtenue vers 7-8 ans alors que chez l'enfant entendant, elle est obtenue vers 6-7 ans.

Concernant la classification, peu de résultats suggèrent un retard d'acquisition chez les enfants sourds.

H. G. FURTH (1966)¹² a étudié les liens entre langage et pensée chez les sourds. Il estime qu'il n'y aurait pas de dysfonctionnement cognitif de base, mais que les sourds souffriraient d'une « carence informationnelle ». En effet, les sourds bénéficient peu des apprentissages « occasionnels » tels que les conversations de la vie quotidienne qui ont lieu à l'école ou à la maison, et le contenu de leur éducation est plus restreint : dans les années 1960, de nombreuses heures sont consacrées à l'enseignement strict du langage oral, ce qui réduit le temps passé à communiquer des informations, transmettre une culture... Les difficultés rencontrées dans des épreuves abstraites, particulièrement en ce qui concerne la généralisation et la transposition des principes acquis, seraient liées à des différences de niveau linguistique ainsi qu'aux facteurs environnementaux dans lesquels vivent certains enfants sourds. FURTH souligne l'importance pour ces enfants de pouvoir utiliser de façon privilégiée un raisonnement non verbal dans l'éducation.

Selon BARTIN (1976), le retard des enfants sourds serait plutôt lié aux restrictions de développement imposées par un environnement éducatif et pédagogique déficient qu'à l'absence de langage oral de l'enfant.

Des études plus récentes réalisées par LEYBAERT & VAN CUTSEM (2002)¹³ sur le dénombrement ont montré que les différences entre enfants sourds et entendants n'étaient pas significatives.

Compte tenu de l'évolution rapide de la prise en charge des enfants sourds depuis les années 1970, ainsi que du statut de la Langue des Signes Française, on peut considérer que la prise en charge de plus en plus précoce et efficace des enfants sourds dans les domaines langagier, cognitif, psychomoteur, et une communication plurimodale permettent actuellement à ceux-ci d'avoir un développement cognitif harmonieux, proche de celui d'enfants entendants. Il y aurait donc très peu de variations entre sourds et entendants en ce qui concerne le développement cognitif.

III.3 LA REPRESENTATION MENTALE CHEZ L'ENFANT SOURD

Dans les stades précoces du développement de la pensée, il existerait des représentations intermédiaires entre perception et image mentale, appelées images éidétiques (JAENSCH, 1930). Le sujet se comporterait devant ces images comme devant l'objet de la perception sans qu'il s'agisse d'hallucinations. Chez l'enfant sourd, l'absence de langage empêcherait la transformation de ces images éidétiques en images mentales vraies. Le langage gestuel, lui aussi constitué de symboles imitatifs proches de la structure analogique des images éidétiques, n'aiderait pas à dépasser ce stade.

On observe chez les sourds une difficulté à généraliser, et une tendance à rechercher les détails : ces particularités se remarquent dans leurs dessins mais aussi dans les interprétations qu'ils font dans des tests projectifs.

En ce qui concerne le dessin, les enfants sourds dessinent plus précocement et avec plus de détails les visages et les mains, qui sont des signifiants majeurs du discours non oral. Au contraire, la topologie est moins bien maîtrisée, avec une disposition incompréhensible, les proportions ne sont pas toujours respectées : on peut par exemple trouver un personnage beaucoup plus grand qu'une maison. Il y aurait donc un défaut de hiérarchisation dans le processus de la perception. On remarque que les dessins d'imagination sont plus pauvres que les dessins représentant une scène vécue.

Dans des épreuves de tests projectifs comme celui de Rorschach, les sourds recherchent non pas à nommer la forme globale mais plutôt les détails caractéristiques. Cette tendance à rechercher les détails serait gênante pour l'acquisition d'une pensée formelle, qui est une abstraction généralisante.

Selon PIAGET, il n'y aurait pas de différence majeure entre enfants sourds et entendants dans la construction de l'espace représentatif. L'espace perceptif des sourds ne serait pas lésé au point d'influer sur l'espace représentatif. Cependant, la connaissance imparfaite du monde acoustique aurait des conséquences déficitaires sur l'acquisition des structures sensori-motrices : la perception des volumes spatiaux du monde environnant, des distances est perturbée par l'absence de perception des échos, de la réverbération, et peut donc avoir des répercussions sur la construction de l'espace.

O. SACKS (1990) insiste sur le rôle fondamental des interactions précoces entre l'enfant sourd et sa « mère », ou son entourage proche. Il explique que pour libérer l'enfant d'un monde uniquement concret et perceptuel, les mères doivent non seulement décrire le monde perceptuel à leurs enfants, sans oublier les actions ou encore les sentiments, mais

aussi les aider à le réorganiser et à raisonner sur ses possibilités, à discerner les liens. Elles favorisent ainsi la formation d'un monde conceptuel qui enrichit le monde perceptuel de l'enfant et le hausse au niveau du symbole et de la signification. Un dialogue complexe doit être mené avec les parents afin que l'enfant puisse intérioriser ce dialogue sous la forme d'un « monologue », d'un « discours intérieur », et ainsi élaborer ses propres concepts et significations. VYGOTSKY (1962) écrit à ce sujet : « Alors que dans le discours extérieur la pensée est incarnée dans des mots, dans le discours intérieur les mots meurent en donnant naissance à la pensée. Le discours intérieur est dans une large mesure une pensée pure, réduite à des significations. »

III.4 LA PENSÉE VISUELLE

Dans les années 1930, VYGOTSKY écrivait : « Même quand l'enfant aveugle ou sourd atteindra le même niveau de développement que l'enfant normal, le défaut dont il sera affligé l'aura contraint à y parvenir d'une autre façon, en suivant une autre voie et en employant d'autres moyens. ». Pour les enfants sourds, il s'agit d'utiliser une langue des signes, la plus accessible et efficace pour eux, puisqu'elle s'adresse à leurs fonctions visuelles, préservées, et de s'appuyer en grande partie sur la visualité.

L'utilisation préférentielle du champ visuel et de la visualité par les sourds pour communiquer, analyser les situations, comprendre le monde environnant, a pour conséquence une construction de la pensée de l'enfant sourd appuyée en grande partie sur le versant visuel. Les images reçues sont traitées puis, par un processus d'abstraction, transformées en icônes. Celles-ci seront manipulées par des inférences, des règles logico-mathématiques. L'iconicité permet un traitement original des données de la perception et de l'idéation : elle permet de figurer de façon concrète l'ensemble des concepts et notions.

O. SACKS (1990) décrit des formes de pensée visuelle présentes chez les sourds, qui constituent un « autre schéma de pensée », conduisant à se « représenter autrement les objets matériels immobiles ou en mouvement. ». Selon lui, « si les Signes se trouvent être la première langue acquise, toutes sortes d'aptitudes cognitivo-visuelles seront en outre renforcées ».

Les signeurs accèdent en effet à un nouveau mode de représentation de l'espace, un espace formel qui n'a pas d'équivalent chez les non-signeurs. Il semblerait que l'hémisphère gauche des signeurs prenne en charge la perception spatio-visuelle en lui donnant un caractère analytique et abstrait qui rendrait possibles la pensée et le langage visuels. Une étude sur la cognition visuelle, réalisée par BELLUGI & al. (1989)¹⁴ a montré que les enfants sourds surpassaient les enfants entendants dans les tâches de construction spatiale, d'organisation spatiale, de reconnaissance faciale, ainsi que dans une tâche particulièrement délicate de mémorisation de mouvements et de l'analyse de ceux-ci en vue d'identifier un pseudo-caractère chinois. Il semblerait par ailleurs que face à des problèmes complexes comportant de multiples étapes à traiter, les sourds utilisent un espace logique pour organiser leurs idées, alors que les entendants utilisent, eux, un ordre temporel. La pensée visuelle est extrêmement développée chez un grand nombre de mathématiciens, architectes ou ingénieurs sourds qui ont des dons exceptionnels dans les domaines de la pensée et de la représentation tridimensionnelles.

Ces constats témoignent des aptitudes spécifiquement visuelles que possèdent les sourds signeurs, ces formes de mémoire et de pensée visuelles (ou logico-spatiales).

On peut déduire de ces considérations que la surdité n'a pas de retentissement particulier sur l'intelligence. Le fait que les sourds utilisent beaucoup leurs capacités visuelles et développent une intelligence visuelle nous amène à penser qu'il pourra être intéressant et pertinent de recourir à la visualité pour pallier certaines difficultés.

IV L'ACCES AU CONCEPT MATHEMATIQUE

IV.1 DEFINITIONS

IV.1.1 La représentation mentale

SADEK-KHALIL (1984) définit la faculté de se représenter comme une faculté fondamentale toujours en action, à tous les niveaux de la conscience et de la pensée. Elle opère par analogies et séparations, par rapprochements et discernements. Ces procédures mènent à l'identité de l'objet, à la décentration, à la perception de l'espace et du temps, pour arriver à une représentation mentale. La représentation mentale est ainsi une intériorisation du réel en constant accomplissement. SADEK-KHALIL écrit : « Toute intériorisation opérée par l'homme [...] relève de la représentation mentale si elle est utilisée pour reconnaître, appréhender et comprendre le monde qui l'entoure. »

La représentation mentale est portée par la représentation de l'espace et du temps. L'enfant doit se décentrer de l'« ici » et du « moi » pour passer de la représentation dans l'espace et dans le temps à une perception de l'espace et du temps, puis à la représentation de l'espace, favorisée par les perceptions visuelles, et à la représentation du temps, favorisée par les perceptions auditives. La représentation mentale, ainsi soutenue, lui permet de se libérer de la matière, car il pourra se représenter mentalement et instantanément peu ou beaucoup de matière dure, légère...

Les processus de séparation et analogie simultanées se multiplient et deviennent particularisation et généralisation. Quand la généralisation et la particularisation trouvent en un mot un support pertinent, permanent et économique, la fixation en mémoire, la rétention et l'évocation deviennent possibles : on accède au concept. SADEK-KHALIL souligne ici le rôle de l'adulte auprès de l'enfant : « Si, en temps voulu, lors de la prise de conscience, on verbalise ce qu'il a discriminé et rapproché à la fois et si on lui fournit le mot pour nommer ce qui a été compris, on lui permet d'être en mesure d'acquérir le concept. »

IV.1.2 Le concept

Dans son *Cours de philosophie ; psychologie*, BURLOUD (1948)¹⁵ donne cette définition du concept :

« Le concept est une pensée abstraite relativement stable et désignée par un *mot*. La plupart des idées sont en même temps des idées générales... Généraliser, c'est prendre conscience qu'un ou plusieurs caractères sont communs à une pluralité d'objets ; ces caractères, placés à part sous l'étiquette d'un même nom, constituent l'idée générale. »

BARTH (1987)¹⁶ donne une définition opératoire du concept qui se rapproche de celle de BURLOUD, et représente la structure opératoire du concept selon le schéma suivant :

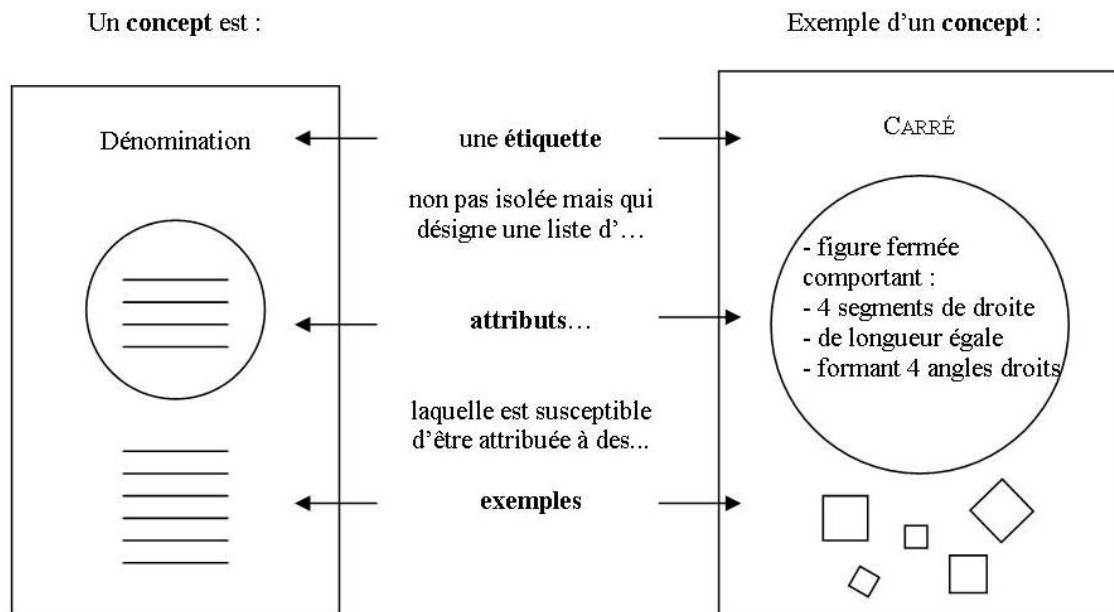


Figure 2. Structure opératoire du concept selon B.M. BARTH (1987)

Les attributs permettent de distinguer une idée d'une autre idée, un objet d'un autre objet. Ce sont les caractéristiques que les exemples ont toujours en commun, malgré les différences qu'ils peuvent avoir. Ils se répartissent en deux catégories :

- les attributs essentiels, utilisés pour identifier les éléments, déterminer leur appartenance à une classe,
- les attributs non essentiels, utilisés pour la description.

L'apprentissage d'un concept consiste donc en la reconnaissance et la distinction des attributs qui le spécifient et des rapports existant entre ces attributs. L'ensemble de ces attributs forme une combinaison qu'on désignera par une étiquette, un mot, qui regroupera tous les exemples de la catégorie.

BRUNER identifie trois types de concepts :

- Les concepts conjonctifs sont définis par une conjonction d'attributs toujours présents, reliés par une relation de type « et/et ». Les concepts « carré », « oiseau » sont des exemples de concepts conjonctifs.
- Les concepts disjonctifs sont définis par un ensemble d'attributs qui ne sont pas toujours présents, reliés par une relation de type « soit/soit ». Le concept de « verbe » est un concept conjonctif car un verbe peut être soit une action, soit un état.
- Les concepts de relation ne peuvent se définir que par rapport à un autre élément. C'est le cas des concepts d'espace et de temps, ou encore des concepts « gros » ou « maigre », qui n'ont de sens que par rapport à un critère, à une mesure.

Certains concepts sont plus difficiles à acquérir que d'autres : la complexité dépend du nombre d'attributs constituant le concept, du niveau de consensus d'une définition, ce qui

ne pose pas de problème pour les concepts objectifs mais en soulève pour les concepts subjectifs comme celui de « beauté », de « culture »...

IV.1.3 La conceptualisation

Pour BRUNER (1956)¹⁷, le sujet utilise inconsciemment plusieurs stratégies mentales pour conceptualiser : il fait des hypothèses, les teste, puis révisé ses hypothèses pour atteindre le concept. BRUNER et ses collaborateurs ont mis en lumière deux principaux modes de fonctionnement chez les sujets de leurs expériences :

- Un mode de fonctionnement analytique : le sujet choisit un ou plusieurs attributs du premier exemple, et vérifie cette combinaison avec les exemples suivants. Si la combinaison d'attributs ne correspond pas au nouvel exemple, le sujet doit choisir une autre combinaison, en faisant appel à sa mémoire. La composante mnésique étant très sollicitée, ce fonctionnement demande un effort cognitif important.
- Un mode de fonctionnement global : le sujet fonde son hypothèse sur la somme des attributs exposés par l'exemple initial et examine les exemples suivants par rapport à l'hypothèse émise. Il corrige ensuite son hypothèse de départ en tenant compte des attributs ne correspondant plus, jusqu'à obtenir la combinaison correcte des attributs. Ce mode de fonctionnement est plus économique, car il ne fait pas appel à la mémoire.

Un éclairage neurologique nous permet de situer ces deux modes de fonctionnement dans des zones différentes du cerveau, le mode analytique s'appliquant à l'hémisphère gauche du cerveau, tandis que le mode global correspond au fonctionnement de l'hémisphère droit. BARTH insiste sur la nécessité de faire intervenir les deux hémisphères, et donc les deux modes de pensée, pour éviter aux sujets d'être bloqués dans l'un ou l'autre des extrêmes, un sujet trop « analytique » ne pouvant mettre en relation divers exemples par une généralisation, ou un sujet trop « global » ne disposant que d'un cas général sans pouvoir le mettre en relation avec de nouveaux exemples. Une utilisation simultanée ou alternée des deux stratégies permettrait d'optimiser le potentiel de chacun.

BARTH distingue deux aspects de la conceptualisation :

- La formation des concepts : il s'agit d'une construction progressive basée sur la similarité, les attributs, en ne tenant pas compte des différences. Le concept remplit temporairement sa fonction d'organiser le monde, car il va s'affiner et s'objectiver avec le temps. La formation spontanée de concepts se réalise par rapport à la structure cognitive de chacun, c'est-à-dire en fonction des connaissances que possède l'individu.
- L'acquisition des concepts : elle a lieu par identification de la combinaison d'attributs selon laquelle un concept est défini, par recherche et validation des attributs pouvant permettre de distinguer les éléments appartenant ou non au concept. Elle nécessite une interaction verbale afin de pouvoir vérifier la règle de classification déjà déterminée par d'autres.

IV.2 DU CONCRET A L'ABSTRAIT...

BRUNER différencie trois modes de représentation pour appréhender et stocker l'information :

- le mode éactif, sensori-moteur, qui concerne les apprentissages psychomoteurs, les apprentissages par l'action, la manipulation,
- le mode iconique, où l'action est transformée en image mentale, en représentation mentale,
- le mode symbolique, où la représentation mentale devient une représentation abstraite : « Le système symbolique représente les choses par des symboles qui sont déconnectés et arbitraires. ». Ce mode permet donc de mettre sa pensée en mots.

BRUNER postule que ces trois modes, n'étant pas des stades de développement, fonctionnent en parallèle à tous les âges de la vie, même si le mode éactif domine dans la petite enfance, le mode iconique ensuite et le mode symbolique à l'âge adulte. C'est le conflit entre deux modes qui stimule la croissance.

La conceptualisation se réalise en plusieurs étapes, liées chacune à ces systèmes mentaux de représentation.

IV.2.1 Phase d'exploration

L'exploration se fait en observant et en manipulant, et par la perception des différents stimuli sensoriels qui vont déterminer une perception « primaire ». Celle-ci va se transformer en un souvenir mental qui procède à une catégorisation rudimentaire par analogie avec un élément connu. La perception commence par une discrimination sélective puisqu'on ne distingue que certains éléments.

Pour permettre à l'enfant de différencier les attributs essentiels et non essentiels du concept et de situer ce concept dans son réseau conceptuel, il faut multiplier les possibilités d'observer et d'explorer. Chaque exemple aide l'enfant à discriminer, comparer, inférer. On guide l'enfant pour la mise en relation afin qu'il puisse organiser et intérioriser l'information.

IV.2.2 Représentation mentale

A ce stade, l'enfant est capable de reconnaître un exemple correspondant aux attributs du concept. Par comparaison, l'enfant discrimine certaines caractéristiques : il examine deux éléments et détermine en quoi ils se ressemblent et en quoi ils diffèrent. L'enfant est également capable d'expliquer pourquoi il correspond. Il peut nommer les caractéristiques essentielles d'une classe. La verbalisation est très importante car elle prépare la phase d'abstraction où il faut pouvoir exprimer sa pensée.

IV.2.3 Abstraction

Le processus d'abstraction est non pas « un passage du réel à la représentation, mais d'une représentation particulière à une représentation plus générale, de propriétés particulières à des propriétés plus universelles. » (BRISSIAUD, 2003)

Selon BARTH, l'abstraction est une opération mentale qui considère à part un ou plusieurs éléments d'une représentation ou d'un concept en négligeant les éléments qui les différencient. Il y aurait deux sortes d'abstraction, qui mènent à la conceptualisation :

- L'abstraction spécifiante, ou spécification, qui va d'un concept connu vers les nouveaux éléments pouvant y correspondre,
- L'abstraction généralisante, ou généralisation, qui va des attributs correspondant aux différents exemples vers le concept. La généralisation est une opération mentale par laquelle on étend à une classe entière ce qui a été observé sur un nombre limité de cas appartenant à cette classe.

Si le concept est acquis, il doit pouvoir être transféré dans un autre contexte.

IV.3 LIEN ENTRE CONCEPTS ET PROCEDURES

BIDEAUD, LEHALLE & VILETTE (2004)¹⁸ différencient deux types de connaissances :

- les connaissances conceptuelles, utilisées pour catégoriser les objets et éléments du monde environnant, relier les événements d'un point de vue temporel, spatial et causal, organiser les expériences.
- les connaissances procédurales, orientées vers l'efficacité par l'utilisation adéquate des moyens pour atteindre l'objectif fixé.

La question de l'influence des concepts sur les procédures, et inversement, se pose. BYRNES & WASIK (1991)¹⁹ ont réalisé des expériences étudiant les deux perspectives.

IV.3.1 Les concepts précèdent les procédures

BYRNES & WASIK remarquent que certaines erreurs de procédure sont liées à un défaut de conceptualisation. Dans ce cas, des progrès conceptuels devraient entraîner une amélioration dans l'utilisation des procédures. Globalement, les connaissances conceptuelles sont acquises avant les connaissances procédurales. C'est le cas de l'addition de fractions en mathématiques, mais aussi, comme le soulignent RITTLE-JOHNSON & SIEGLER (1998)²⁰, de toutes les connaissances conceptuelles construites sans intervention éducative particulière. Ainsi, les situations de la vie courante comme la proportionnalité ou encore les activités de partage sont comprises dans leur principe bien avant de pouvoir les appliquer en mathématiques.

Une procédure complexe non automatisée nécessite un soutien conceptuel. Il arrive également que les connaissances conceptuelles appropriées soient présentes, mais ne soient pas activées dans une situation où elles auraient pu soutenir le traitement procédural. Les erreurs de procédures résultent alors d'un défaut d'activation de connaissances conceptuelles.

IV.3.2 Les procédures précèdent les concepts

Dans d'autres cas, comme celui du comptage ou encore de la multiplication des fractions, les procédures peuvent progresser sans soutien conceptuel, par un effet d'entraînement, par

l'automatisation. Les procédures sont alors utilisées avant d'être réellement comprises : les épreuves peuvent être réussies même avec des connaissances conceptuelles imparfaites. L'automatisation, la fluidité acquise progressivement permettront des progrès conceptuels. Parfois, par simple transfert de procédures connues à de nouvelles situations, et donc sans connaissances conceptuelles préalables, on peut obtenir des réponses adaptées : le transfert direct des procédures de multiplication des nombres entiers à la multiplication des fractions sera efficace, tandis que le transfert des procédures d'addition et de soustraction des nombres entiers à l'addition et à la soustraction des fractions échouera, et ne sera possible qu'avec l'adjonction des connaissances conceptuelles sur les fractions.

IV.3.3 Une interaction permanente entre concepts et procédures

On constate que les connaissances conceptuelles et procédurales n'apparaissent pas l'une après l'autre, mais interagissent, se soutiennent mutuellement. Par ailleurs, les connaissances conceptuelles doivent être reconstruites en permanence dans le contexte actuel du traitement procédural.

BIDEAUD, LEHALLE & VILETTE distinguent deux modalités d'abstraction :

- l'abstraction « secondaire », élaborée à partir de la compréhension de situations concrètes particulières : c'est le cas des premières acquisitions numériques.
- l'abstraction « primaire », qui ne nécessite pas de situations concrètes, et pour laquelle la cohérence du système opératoire suffit à sa compréhension.

Durant le développement de l'enfant, les traitements cognitifs deviennent peu à peu « formels », selon le terme utilisé par PIAGET : le concept d'opération en lui-même soutient directement la procédure opératoire.

Le soutien conceptuel reste cependant essentiel, et une erreur de procédure peut toujours s'analyser comme un défaut conceptuel en situation.

IV.4 DANS LE DOMAINE NUMERIQUE...

IV.4.1 La conceptualisation des premiers nombres

Selon BRISSIAUD, la conceptualisation des premiers nombres nécessite de pouvoir abstraire les unités numériques des collections correspondantes pour rendre compte de leur totalité. Cette activité nécessite non pas une correspondance terme à terme explicite, mais une énumération des unités. L'énumération des unités n'est pas obligatoirement un dénombrement un par un, elle peut consister en une décomposition-recomposition : « trois » n'est pas seulement « un, un et encore un », il peut se décomposer sous la forme « deux, et encore un ». La possibilité d'exprimer les nombres à l'aide des repères 5 et 10 fait partie du processus de conceptualisation. BRISSIAUD considère la conceptualisation comme l'accès à un comportement stratégique, dans la mesure où l'apprenant peut choisir une stratégie parmi un ensemble de procédures possibles, en utilisant par exemple une décomposition pour constituer une collection d'objets. Finalement, la conceptualisation dépend de l'appropriation de l'équivalence entre des stratégies de comptage et des stratégies de décomposition-recomposition.

IV.4.2 La conceptualisation de la numération décimale

BRISSIAUD explique que comprendre la numération décimale, c'est comprendre l'équivalence entre plusieurs procédures de comptage : compter de un en un et compter d'abord les centaines, puis les dizaines, et enfin les unités. Il s'agit en fait d'un changement d'unités, la procédure consistant à compter de un en un utilisant de « petites unités », de valeur égale à un, et l'autre procédure utilisant de « grandes unités », de valeur égale à dix, à cent, à mille... La compréhension de la numération nécessite donc de pouvoir adopter un double point de vue sur les nombres, et d'accéder là encore à un comportement stratégique permettant de sélectionner la procédure la plus économique.

L'utilisation de représentations figurées, analogiques, peut aider à la conceptualisation de la numération décimale. Ces représentations favorisent l'évocation de l'action, de la procédure réalisée précédemment. Il peut s'agir d'un dessin figurant une barre de dix que l'enfant a fabriqué en assemblant dix petits cubes, ou bien figurant une enveloppe où l'enfant a placé dix jetons... Ces figurations fonctionnent comme représentations spatiales du résultat d'actions, et aident l'enfant à se rappeler les groupements qu'il a construits.

En considération des travaux présentés, nous retiendrons que les concepts naissent du passage de la manipulation à la représentation mentale puis à une abstraction plus grande, et de l'association de cette abstraction à un nom approprié. Le langage semble donc avoir une grande importance dans l'accès au concept. Par ailleurs, la compréhension de la numération et la conceptualisation des nombres ne sont effectives que lorsque l'enfant est capable d'adopter un double point de vue sur les nombres.

V TROUBLES LOGICO-MATHEMATIQUES ET REMEDIATIONS EN ORTHOPHONIE

V.1 LES REMEDIATIONS : DIFFERENTES APPROCHES POSSIBLES

Au terme de rééducation MELJAC (2001) a choisi de préférer le néologisme de remédiation. Il s'agit en effet plutôt d'ouvrir de nouvelles perspectives à l'enfant que de l'éduquer à nouveau. Le terme « remédiation » provient de « médiation », qui rappelle la notion de relation privilégiée entre deux individus, et de « remède », dans le sens où il existe un remède adapté aux troubles de l'enfant. Le médiateur qu'est l'orthophoniste aidera l'enfant à découvrir ce remède.

Dans le domaine logico-mathématique, différentes approches de remédiation, issues des recherches en psychologie cognitive ou en neuropsychologie, ont vu le jour.

V.1.1 Approches globales

Ce type d'approche vise une construction ou une reconstruction de l'ensemble de l'organisation intellectuelle d'un sujet, par une démarche d'édification des opérations mentales, ou par une démarche didactique.

Les méthodes d'édification des opérations mentales, nées dans les années 1960, ont pour objectif de créer des conflits cognitifs, d'où l'émergence d'instruments cognitifs utilisables dans de nombreux contextes.

Les démarches didactiques proposent un apprentissage progressif visant le développement de l'enfant. La méthode de gestion mentale, mise au point par DE LA GARANDERIE (1982), est basée sur le constat que les images mentales permettent de passer de la perception à la conceptualisation, et sont indispensables à la mémorisation et à la compréhension. Le développement d'une imagerie visuelle permettrait des progrès dans le domaine logico-mathématique.

Le GEPALM, Groupe d'Etudes sur la Psychopathologie des Activités Logico-Mathématiques, créé par JAULIN-MANNONI en 1965, propose une démarche d'aide au développement des opérations mentales, fondée sur les travaux de PIAGET.

V.1.2 Approches spécifiques

Ces démarches sont grandement inspirées de la neuropsychologie. Elles s'adressent particulièrement aux troubles isolés. Une méthode de rééducation des troubles du transcodage, développée à partir des recherches de SERON (2000), utilise un cadre syntaxique et des aides colorées, qui seront peu à peu estompées : l'individu doit alors raisonner sur la manière logique de remplir ce cadre.

V.2 PRINCIPES GENERAUX POUR LA REMEDIATION

V.2.1 Le rôle de médiateur

BRUNER décrit les points principaux du rôle du médiateur. Le médiateur doit tout d'abord susciter un intérêt de l'enfant pour la tâche qu'il propose. Il doit également simplifier la tâche pour que le but soit accessible à l'enfant et ainsi contrôler la frustration. Durant la réalisation de la tâche, il doit soutenir la motivation de l'enfant afin de l'aider à poursuivre l'objectif visé, et lui indiquer les caractéristiques importantes de la tâche pour en faciliter sa réalisation. Le médiateur doit également présenter des modèles de solution à partir des solutions partielles proposées par l'enfant.

V.2.2 Principes pour la remédiation

MELJAC & CHARRON (2002)²¹ donnent cinq principes inspirant l'action de remédiation :

- *Présupposer la compétence* : les enfants rencontrés dans un contexte de remédiation ont évidemment des difficultés particulières. Le remédiateur adapte donc les tâches proposées au niveau de l'enfant, afin qu'il puisse expérimenter le sentiment de réussite. Il faut cependant prendre en compte les capacités de l'enfant, et en aucun cas les sous-estimer. Le danger serait de stagner, empêchant l'évolution de l'enfant. MELJAC & CHARRON suggèrent de s'adresser parfois à l'enfant comme à un adulte expert, ce qui valorisera l'enfant, qui se sentira, pour une fois, considéré « comme un grand ».
- *Réinjecter le plaisir* : au début d'une prise en charge, l'enfant arrive bien souvent avec une image de lui-même dépréciée, abîmée à cause des échecs qu'il a vécus. Il est dans un processus d'autodévalorisation. Le remédiateur doit chercher à remplacer la peine par le plaisir, en utilisant les points d'intérêt de l'enfant pour faire passer le travail par ce canal.
- *Valoriser la vicariance en multipliant les voies d'accès à un résultat* : par la multiplicité des expériences, il faut faire admettre à l'enfant qu'une question peut se résoudre de plusieurs façons, et lui faire constater que les résultats obtenus avec les différentes possibilités sont concordants et confirment la validité de la réponse.
- *Répondre aux demandes actuelles en les utilisant* : l'enfant arrive parfois en séance avec une demande particulière, liée aux activités scolaires du moment. Plutôt que de remettre à plus tard des explications qui risquent de manquer à l'enfant, on peut considérer la demande comme une occasion d'aller plus loin, et respecter ses besoins immédiats.
- *Alterner les centrations sur les concepts et les procédures* : on a vu précédemment que les concepts s'appuient sur les procédures pour progresser, et inversement. Il est nécessaire de faire en permanence des allers-retours entre l'un et l'autre.

GUERITTE-HESS²² propose quant à elle un travail s'intéressant plutôt à la démarche qu'au résultat, et s'appuyant sur différents principes, qui rejoignent parfois ceux donnés par MELJAC & CHARRON : une exploration systématique de l'univers de travail, l'utilisation d'activités combinatoires qui stimulent la mobilité de pensée, la coordination

et la dissociation de points de vue. Elle suggère également l'introduction d'énigmes, c'est-à-dire d'éléments cachés ou manquants, pour susciter la curiosité de l'enfant et l'amener à la déduction.

Ces quelques principes guideront le remédiateur pour la mise en place de son action auprès de l'enfant en difficulté.

V.3 DONNER DU SENS

V.3.1 Importance de la verbalisation

BACQUET (1996)²³ souligne l'importance de la verbalisation dans la rééducation logico-mathématique de l'enfant. Il faut donner du sens en explicitant les mots utilisés dans les énoncés de problèmes, mais aussi le vocabulaire des nombres et de la numération, des opérations... La verbalisation concerne aussi les productions de l'enfant : il faut parler avec l'enfant de ce qu'il a dit ou écrit, et pas seulement de ce qu'il a compris de ce que nous lui avons transmis.

Par ailleurs, le langage peut très bien être utilisé pour faire comprendre certaines notions en dehors du contexte mathématique. BACQUET donne l'exemple de la notion d'équivalence, qu'elle introduit à l'aide d'une histoire : elle fait constater à l'enfant l'équivalence entre différentes manières d'évoquer le même personnage. Ainsi, dans un récit, « Rose » peut aussi être désignée par « la jeune fille », « la sœur de Lucas », « la danseuse »...

La verbalisation nous permet de s'assurer de la compréhension de l'enfant, et lui permet de renforcer sa capacité à exprimer sa pensée, à formuler ses interrogations.

V.3.2 Contextualisation - décontextualisation – recontextualisation

JOANNERT (2002)²⁴, soulève l'existence d'un conflit entre le savoir codifié et décontextualisé proposé par les programmes scolaires et les connaissances pratiques et quotidiennes de l'enfant. En effet, le savoir codifié correspond aux contenus des manuels scolaires et est traité par une démarche de transposition didactique, alors que la connaissance est une constituante de l'organisation cognitive d'un sujet, construite par des processus d'apprentissage et de développement. Les liens entre savoir codifié enseigné à l'école et connaissances construites par l'enfant à propos de ce savoir ne se font pas toujours automatiquement. De nombreux élèves, n'ayant pas saisi les liens entre « nombres de l'école » et « nombres de la vie de tous les jours », se retrouvent face à un conflit entre différentes représentations d'un même nombre. JONNAERT reprend les termes de BARUK (1997) qui différencie les « nombres-de », nombres de la vie quotidienne, que les enfants connaissent en dehors des contextes scolaires, c'est-à-dire ceux utilisés pour les mesures, les évaluations, et les « nombres », qui ne font référence qu'à eux-mêmes, et qui correspondent aux « nombres de l'école ».

JONNAERT propose une démarche de contextualisation-décontextualisation-recontextualisation. Il s'agit d'abord d'élaborer des situations permettent aux enfants de construire eux-mêmes leurs connaissances. Les situations contextualisées serviront d'appui

pour les acquisitions. Le nombre doit tout d'abord se référer à une quantité de quelque chose, pour pouvoir ensuite devenir un concept. Pour éviter que la signification mathématique ne reste limitée à un contexte particulier, il faut rapidement passer à une décontextualisation, où on travaille sur la notion mathématique pour elle-même dans une perspective d'abstraction. L'étape suivante est le transfert de ce contenu mathématique dans une nouvelle situation, soit une recontextualisation. Cette démarche permet à l'enfant de faire le lien entre les « nombres de l'école » et « les nombres de la vie ».

V.4 L'ASPECT LUDIQUE

CALVARIN (2003)²⁵ l'intérêt de l'utilisation du jeu dans la rééducation logico-mathématique.

Par « jeu », on fait référence à l'activité ludique des enfants, où ils peuvent mobiliser leur attention et faire des découvertes. Le jeu regroupe trois plans :

- l'action, mise en jeu dans l'utilisation des objets, jouets et personnages,
- la représentation, activée par l'usage des nombres arabes et du code verbal écrit, ou dans des jeux à composante représentative,
- la pensée, qui permet tout au long de l'activité d'établir des liens en vue d'aboutir à une loi mathématique.

Selon CALVARIN, le traitement des difficultés des enfants nécessite de les « ramener sur le terrain du sens ». Pour cela, l'orthophoniste va s'employer à créer un contexte dans lequel adulte et enfant pourront se comprendre grâce à un référent commun. L'utilisation des objets permet l'instauration d'un tel contexte, ainsi qu'une mise à distance de l'enfant avec ses difficultés, puisque les erreurs sont commises par les personnages en situation, les conflits sont résolus entre eux. La pensée va fonctionner en même temps que l'enfant joue et fait des expériences avec les objets : il les groupe, les sépare, les déplace. L'activité va peu à peu acquérir du sens, jusqu'à une généralisation, une abstraction.

ORSINI-BOUICHOU distingue deux types de situation qui apparaissent dans les jeux : les situations figuratives et les situations représentatives. Dans les situations figuratives, l'enfant voit tous les éléments du jeu. Dans les situations représentatives, l'enfant doit se représenter mentalement les éléments du jeu. Dans un jeu de 7 familles, on trouve les deux aspects : l'aspect figuratif pour notre propre jeu, et l'aspect représentatif pour les cartes des adversaires et la pioche. L'alternance des deux situations favorise la mobilité de la pensée de l'enfant, et le passage à la représentation sera indispensable à l'abstraction.

V.5 LA NUMERATION ET SA REEDUCATION

Dans *Le nombre et la numération – Pratique de rééducation*, BACQUET & GUERITTE-HESS (1996) exposent une méthode de rééducation de la numération. Pour accéder au nombre, certaines activités doivent être maîtrisées par les enfants. La rééducation de la numération proprement dite doit souvent être précédée par ces activités.

V.5.1 Activités préparant au nombre

Les activités préparant au nombre concernent des domaines variés.

- *Le rythme* : la rythmicité a une grande importance pour le dénombrement. Il s'agit en effet de coordonner une énonciation verbale, la comptine numérique, et un geste de pointage. L'une ou l'autre de ces composantes peut poser problème aux enfants. Il est donc nécessaire de faire un travail autour du rythme afin d'améliorer le dénombrement, indispensable aux premières acquisitions sur les nombres.
- *Les algorithmes* : ce sont des ensembles de symboles et de procédés mathématiques utilisés pour calculer, comme le comptage de deux en deux. Par extension, on considère comme algorithme les exercices visant à reproduire des suites dont il faut trouver la loi de formation : on peut réaliser ce type d'exercices sous forme graphique, motrice...
- *Les relations entre les actions* : l'enfant va vivre une succession d'actions, puis les représenter pour ensuite pouvoir en faire une relecture et dégager les corrélations entre les actions. On procède par fabrication de « photos » des différents instants de l'action, et l'enfant déduit ce qui s'est passé entre deux photos.
- *Le tout et les parties d'un ensemble* : on va amener l'enfant à étudier toutes les partitions possibles d'un ensemble en deux sous-ensembles. L'enfant va pouvoir prendre conscience de tous les groupements possibles tout en gardant le tout identique.
- *Les différences entre deux ensembles* : l'enfant va devoir établir une bijection entre les éléments semblables pour trouver les différences.
- *La notion de partage* : l'enfant doit à la fois tenir compte du tout et des parties, et distribuer le tout en des parts égales.
- *Les stéréognosies* : la reconnaissance des objets par le toucher favorise l'évocation mentale de l'image de ces objets. Plusieurs objets peuvent être disposés derrière un cache et l'enfant doit les toucher pour se constituer une image mentale. Il utilise ainsi les notions topologiques de l'espace de proximité, éloignement, successivité...
- *La perception visuelle* : le travail se fera autour des constellations, configurations spatiales fixes, afin d'entraîner la reconnaissance rapide de certaines quantités.
- *Les images mentales* : la représentation est exercée par mémorisation de photos, la création d'un arrangement d'après lecture d'un texte ou indications orales... Divers exercices d'entraînement sont possibles.
- *Le sens global des doigts* : les mains étant un élément de référence dans l'élaboration du système de numération décimal, il est primordial que les enfants aient un accès direct à la quantité représentée par les doigts. Pour cela, on va travailler la motricité digitale, puis le sens global des doigts : l'enfant devra montrer tel nombre de doigts, lire rapidement sur les mains d'autrui...

Les compétences acquises grâce à ces activités préparatoires s'ajoutent aux bases nécessaires à l'acquisition du nombre décrites par PIAGET pour favoriser au maximum l'accès au nombre et à la numération.

V.5.2 Une proposition de rééducation

Une fois certains préalables maîtrisés, prend place la rééducation de la numération.

BACQUET & GUERITTE-HESS mettent l'accent sur la compréhension de l'itération « +1 », qui fonde le système de numération. La découverte de l'infinité du système repose sur la compréhension que l'itération peut être répétée sans fin. BACQUET & GUERITTE-HESS choisissent de représenter la suite numérique non pas horizontalement mais verticalement, et d'utiliser comme matériel des allumettes et des élastiques qui serviront à regrouper les allumettes par dix, puis par cent. Elles utilisent comme support un plateau séparé en cases où on disposera les unités le plus à droite, les dizaines à leur gauche et ainsi de suite.

L'enfant va compter les allumettes une par une, en les posant sur le plateau et en écrivant le nombre correspondant sur une bande verticale de papier, en commençant toujours par les unités et en allant vers les dizaines, les centaines... Dès que l'enfant a dix allumettes, il doit les rassembler et les attacher en un paquet avec un élastique, avant d'écrire le nombre sur la bande de papier. Quand l'itération « +1 » est maîtrisée, on peut passer à l'itération « +10 », « +100 », mais aussi « -1 »...

En ce qui concerne les grands nombres, on n'utilise plus de matériel. Le passage à l'abstraction est amorcé, et le concret n'est plus nécessaire. Le travail s'oriente sur les classes de nombres. L'orientation de la lecture des nombres en chiffres arabes, inversé par rapport au sens de lecture habituel, doit être comprise, ainsi que la segmentation des grands nombres en classes, pour leur lecture et leur écriture.

Les nombres décimaux sont abordés en revenant provisoirement à un matériel concret. BACQUET & GUERITTE-HESS utilisent des pailles, qu'on peut facilement couper pour en faire des dixièmes, des centièmes. Une fois le principe compris, on peut se passer du matériel pour ne garder que le support écrit.

L'utilisation d'un matériel concret favorise, par la manipulation et la visualisation des actions, l'accès à des représentations mentales qui vont aider l'enfant à structurer sa pensée, et donc à connaître, comprendre et maîtriser le système de numération. Le recours au matériel ne sera plus indispensable mais parfois profitable pour retrouver, ré-affiner ces représentations.

PROBLEMATIQUE :

Durant cette année d'études, nous avons voulu observer la construction de la numération chez des enfants présentant divers troubles, en nous référant aux différents travaux de PIAGET, ou encore de FAYOL, autour du nombre et de la numération. Nous avons tenté de mettre en évidence quels étaient les obstacles les plus difficiles à surmonter, les points posant le plus fréquemment problème lors de cet apprentissage. Notre objectif était de créer un outil, un matériel de rééducation permettant sinon de construire, du moins de consolider, d'assurer la numération chez l'enfant en difficulté dans ce domaine.

DEUXIEME PARTIE : PRATIQUE

Pour étudier la construction de la numération chez des enfants présentant divers troubles, nous avons choisi d'adopter une démarche clinique, comme l'avait fait PIAGET. Cependant, nous n'avons pas pour objectif de dégager des généralités sur la construction de la numération, mais les points posant problème à chaque enfant, et ce dans le but de mieux l'aider dans son évolution. En repérant les points posant le plus fréquemment problème, nous avons voulu tenter de créer un outil de rééducation permettant de revenir sur ces points d'une manière différente, un matériel ludique et adaptable selon les besoins de chaque enfant.

I PRESENTATION DES ENFANTS OBSERVES

I.1 ENFANTS PRIS EN CHARGE POUR UN TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE

I.1.1 Arnaud

Arnaud a 9 ans et redouble actuellement le CE2. Il est suivi une fois par semaine par une orthophoniste libérale. La prise en charge a débuté en septembre 2005. Elle concerne en premier lieu le repérage temporel et les classifications, pour s'étendre ensuite au nombre et à la numération.

Les premières séances tournent autour des notions temporelles. La rééducation se poursuit par un travail sur les classifications, en construisant un jeu de familles à trois critères.

I.1.2 Alexis

Alexis a 9 ans et redouble actuellement le CE2. Il est pris en charge une fois par semaine par une orthophoniste libérale pour des difficultés en mathématiques à l'école, sans doute accentuées par un déficit attentionnel. Il a été suivi en orthophonie en grande section de maternelle et en CP pour un retard de parole et de langage. La prise en charge orthophonique actuelle a débuté en septembre 2003. Les objectifs de départ étaient d'aider Alexis à mieux maîtriser son schéma corporel, le temps social, de mettre en place la sériation et le classement, et de renforcer le versant linguistique de la numération et des opérations.

Un travail sur la numération a été abordé, puis abandonné car il semblait trop précoce. En octobre 2005, la rééducation portait sur la classification, avec un travail autour d'un jeu de familles à trois critères. Le jeu a été construit avec Alexis, et il a procédé à des tris selon certains critères. Après avoir travaillé pendant plusieurs séances sur la déduction, Alexis demande à revenir à la numération.

I.2 ENFANTS AVEC TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE ET TROUBLE(S) ASSOCIE(S)

I.2.1 Eric

Eric a 10 ans et est scolarisé dans une classe mixte CE1-CE2. Il a redoublé la grande section de maternelle et a suivi un CP aménagé. Depuis septembre 2002, il est suivi par une orthophoniste libérale deux fois par semaine pour des troubles du langage écrit et pour des troubles logico-mathématiques. Il présente de plus des troubles praxiques et des difficultés de concentration. Eric est par ailleurs suivi en psychomotricité et en psychothérapie.

Les objectifs initiaux de la rééducation orthophonique étaient de mettre en place les notions temporelles et spatiales, les structures de sériation et de classement, de favoriser la structuration du langage et d'affiner la compréhension en utilisant préférentiellement la manipulation, l'aspect sensori-moteur et l'aspect visuel. Actuellement, Eric maîtrise la chaîne numérique verbale jusqu'à 100, pouvant compter à rebours. Le comptage et le pointage semblent être au point, malgré les troubles praxiques qui occasionnent néanmoins des troubles du graphisme.

Au début des observations, la rééducation logico-mathématique portait sur les notions temporelles et sur les équivalences. A partir de la fin novembre, la numération a été abordée avec un travail portant plus spécifiquement sur les noms de nombre et le transcodage du code verbal oral au code verbal écrit et au code en chiffres arabes.

I.2.2 Maxime

Maxime a 9 ans et est en CM1. Il est suivi pour des troubles logico-mathématiques une fois par semaine par une orthophoniste libérale, depuis novembre 2003. Il a longtemps été suivi en orthophonie pour des troubles du langage oral et du langage écrit, qui ne sont pas encore tout à fait résolus.

Les objectifs initiaux de la rééducation étaient la mise en place de la sériation et de la classification, de la correspondance terme à terme, des notions de nombre et de quantité, le sens de l'addition.

En début d'année scolaire, la rééducation portait sur le vocabulaire de la géométrie, que Maxime ne parvient pas à retenir malgré de nombreuses manipulations. Les troubles du langage oral de Maxime le pénalisent énormément pour accéder à la compréhension et aux concepts eux-mêmes. La rééducation s'est ensuite axée sur la numération, en particulier pour les grands nombres.

I.2.3 Rachel

Rachel a 8 ans et est en CE1. Elle est suivie une fois par semaine par une orthophoniste libérale pour des troubles logico-mathématiques. Elle rencontre également un pédopsychiatre pour une possible psychose infantile. A la demande de l'école, Rachel va entrer en CLIS l'année prochaine : ses importants troubles comportementaux ont entraîné un décalage trop important avec le niveau de la classe, et le maintien en intégration n'est plus souhaitable.

Au début de la prise en charge orthophonique en janvier 2005, la correspondance terme à terme était possible, mais la permanence du nombre n'était pas acquise. Les objectifs

étaient de mettre en place les notions temporelles et spatiales ainsi que les structures de sériation et de classification.

Au début de l'année scolaire, la prise en charge était axée sur le nombre, avec une mise en correspondance entre nombre en code en chiffres arabes et quantité, un travail sur la compréhension de l'itération, le transcodage. Après une période difficile où les troubles de comportement de Rachel étaient exacerbés, l'orthophoniste a préféré revenir à un travail plus accessible et plus ludique sur la combinatoire, afin de favoriser la mobilité de pensée, la réversibilité, l'anticipation.

I.3 ENFANTS SOURDS PRIS EN CHARGE DANS PLUSIEURS DOMAINES

I.3.1 Louisa

Louisa a 10 ans. Elle est sourde sévère de naissance et présente d'importants troubles visuels dus à des séquelles de cataracte : malgré une opération réalisée à l'âge de six ans et le port de lunettes de vue, elle n'a que 1/10 en vision binoculaire. D'origine algérienne, elle est arrivée en France à l'âge de 5 ans. Elle était socialisée mais ne parlait pas du tout. A la maison, les parents ne parlent pas français. La prise en charge dans le cadre du Centre de Soins a débuté à son arrivée en France. Elle est actuellement dans une CLIS Déficiants Auditifs et bénéficie de multiples prises en charge : orthophonie, psychomotricité, Langue des Signes, prise en charge éducative. La rééducation orthophonique porte sur le langage oral et écrit, ainsi que sur le domaine logico-mathématique. En début d'année scolaire, sur le plan logico-mathématique, le travail s'articule autour du jeu LOGIX, un jeu de déduction. A partir du mois de janvier, l'orthophoniste aborde avec Louisa la numération.

I.3.2 Marie

Marie a 10 ans et présente une surdité sévère à droite et légère à gauche. Elle n'est appareillée qu'à gauche à cause de douleurs du côté droit en cas d'appareillage. La prise en charge au Centre de Soins a commencé à l'âge de 3 ans. Elle est suivie en orthophonie deux fois par semaine, dont une fois en séance de groupe avec Lucie, sourde elle aussi. Marie est intégrée en CM2 dans l'école voisine du Centre de Soins. La prise en charge orthophonique porte sur le langage oral et écrit et le domaine logico-mathématique. Sur le plan logico-mathématique, il est nécessaire d'étayer chaque nouvel apprentissage par des manipulations, l'utilisation du vocabulaire approprié, et d'établir les liens avec les connaissances antérieures de Marie. La rééducation vise à renforcer le lien entre conceptuel et langagier, afin d'avancer vers l'abstraction par des processus de généralisation. Les séances s'axent parfois sur les aspects étudiés en classe : puissances de 10, division, grands nombres, fractions ou encore géométrie.

I.3.3 Lucie

Lucie a 11 ans. Elle présente une surdité profonde bilatérale, et a un implant cochléaire du côté droit depuis janvier 2000, sans appareillage controlatéral. Elle est scolarisée en CLIS Déficlients Auditifs et intégrée en CM2 pour les mathématiques et les matières d'éveil. Elle est suivie en orthophonie deux fois par semaine, dont une fois en séance de groupe avec Marie. Elle bénéficie également d'une prise en charge en Langue des Signes une fois par semaine. La prise en charge orthophonique porte sur le langage oral et écrit et le domaine logico-mathématique. La rééducation logico-mathématique s'appuie sur des manipulations, des situations de transformation où l'on peut observer état initial et état final, pour favoriser la verbalisation des actions, de la pensée, et ainsi cheminer vers l'abstraction et permettre à Lucie d'élaborer les lois mathématiques.

II METHODE D'OBSERVATION

Ayant choisi une démarche clinique, nous avons construit des grilles d'observation pour recueillir les interactions entre enfant et orthophoniste, les échanges verbaux, les manipulations de chacun. Nous avons choisi d'utiliser des grilles permettant à la fois de suivre le déroulement de la séance de manière linéaire et de noter au fur et à mesure les points positifs et négatifs concernant certains aspects du nombre pouvant poser problème.

II.1 QUELS ASPECTS DU NOMBRE OBSERVER ?

Durant nos observations préliminaires, nous avons évalué les aspects pouvant poser le plus de difficultés. Nous avons choisi sept aspects à noter dans les cases. Une observation montrant la compréhension, la maîtrise de cet aspect sera notée avec un + dans la colonne correspondante, alors qu'une observation montrant une lacune sera notée avec un – dans la colonne correspondante.

II.1.1 La notion d'équivalence

PIAGET avait noté l'importance de la maîtrise de l'équivalence pour l'accès au nombre. L'équivalence concerne également le langage : BACQUET parle de l'équivalence entre plusieurs dénominations dans le cadre de récits. Les observations que nous considérons comme relatives à l'équivalence concernent la mise en relation entre deux termes (dix = une dizaine...), entre une représentation de quantité et sa dénomination ou entre différentes représentations d'une même quantité.

II.1.2 La position du chiffre dans un nombre, le rang

La syntaxe du code en chiffres arabes repose sur une notation positionnelle donnant au chiffre sa valeur. Les observations concernant la position du chiffre dans un nombre révèlent souvent une mauvaise interprétation de la valeur du chiffre, des confusions entre les chiffres des unités, des dizaines... Ces erreurs peuvent être dues à une représentation mentale des rangs imparfaite et ne relèvent pas toujours d'un problème de latéralisation.

II.1.3 Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit

Le code verbal possède un lexique et une syntaxe bien spécifiques : les observations concernent la connaissance du vocabulaire des nombres, son utilisation, mais aussi la lecture de ces nombres en code verbal écrit et les erreurs liées au langage oral.

II.1.4 Le transcodage

Ces observations concernent toutes les modalités du transcodage, chacune d'elle devant être exercée pour être maîtrisée. Les observations concernent donc le passage d'un code à l'autre, que la transcription soit faite par l'enfant ou seulement reconnue par lui, la compréhension de la syntaxe de chaque code et la connaissance du lexique.

II.1.5 L'aspect symbolique des nombres

Le code verbal écrit et le code en chiffres arabes comportent une composante symbolique : le choix d'un signifiant correspondant à un signifié est arbitraire. Le sens des symboles, leur utilisation par les enfants ne sont pas toujours maîtrisés. Les observations sont liées au sens des chiffres ou des signes numériques, au rapport des nombres avec la réalité.

II.1.6 La transposition des connaissances

La transposition directe des connaissances par un processus de « généralisation – extension », décrit par GAUDERAT-BAGAUT & LEHALLE (2002), est observable dans la construction de la numération, notamment lorsqu'il s'agit d'appliquer à un nouveau nombre une connaissance qui vient d'être appréhendée par l'enfant. La « généralisation – coordination » quant à elle nécessite non seulement une transposition des connaissances, mais aussi une adaptation de celles-ci et une réorganisation constante du système cognitif. L'observation de cette forme de généralisation des connaissances est moins aisée dans la mesure où elle se construit dans un temps plus long que celui de la séance.

II.1.7 La mobilité de pensée

La mobilité de la pensée n'est pas spécifique au nombre, mais, comme l'a souligné PIAGET, elle est essentielle à l'opérativité des concepts. Trois processus mentaux contribuent à l'élaboration des structures mentales. La pensée anticipatrice, qui consiste à penser un événement avant qu'il n'arrive, permet de transposer plus facilement ses

connaissances, d'élargir les concepts. Cependant, une anticipation trop hâtive peut conduire à des erreurs d'interprétation en lecture, ou encore donner une représentation inexacte d'un concept. La pensée rétroactive s'exerce en repensant à un événement déjà vécu, en s'appuyant sur les traces laissées lors de cet événement : ces traces peuvent par exemple être des schémas de différentes étapes d'une situation, la transcription de calculs intermédiaires. La pensée réversible permet d'envisager une situation sous le plus possible de points de vue. Les indices de mobilité de pensée sont variés et correspondent plutôt à l'une ou l'autre des formes de pensée décrites par PIAGET.

II.2 MODALITES DE L'OBSERVATION

Nous avons choisi de noter les observations directement dans les grilles, au fur et à mesure de la séance. Cette méthode nous a permis de suivre en détail les séances et de noter les exemples les plus pertinents pour la compréhension du fonctionnement de l'enfant et de ses difficultés. Ainsi, les verbalisations et manipulations de l'enfant et de l'orthophoniste ont été transcrites de manière linéaire, ce qui nous permet de suivre l'évolution de la pensée de l'enfant, de son fonctionnement au cours de la séance, mais aussi dans la durée, en comparant les observations d'une séance à l'autre. Plusieurs aspects évoqués ci-dessus peuvent être mis en jeu en même temps, et concerner l'un des domaines plutôt qu'un autre, selon l'interprétation des observations.

III OBSERVATION DE SEANCES SUR LA NUMERATION ET ANALYSE

III.1 ENFANT PRIS EN CHARGE POUR UN TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE

➤ Alexis

- *L'équivalence* : Lors des premières séances consacrées à la numération, nous avons observé qu'Alexis associait bien les différentes dénominations des nombres et la quantité correspondante en allumettes, et comprenait les liens entre unités, dizaines, centaines. Par la suite, on a remplacé l'itération « +1 » par une progression avec des ajouts plus grands. On a remarqué que l'ajout de quantités supérieures à dix posait problème : Alexis n'utilisait pas ses connaissances sur les dizaines pour ajouter vingt allumettes, prenant les allumettes une par une au lieu de prendre deux paquets de dix... Il n'appliquait pas le principe d'échange, d'équivalence, pourtant connu. Il lui est également arrivé de perdre la valeur des paquets d'allumettes de différentes tailles. La correspondance était donc établie dans certaines situations mais pas permanente : l'équivalence n'était pas réellement maîtrisée.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Nous avons remarqué plusieurs signes d'une mauvaise représentation mentale des rangs. Quand on lui demande où se situe la « maison des unités », Alexis répond qu'elle est à gauche, quand on lui demande ce que signifie le chiffre des unités, il répond « dix ». Il ne sait plus où poser un paquet de dix allumettes... Lors des deux dernières séances observées, Alexis ne fait plus aucune erreur et peut donner la valeur de chaque chiffre selon sa position.

- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Alexis a une bonne connaissance de la chaîne numérique verbale, il connaît et utilise les noms des nombres particuliers, des dizaines successives. Alexis comprend le sens des mots « unité », « dizaine », peut retrouver leur racine. L'orthophoniste insiste beaucoup sur la verbalisation, et incite Alexis à faire des phrases pour pouvoir énoncer clairement ses idées, exposer ses connaissances.
- *Le transcodage* : Aucune modalité de transcodage ne semble poser problème à Alexis. Les quelques erreurs relèvent de l'orthographe, ou plus fréquemment d'un manque d'attention.
- *L'aspect symbolique* : Alexis connaît et utilise bien les chiffres arabes, ainsi que les signes opératoires.
- *La transposition des connaissances* : Lorsque l'orthophoniste raconte à Alexis une histoire expliquant l'invention du système de numération décimal, celui-ci transpose ses connaissances au récit, montrant sa compréhension. Il applique un processus de « généralisation-extension » pour transposer le fonctionnement du passage de dix unités à une dizaine au fonctionnement du passage de cent unités à une centaine. La transposition des connaissances scolaires est plus difficile. Par ailleurs, au lieu d'intégrer ses acquis à son fonctionnement antérieur, Alexis a tendance à les dissocier. Il n'arrive pas à « généraliser-coordonner », c'est-à-dire à utiliser ses connaissances pour traiter une situation nouvelle, et se retrouve perdu.
- *La mobilité de pensée* : Alexis a l'intuition de l'infinité de la suite numérique, mais ne parvient pas suffisamment à généraliser le fonctionnement du système pour être à l'aise et anticiper ce qui va se passer quand on va passer aux nombres plus grands. Il utilise sa pensée rétroactive pour repenser à ce qu'il a déjà réalisé et le réutiliser dans des situations similaires, mais n'arrive pas toujours à envisager d'autres possibilités.

Les difficultés d'Alexis semblent surtout concerner la notion d'équivalence et la transposition des connaissances. La conceptualisation reste inachevée à cause d'un manque de généralisation et de mobilité de pensée. Les composantes langagières et symboliques semblent, elles, maîtrisées. Le déficit attentionnel d'Alexis, variable d'une séance à l'autre, a un retentissement sur ses acquisitions : les moments où Alexis est plus distractible, moins concentré, sont peu productifs.

III.2 ENFANTS AVEC TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE ET TROUBLE(S) ASSOCIE(S)

III.2.1 Eric

Une situation particulière, pouvant impliquer à la fois l'équivalence, la position des chiffres dans les nombres, l'aspect symbolique et le vocabulaire sera exposée indépendamment.

- *L'équivalence* : Eric semble avoir de bonnes connaissances conceptuelles des équivalences : il associe correctement quantité et dénomination, établit bien la

correspondance entre les noms de nombre et le nombre de dizaines. Il connaît les équivalences entre unités, dizaines, centaines, et le fonctionnement du système : quand il a 10 allumettes en main, il les attache en un paquet, le pose dans la maison de gauche, et le note dans la colonne correspondante. Il n'applique pourtant pas cette connaissance dans des situations autres que la situation initiale, où il fallait ajouter les allumettes une à une. Lorsqu'il s'agit d'ajouter de plus grandes quantités, Eric n'utilise pas les paquets d'allumettes déjà constitués.

- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Quand on l'interroge oralement, Eric montre une bonne connaissance de la valeur des chiffres selon leur rang, et ne se trompe pas lorsqu'il écrit les nombres en code en chiffres arabes.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Eric a une bonne connaissance de la chaîne numérique verbale, il peut s'appuyer sur elle. Il connaît le nom des dizaines successives, ainsi que la signification des mots « dizaine », « centaine ». Il a cependant du mal à utiliser le sens des mots connus pour comprendre de nouveaux : par exemple, il ne parvient pas à décomposer le nom de nombre « quatre-vingts » pour retrouver les deux mots connus « quatre » et « vingt ».
- *Le transcodage* : Le passage du code verbal oral au code en chiffres arabes ne pose pas de problème particulier. Les erreurs produites en code verbal écrit sont des erreurs d'orthographe, qu'Eric ne maîtrise pas tout à fait.
- *L'aspect symbolique* : Il arrive qu'Eric ne fasse plus la correspondance entre la quantité réelle et le symbole. Il y a rupture du lien avec la réalité. Eric a parfois tendance à suivre une idée n'ayant aucun rapport avec le contenu de la séance, et lorsqu'on tente de le ramener dans l'activité, il peine à y revenir et à reprendre contact avec la réalité.
- *La transposition des connaissances* : Eric a bien transposé le fonctionnement du passage des dizaines, et réalise spontanément les manipulations nécessaires ainsi que le transcodage en code en chiffres arabes. Il n'utilise cependant pas les paquets déjà fabriqués pour gagner du temps quand il faut ajouter de grandes quantités, comme si il lui fallait les fabriquer lui-même. Ayant bien compris la dénomination des nombres de 70 à 79, Eric a pu appliquer le même principe aux nombres de 90 à 99. La plus grande difficulté reste l'utilisation des connaissances scolaires, qui pourraient permettre d'anticiper sur les situations futures.
- *La mobilité de pensée* : Eric connaît l'existence des nombres plus grands que ceux auxquels il a pour l'instant accès, et a l'intuition de la suite du système de numération. Il n'arrive cependant pas toujours à envisager les différentes possibilités s'offrant à lui.

Une situation pouvant impliquer plusieurs aspects différents a particulièrement retenu notre attention lors de l'observation de séances de rééducation où Eric manipulait des allumettes. Durant une séance, Eric prend une allumette en disant : « Voilà une centaine ! » et la pose dans la maison des dizaines. Il n'y a alors plus aucune correspondance entre dénomination, quantité réelle et position dans l'espace. Quelques séances plus tard, on demande à Eric de poser sur le carton 140 allumettes. Il pose alors une centaine à la bonne place, puis quatre

allumettes dans la maison des unités. On peut se demander si Eric a bien lu le nombre : il est possible qu'il ait lu le 4 comme étant le chiffre des unités, ou encore qu'il considère l'allumette comme ayant la valeur d'une dizaine... On renouvelle la consigne la semaine suivante. Eric pose une centaine à sa place, puis quatre allumettes dans la maison des dizaines, mettant en correspondance les nombres placés dans chaque colonne avec les chiffres du nombre écrit, mais pas avec la valeur réelle : il a bien mis « un quelque chose » dans la maison des centaines, et « quatre quelque chose » dans la maison des dizaines, mais sans tenir compte de la valeur des paquets. Il semblerait que sa représentation mentale des valeurs des chiffres selon la position soit bonne, mais qu'il ait des difficultés à associer cette représentation mentale avec les quantités dans la réalité. Eric lit les quantités, posées dans des colonnes, comme il lirait un nombre, écrit dans des colonnes. Dans ses manipulations, il produit les quantités d'allumettes comme il écrirait un nombre, en tenant seulement compte de leur position pour leur attribuer une valeur.

Les difficultés principales d'Eric dans le domaine du nombre et de la numération sont liées à la mise en correspondance de tous les aspects du nombre, plutôt bien maîtrisés indépendamment les uns des autres. La généralisation est ardue, peut-être à cause d'un manque de mobilité de la pensée, d'une certaine rigidité.

III.2.2 Maxime

- *L'équivalence* : Maxime établit sans difficulté la correspondance entre les quantités et leurs dénominations, ainsi que les équivalences entre unités, dizaines, centaines, malgré quelques erreurs. Pour les grands nombres, la correspondance entre code verbal oral et code en chiffres arabes n'est pas toujours réussie.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Différents indices laissent penser que Maxime a une mauvaise représentation mentale des positions des chiffres dans chaque classe de nombre : il dit que « les unités sont à gauche », n'applique pas un découpage stable en centaines, dizaines, unités pour chaque classe de nombres. De plus, Maxime n'utilise pas toujours le zéro pour marquer l'absence de quantité dans les « maisons », ce qui entraîne un décalage des chiffres par rapport à la position où ils devraient être : la valeur des chiffres selon leur rang n'est pas maintenue. Les repères donnés par l'orthophoniste sont utilisés à bon escient lors de la séance, mais ne sont pas transposés dans le temps.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Maxime connaît et utilise les mots « dizaine », « centaine », « millier ».
- *Le transcodage* : Des erreurs syntaxiques sont rencontrées pour les nombres supérieurs à 10 000. En lecture à voix haute de nombres en chiffres arabes, Maxime a du mal à reconnaître à quelle valeur correspond quel chiffre, et donne des nombres en code verbal oral approximatifs. En transcodage du code verbal écrit au code en chiffres arabes, Maxime réussit grâce aux repères donnés par l'orthophoniste. Il place cependant des zéros dans toutes les classes où il n'y a rien à écrire, y compris devant le nombre.

- *L'aspect symbolique* : Même si Maxime utilise parfois le zéro pour marquer l'absence de quantité dans une position, cette utilisation n'est pas systématique, elle n'est pas généralisée aux grands nombres.
- *La transposition des connaissances* : Maxime transpose certaines de ses connaissances à de nouvelles situations, comme le principe de constitution des paquets d'allumettes. Il peut éventuellement utiliser les aides fournies pour réussir les tâches demandées, mais ne les intègre pas à son modèle de fonctionnement et ne peut donc pas les appliquer plus tard. On a l'impression que Maxime n'a pas toujours conscience de pouvoir réintroduire ses expériences, ses connaissances dans des situations nouvelles, comme si il pensait avoir à repartir de zéro à chaque nouvelle acquisition.
- *La mobilité de pensée* : Maxime n'utilise presque pas l'anticipation, qui lui permettrait pourtant de transposer ses connaissances, et d'avancer plus vite dans ses acquisitions. Il manque de mobilité de pensée.

Même si Maxime ne rencontre plus de problèmes avec les nombres jusqu'à 1000, il n'a pas encore réussi à généraliser ses connaissances à tout le système, et n'arrive pas à appliquer la représentation mentale des valeurs de chaque position à toutes les classes de nombres, ce qui entraîne des erreurs de transcoding des grands nombres. En dehors des difficultés concernant le nombre, on remarque que Maxime a également des difficultés à s'organiser pour la réalisation d'une tâche. Les étapes de la réalisation ne sont pas bien définies ni ordonnées, ce qui lui fait faire des erreurs : dans une séance où il devait ajouter une certaine quantité d'allumettes, après avoir mélangé les allumettes déjà posées et celles qu'il devait ajouter, il compte le total au lieu de séparer le nombre d'allumettes à ajouter... Il n'a par ailleurs pas de stratégie de vérification, et ne se rend donc pas compte de ses erreurs. Il sera intéressant d'observer ses réactions dans une situation nouvelle, et de vérifier la possibilité de transposer ses connaissances actuelles sur les nombres et la numération à une situation inconnue.

III.3 ENFANTS SOURDS PRIS EN CHARGE DANS PLUSIEURS DOMAINES

III.3.1 Louisa

- *L'équivalence* : Louisa établit la correspondance entre la quantité et sa dénomination orale, ainsi que son écriture en chiffres arabes. L'équivalence entre unités et dizaine est comprise et bien appliquée dans la situation habituelle d'itération « +1 », mais on a l'impression que l'équivalence n'est pas permanente : Louisa oublie parfois la valeur des paquets d'allumettes, ne sait plus combien il y a de dizaines dans une centaine... Dans la situation où il faut créer l'équivalence entre le nombre en code verbal oral ou en chiffres arabes et la quantité, Louisa ne réussit pas toujours.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Louisa ne tient pas toujours compte du zéro, ce qui fausse sa lecture du nombre, et ne l'utilise pas toujours. Il

arrive qu'elle confonde les positions des nombres, mais on pourrait mettre en cause ses importants troubles visuels.

- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Louisa a une bonne connaissance de la chaîne numérique verbale jusqu'à 70 environ. Elle ne connaît pas les mots « dizaine », « unité », ni le nom des dizaines de « soixante-dix » à « quatre-vingt-dix ». Louisa confond souvent les mots « quatorze », « quarante », « quatre cents », et les mots « dizaine » et « centaine ». Elle produit également des noms de nombres incorrects : « un cent neuf », « deux cent vingt douze », dus à une connaissance du langage oral insuffisante.
- *Le transcodage* : Louisa a compris le fonctionnement du code en chiffres arabes, et elle apprend à dénommer les nombres avec une aide en Langue des Signes : après quelques exemples, elle parvient sans erreur à passer du code en chiffres arabes au code verbal oral pour les nombres de 260 à 399.
- *L'aspect symbolique* : Louisa utilise les chiffres de manière pertinente, à l'exception du zéro, dont le sens n'est pas acquis.
- *La transposition des connaissances* : Louisa a appliqué sa connaissance de la construction des dizaines à la construction des centaines. La transposition de la fabrication des noms de nombres est plus ardue. Louisa a un peu tendance à persévérer, à trop généraliser par extension, sans coordination des différentes connaissances et expériences. Les connaissances acquises dans la situation d'itération « +1 » ne sont pas généralisées aux situations d'ajout de plus grandes quantités.
- *La mobilité de pensée* : Louisa a l'intuition de la suite du système, elle a toujours envie d'aller plus loin, de savoir ce qu'il y a après. Elle manque cependant un peu de mobilité de pensée pour pouvoir transposer plus facilement ses connaissances par « généralisation-coordination ».

La permanence des équivalences n'a pas encore été acquise par Louisa, ni l'utilisation du zéro dans l'écriture en code en chiffres arabes. L'apprentissage des noms de nombres doit s'appuyer sur la Langue des Signes pour permettre à Louisa de bien comprendre le système du code verbal oral avant de pouvoir passer à l'écriture en code verbal écrit. La transposition des connaissances manque un peu d'organisation pour être plus efficace.

III.3.2 Marie

La séance observée portait sur l'introduction des nombres décimaux, avec manipulation de pailles.

- *L'équivalence* : Marie établit bien la correspondance entre quantité et nombres entiers en code en chiffres arabes, mais pas pour la partie décimale des nombres.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Marie connaît la valeur des chiffres selon leur position.

- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Marie connaît le mot « dixième » et sa signification, mais confond « millième » et « millimètre ».
- *La transposition des connaissances* : Marie a compris qu'il fallait transposer le principe du système décimal des nombres entiers aux nombres décimaux, mais ne parvient pas à appliquer le concept pour réussir la procédure : elle n'arrive pas à obtenir ses dixièmes de pailles, même si elle a compris qu'il faudrait couper l'unité en dix pour obtenir des dixièmes.
- *La mobilité de pensée* : Marie sait que les unités après la virgule sont coupées. Elle n'utilise pas suffisamment la réversibilité dans certaines situations : elle a par exemple du mal à imaginer comment faire pour obtenir des dixièmes en prenant une paille comme unité.

La principale difficulté rencontrée par Marie est la généralisation des ses connaissances des nombres entiers aux nombres décimaux. Elle a bien compris que le même système décimal est appliqué, mais n'arrive pas pour l'instant à le réaliser en manipulation, avec des quantités réelles.

III.4 QUELS ASPECTS ENTRAINENT LE PLUS FREQUEMMENT DES DIFFICULTES ?

Nous avons tenté de synthétiser les difficultés rencontrées dans un tableau afin de mettre en lumière les aspects posant le plus fréquemment problème chez les enfants observés. Nous n'avons pas pour objectif de dégager des généralités, mais de définir à quels éléments nous devons penser lors de la création de notre jeu, pour que celui-ci puisse apporter une réponse aux difficultés de l'enfant.

	Equivalence	Position des chiffres, rang	Vocabulaire, langage	Transcodage	Aspect symbolique	Transposition des acquis	Mobilité de pensée
Alexis	OUI	NON	NON	NON	NON	OUI	OUI
Eric	OUI	OUI	NON	NON	OUI	OUI	OUI
Maxime	OUI	OUI	NON	OUI	NON	OUI	OUI
Louisa	OUI	NON	OUI	OUI	OUI	OUI	OUI
Marie	OUI	OUI	NON	NON	NON	OUI	OUI
TOTAL	5	3	1	2	2	5	5

Tableau 1. Aspects entraînant le plus fréquemment des difficultés chez les enfants observés.

Nous remarquons que l'équivalence, la transposition des acquis et la mobilité de pensée posent problème à tous les enfants observés, et que la position des chiffres est également un obstacle difficile à surmonter pour trois d'entre eux. Nous nous attacherons donc à proposer un jeu qui permette de travailler sur ces points spécifiques, sans négliger pour autant les autres aspects évoqués.

IV CREATION DU JEU

IV.1 LES OBJECTIFS RECHERCHES

Durant cette année, nous avons voulu créer un outil pour la rééducation orthophonique des difficultés portant sur la numération. Prenant en considération les remarques de Suzanne CALVARIN sur le jeu en rééducation orthophonique, et le fait que le jeu permette de stimuler la motivation de l'enfant et de créer une situation relationnelle agréable pour chacun des partenaires, nous avons voulu concevoir un matériel ludique.

Nous avons également voulu privilégier les composantes visuelles, écrites, afin que les enfants vus en rééducation, enfants sourds ou avec des troubles du langage, puissent s'appuyer sur le canal visuel, souvent utilisé en cas de difficultés en langage oral.

Nous avons imaginé un jeu de cartes des différentes représentations visuelles ou écrites des nombres, le principe de base étant d'associer les cartes entre elles en fonction du nombre représenté. Le jeu de cartes fabriqué permet de multiples variantes : jeu de loto, jeu de mistigri, jeu de memory ou encore tri par « familles ».

Notre réflexion a porté sur la manière de répondre aux difficultés liées à chacun des aspects étudiés lors de nos observations.

- *L'équivalence* : Le jeu fabriqué repose sur un principe d'association, et implique donc la maîtrise des équivalences entre les différentes représentations des quantités et les diverses manières de dénommer ces quantités.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Lors de l'utilisation du jeu, il est possible de confronter des cartes de nombres à plusieurs chiffres, par exemple les cartes des nombres 10, 100, 1000, 10 000... Par ailleurs, ayant pu observer des confusions entre les positions des chiffres, particulièrement dans des nombres tels que 333, 404, 440, nous avons créé des cartes permettant un travail spécifique sur la position des chiffres dans des nombres à trois chiffres : 101, 110, 111, 202, 220, 222.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Les cartes proposées comprennent les dénominations écrites des nombres, mais également les divers équivalents possibles pour certaines quantités. Ainsi, « cent » pourra être associé à « une centaine », « cent unités », « dix dizaines ». De la même manière, « quarante » pourra être associé à « une quarantaine » ou à « quatre dizaines ». Ces cartes font intervenir la lecture. La verbalisation tout au long de l'activité permet non seulement d'entraîner l'enfant à exprimer sa pensée de plus en plus

précisément, mais aussi de pouvoir suivre le déroulement de sa réflexion, de repérer ses incertitudes, d'approfondir les points fragiles.

- *Le transcodage* : Il peut être exercé en modalité réceptive par l'association des cartes en code en chiffres arabes et en code verbal écrit. La lecture de l'une ou l'autre de ces écritures à haute voix permet de vérifier le passage du code en chiffres arabes ou en code verbal écrit au code verbal oral.
- *L'aspect symbolique* : L'utilisation de cartes et non plus de matériel dans la séance est déjà un pas vers la symbolisation. L'association de cartes représentant des quantités avec des cartes où le nombre est écrit en lettres ou en chiffres permet d'exercer la maîtrise du symbolisme.
- *La transposition des connaissances* : Le jeu est une situation nouvelle, inconnue des enfants, et va permettre d'observer la possibilité de l'enfant de transposer les connaissances acquises lors des séances concernant la numération, sa capacité à « généraliser-coordonner » ce qu'il sait déjà à cette nouvelle situation. On est dans un processus de « décontextualisation – recontextualisation ». On pourra ainsi vérifier la réelle compréhension du fonctionnement du système numérique et déterminer ce qui relève plus de l'automatisme que de la compréhension et de l'acquisition.
- *La mobilité de pensée* : La compréhension des règles du jeu, c'est-à-dire du principe d'association des différentes représentations correspondant à un même nombre, dépend en partie de la capacité de l'enfant à envisager différentes possibilités, et donc de la réversibilité de sa pensée. Par la verbalisation, on peut évoquer avec l'enfant ce qui va arriver ensuite, l'inciter à imaginer à quelle carte celle qu'il vient de prendre pourra correspondre, et ainsi activer la pensée anticipatrice. Les enfants utiliseront la pensée rétroactive pour repenser à leurs manipulations antérieures, par exemple la fabrication des paquets d'allumettes. Ce retour en arrière en pensée, en s'appuyant sur la présence d'une photo d'allumettes, pourra leur permettre de retrouver la valeur d'un paquet d'allumettes.

IV.2 FABRICATION DU JEU

IV.2.1 Les nombres choisis

Nous avons élaboré des cartes pour les nombres suivants :

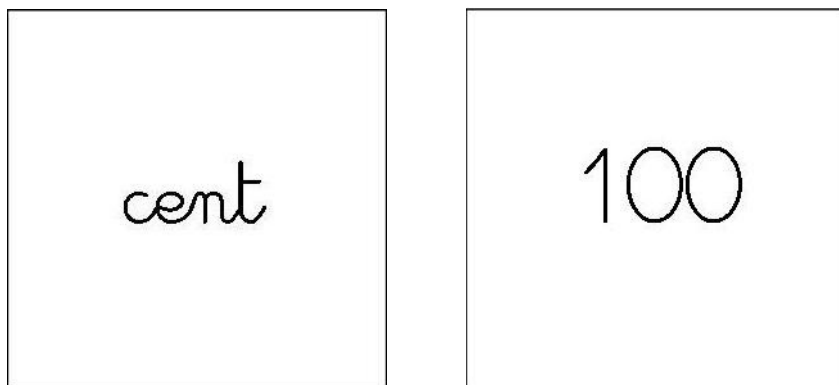
- *Les nombres de 1 à 19* : ces nombres sont très importants puisqu'ils constituent en partie la base à partir de laquelle on va pouvoir former les nombres plus grands : les unités, les particuliers appartiennent au lexique de la chaîne numérique verbale. Plusieurs représentations visuelles sont proposées, permettant par leur diversité d'exercer la pensée réversible de l'enfant.
- *Les dizaines de 20 à 90* : elles sont également nécessaires à la construction des nombres de la chaîne numérique verbale.

- *Les nombres complexes de 71 à 99* : ce sont des nombres qui posent régulièrement problème aux enfants par la complexité de leur dénomination.
- *Les centaines de 100 à 900* : elles pourront être confrontées aux dizaines.
- *Certains nombres pouvant poser problème à cause de la position de leurs chiffres* : 101, 110, 111, 202, 220, 222.
- *Le nombre 1000* : plusieurs représentations visuelles sont proposées, ainsi que diverses dénominations.
- *Les nombres 10 000, 100 000, 1 000 000* : ces grands nombres sont abordés avec des enfants maîtrisant la numération jusqu'aux milliers. Si le système est bien compris, les nombres supérieurs à 1000 font appel à une représentation mentale plutôt qu'à une représentation visuelle et les enfants ne devraient plus avoir besoin de s'appuyer sur un dessin ou une photo.
- *Certains nombres décimaux (0,1 ; 0,01 ; 0,001 ; 0,25 ; 0,5)* : les cartes concernant ces nombres comprennent différentes dénominations, l'écriture fractionnaire, mais aussi une représentation visuelle. Cette représentation permet de comprendre l'intervention de la division dans les nombres décimaux.

Le choix des cartes fabriquées, bien qu'il soit guidé par une réflexion sous-tendue par les aspects théoriques exposés dans ce mémoire, est très personnel, et on pourrait bien entendu sélectionner d'autres nombres. Néanmoins, nous pensons que la variété des nombres choisis permet d'explorer un vaste domaine, de déceler et de tenter de résoudre diverses difficultés.

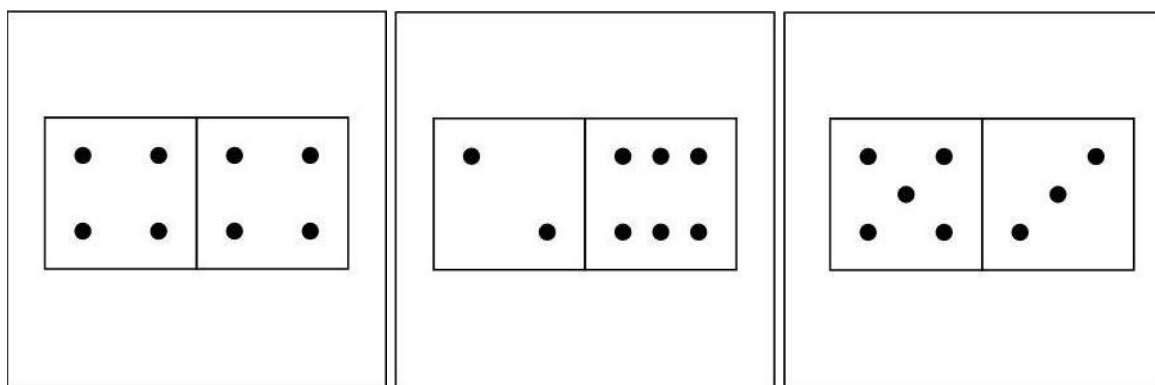
IV.2.2 Les représentations et dénominations choisies

Pour chaque nombre présent dans le jeu, nous avons fabriqué une carte mentionnant son nom en code verbal écrit, et une carte avec le nombre écrit en code en chiffres arabes. Nous avons choisi une police d'écriture cursive, bien connue des enfants et agréable à lire.



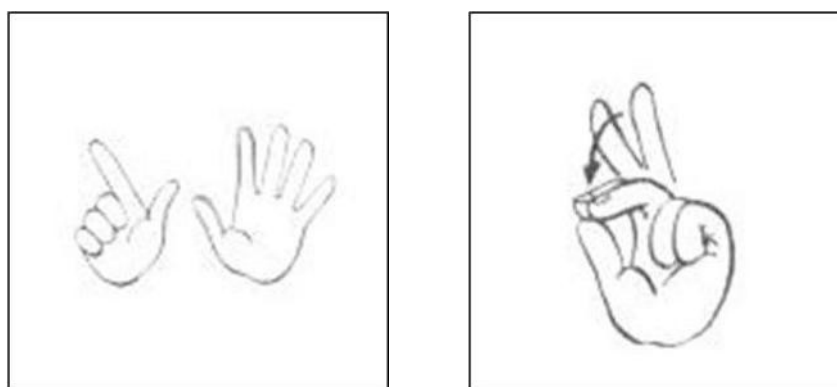
Exemples de cartes : Le nombre 100 en en code verbal écrit et code en chiffres arabes.

Pour les nombres de 1 à 20, nous avons utilisé des représentations visuelles rappelant les dominos : ces représentations de points sous forme de constellations sont faciles à reconnaître et à retenir. Les plus petites quantités peuvent être appréhendées directement, et les quantités plus grandes, par l'organisation des points, sont reconnues rapidement, car les constellations utilisées sont les mêmes que celles des jeux de dominos ou que celles d'un dé, et donc connues par les enfants. Plusieurs décompositions possibles sont proposées, permettant à l'enfant de rencontrer le nombre comme différentes sommes. La connaissance et l'utilisation progressives de celles-ci favorisent le calcul mental et l'apprentissage des tables d'addition.



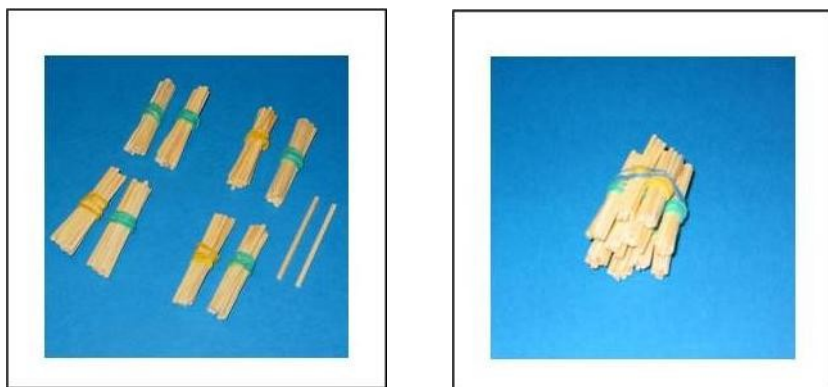
Exemples de cartes : Différentes décompositions du nombre 8.

Les nombres de 1 à 20 et les dizaines 30, 40 et 50 sont également représentés en Langue des Signes Française.



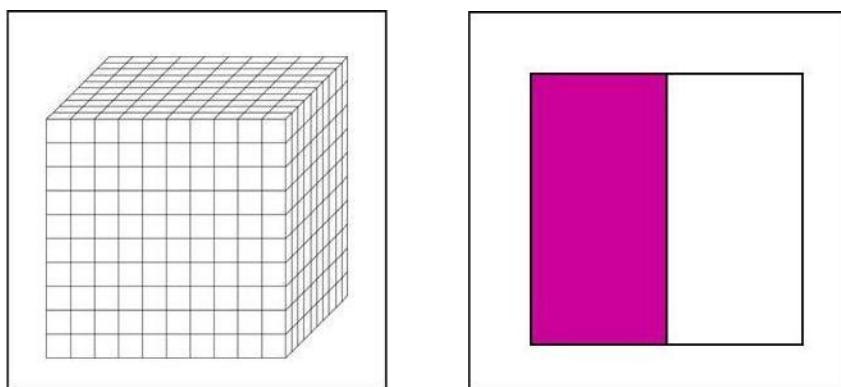
Exemples de cartes : Les nombres 7 et 30 en LSF.

Pour les nombres entre 1 et 1000, nous avons choisi de proposer des photos d'allumettes, qui représentent visuellement la quantité. Pour les dizaines composées, la disposition fait apparaître la structure utilisée dans la dénomination orale. Les photographies permettent l'évocation des actions réalisées antérieurement par l'enfant : elles servent d'appui à la pensée rétroactive. L'enfant peut ainsi se rappeler le principe de fabrication des paquets d'allumettes, et retrouver leur valeur respective.



Exemples de cartes : Les nombres 82 et 100 en allumettes.

Pour les nombres 100 et 1000, ainsi que les nombres décimaux, nous avons proposé une représentation dessinée. Le nombre 100 est dessiné sous la forme d'un carré de 10 x 10 cases, le nombre 1000 sous la forme d'un cube de 10 x 10 x 10 plus petits cubes. Ces représentations préparent les notions de carré et de cube, et font apparaître les nombres non pas comme des sommes mais comme des multiplications. Les représentations des nombres décimaux font apparaître la division.



Exemples de cartes : Les représentations dessinées des nombres 1000 et $\frac{1}{2}$.

Afin de manipuler le vocabulaire spécifique aux nombres, nous avons également choisi différentes dénominations.



Exemples de cartes : Autres dénominations possibles des nombres 100 et 30.

IV.3 UTILISATION DU JEU

IV.3.1 Comment jouer ?

Le principe de base du jeu est l'association de cartes représentant de différentes manières un même nombre. Le jeu a été imaginé de manière à pouvoir être utilisé selon plusieurs règles du jeu traditionnelles :

- *Le jeu de loto* : Dans le jeu de loto traditionnel, chaque joueur a devant lui une grille où sont écrits les nombres à placer. Les pions numérotés sont piochés au hasard et si le nombre inscrit sur ce pion est sur la grille du joueur, il prend le pion et le pose sur sa grille. Le premier joueur à avoir rempli sa grille a gagné. Ici, le principe est légèrement différent : il n'y a pas de grille à compléter. Les cartes sont placées face cachée. Chacun son tour, les joueurs piochent une carte et la nomment. Si l'un des joueurs possède une carte correspondant à celle piochée, il gagne cette carte. Sinon, c'est le joueur ayant pioché la carte qui la garde et la place devant lui. Deux règles sont possibles. On choisit soit d'associer les cartes deux à deux et de les enlever du jeu une fois appariées, soit de constituer des familles de toutes les représentations possibles d'un même nombre. Cette solution est peut-être préférable dans la mesure où elle permet de visualiser simultanément les multiples possibilités, et d'exercer ainsi la pensée réversible.
- *Le jeu de mistigri* : Toutes les cartes sont distribuées aux joueurs. Les cartes peuvent toutes être associées deux à deux, sauf une, qui est l'intruse, le mistigri. Le jeu consiste donc à appairer les cartes en piochant dans le jeu de l'adversaire, et en évitant le mistigri. Lorsque les paires sont formées, on peut les disposer sur la table pour pouvoir les voir, et, à la fin du jeu, rassembler les cartes de tous les joueurs par « famille » de nombre afin de visualiser les possibilités ensemble.
- *Le jeu de Memory* : Toutes les cartes sont placées face cachée. Chacun leur tour, les joueurs retournent deux cartes. Si celles-ci correspondent, le joueur a gagné les deux cartes, les prend et rejoue. Sinon, c'est le tour du joueur suivant. Ici, les cartes ne sont pas identiques, mais une carte peut s'associer indifféremment à n'importe quelle autre carte représentant le même nombre.

Avec des enfants qui ne sont pas très à l'aise dans les situations représentatives, on peut simplifier l'activité en proposant de reconstituer les « familles » des nombres. On dispose les cartes face visible, et l'enfant doit rassembler les cartes correspondant à un même nombre. L'aspect ludique est un peu moins présent dans ce cas, mais l'activité peut permettre d'introduire le matériel en faisant comprendre à l'enfant le principe d'association, et de préparer une future utilisation sous forme de loto ou de mistigri.

IV.3.2 Situation figurative et situation représentative

Selon la règle choisie, l'enfant va se trouver soit en situation figurative, soit en situation représentative, soit dans les deux situations en même temps.

Lorsque les cartes sont visibles, il s'agit d'une situation figurative. Le simple tri de cartes par « familles » de nombres est une situation uniquement figurative, puisque l'enfant voit

toutes les cartes en même temps. Dans les autres cas, l'enfant voit ses cartes, parfois celles de son adversaire.

Si les cartes sont retournées, l'enfant se trouve en situation représentative. Il ne voit pas les cartes, et doit donc les imaginer mentalement. Lors d'un jeu de memory, toutes les cartes sont d'abord en situation représentative, et passent par une modalité figurative pour revenir à la modalité représentative. Lors d'un jeu de loto, les jeux de l'enfant et de l'adversaire sont visibles, mais la pioche doit être représentée mentalement. Lors d'un jeu de mistigri, le jeu de l'adversaire doit également être imaginé.

IV.3.3 Adaptation des cartes proposées selon les enfants

Pour chaque enfant rencontré, les nombres à travailler, la quantité de cartes, la règle du jeu choisie seront différents. Il est nécessaire d'adapter le jeu aux enfants selon leurs troubles, et leurs difficultés dans l'acquisition de la numération.

Pour les enfants sourds, on peut proposer les cartes représentant le nombre en Langue des Signes Française. Avec les enfants présentant un trouble visuel, on tiendra compte de ce handicap dans l'interprétation de ses actions. On évitera de proposer le jeu sous forme de memory aux enfants ayant des difficultés d'attention et de concentration, la composante mnésique risquant de trop compliquer la tâche.

On choisira les cartes proposées à l'enfant selon ce qui lui pose le plus problème, ou ce qu'on veut travailler avec lui : il peut s'agir des nombres à trois chiffres, des nombres particuliers, des nombres avec plusieurs zéros, des nombres décimaux...

On peut également cibler le jeu sur la manipulation du vocabulaire, des différents codes, sur l'association des quantités avec le symbole... Chaque enfant a ses particularités et des envies, des besoins dont il faut tenir compte pour le choix des cartes et de la règle du jeu proposée.

V OBSERVATION DE SEANCES UTILISANT LE JEU ET ANALYSE

Lors des stages effectués cette année, nous avons rencontré de nombreux enfants en difficulté en mathématiques. Nous avons pu observer tout au long de l'année leur prise en charge orthophonique dans le domaine logico-mathématique. Pour certains d'entre eux, la rééducation portait sur la numération, et pour d'autres elle portait sur les classifications, la sériation, les équivalences ou encore le temps et l'espace. Néanmoins, pour tous les enfants, qu'ils aient ou non été abordés en séance, le nombre et la numération font partie du projet rééducatif, et nous avons pu proposer le jeu créé à tous les enfants, en l'adaptant pour chacun. Pour les enfants n'ayant pas encore abordé la numération, et n'ayant donc pas rencontré le matériel utilisé par les orthophonistes pour ce domaine, nous avons dû montrer les allumettes et la fabrication des dizaines et des centaines. Cela n'a pas posé de problème particulier aux enfants concernés.

V.1 ENFANTS PRIS EN CHARGE POUR UN TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE

V.1.1 Arnaud

- *L'équivalence* : Arnaud associe sans difficulté la quantité et sa dénomination en code verbal oral, mais pas avec d'autres dénominations. Il peut ainsi associer « trente » avec sa représentation en allumettes, mais pas avec « trois dizaines ».
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Arnaud n'est pas très sûr de la position des unités, dizaines, centaines, mais parvient toutefois à désigner le chiffre des dizaines quand on lui demande.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : La chaîne numérique verbale est connue, ainsi que les noms des dizaines, mais le sens des mots « dizaine », « centaine » reste incertain.
- *Le transcodage* : Pour les nombres inférieurs à 100, Arnaud peut associer code verbal écrit et code en chiffres arabes. Il a du mal à transcrire lui-même un nombre en code en chiffres arabes.
- *L'aspect symbolique* : Arnaud connaît et utilise correctement les chiffres.
- *La transposition des connaissances* : Arnaud ne paraît pas parvenir à transposer ses connaissances scolaires dans la situation de jeu. Il a de plus tendance à persévérer : il donne deux fois de suite la même réponse pour des questions différentes.
- *La mobilité de pensée* : Quand on lui demande de penser à ce qu'on va pouvoir faire ensuite, Arnaud est capable d'anticiper, mais ce n'est pas spontané. Arnaud n'ayant jamais utilisé des allumettes, il ne peut pas se reporter à la fabrication des dizaines ou centaines pour retrouver leur valeur. Il n'utilise cependant pas la pensée rétroactive pour réintroduire dans la situation actuelle ce qu'il a expérimenté quelques minutes avant.

Arnaud manque de confiance en lui, prend peu d'initiatives. Il a un comportement un peu passif dans la rééducation, posant peu de questions, se laissant porter par l'activité. On peut se demander dans quelle mesure cette passivité influe sur les acquisitions d'Arnaud. Les difficultés d'Arnaud semblent plutôt se situer au niveau du vocabulaire, qu'il ne connaît que très partiellement, et de la transcription en code en chiffres arabes.

V.1.2 Alexis

- *L'équivalence* : Lors d'une première séance d'utilisation du jeu, nous avons remarqué qu'Alexis ne connaissait pas la valeur des différents paquets d'allumettes, et n'était pas sûr de la valeur des mots « dizaine », « centaine ». Il associait bien la quantité et les différentes dénominations des nombres. Lors d'une deuxième séance, nous avons constaté que les valeurs des paquets d'allumettes et des mots « dizaine », « centaine » étaient désormais connues. De plus, Alexis associe

rapidement les représentations en code en chiffres arabes et en code verbal écrit, ce qui semble témoigner d'une conceptualisation bien réalisée.

- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Alexis semble bien connaître la valeur de chaque position.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Alexis connaît et comprend les différentes dénominations des nombres. Il se trompe quelquefois, mais ces erreurs sont dues à la précipitation ou au manque de réflexion.
- *Le transcodage* : Les différentes modalités du transcodage sont maîtrisées, mis à part quelques erreurs dues à la précipitation d'Alexis.
- *L'aspect symbolique* : Alexis connaît et utilise correctement les chiffres.
- *La transposition des connaissances* : Alexis a parfois des difficultés à transposer ce qui vient d'être fait à une nouvelle tâche.
- *La mobilité de pensée* : Alexis utilise la pensée réversible pour trouver les différentes possibilités. Il a cependant tendance à trop se précipiter et donne donc des réponses erronées.

Nous avons précédemment observé que les principales difficultés d'Alexis concernaient particulièrement les équivalences, qui n'étaient pas très au point, et la transposition des connaissances, qui n'était pas efficace en partie à cause d'un manque de mobilité de la pensée et de généralisation. Lors de l'utilisation du jeu, Alexis a montré qu'il avait bien transposé ses connaissances du système décimal et des nombres, même s'il a toujours du mal à transposer les exemples immédiatement. Les équivalences semblent acquises. Alexis, à cause de ses difficultés attentionnelles, fait cependant toujours quelques erreurs.

V.2 ENFANTS AVEC TROUBLE LOGICO-MATHEMATIQUE ET TROUBLE(S) ASSOCIE(S)

V.2.1 Eric

- *L'équivalence* : Les équivalences entre quantités et dénominations ne sont pas toujours réalisées. La valeur de la dizaine est instable, elle est comprise mais pas retrouvée à chaque fois. Les difficultés d'Eric sont probablement liées à un dénombrement peu efficace : Eric recompte souvent pour être sûr, ce qui nous conduit à nous interroger sur la permanence du nombre pour lui. Cela pourrait bien sûr s'expliquer par les résultats différents trouvés à chaque comptage d'une même quantité, qui ne facilitent pas l'accès à la permanence du nombre.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : La visualisation mentale des nombres semble difficile pour Eric, alors que l'écrit ne pose pas problème. Il peut ainsi dire que « deux dizaines et zéro unité » c'est « cent », mais dès que les « deux dizaines et zéro unités » sont transposées en code en chiffres arabes, il déchiffre sans hésiter : « vingt ». Eric a tendance à utiliser les règles s'appliquant au code en

chiffres arabes avec les quantités réelles. Devant la carte « $5+6 = 11$ en domino », il dit que c'est le nombre 56, transposant les règles positionnelles du code en chiffres arabes.

- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Eric n'est pas très sûr du sens des mots « dizaine », « centaine ». L'orthophoniste privilégie énormément la verbalisation avec Eric, pour lui permettre de progresser à l'oral, de pouvoir exprimer ses questions ou ses incertitudes.
- *Le transcodage* : La lecture de nombres en code en chiffres arabes ne pose pas de problème particulier à Eric.
- *L'aspect symbolique* : Eric a du mal à associer les quantités avec leurs représentations symboliques. Il confond parfois réalité et symbole, considérant les allumettes ou les points comme s'ils étaient des chiffres.
- *La transposition des connaissances* : Pour éviter à Eric de devoir utiliser systématiquement le dénombrement, trop incertain, l'orthophoniste l'incite à reconnaître les constellations de points. Eric n'utilise pas ces stratégies, pourtant plus efficaces. Il a par ailleurs tendance à généraliser à l'excès, comme c'est le cas pour les règles positionnelles du code en chiffres arabes utilisées avec les allumettes et les constellations de points.
- *La mobilité de pensée* : Eric fait preuve d'une trop grande rigidité. Il n'utilise pas la pensée rétroactive pour retrouver des connaissances, ni la réversibilité pour imaginer toutes les possibilités. Il confond quantité réelle et symbole, et généralise à tort certaines règles.

Lors de précédentes observations, nous avons constaté qu'Eric avait du mal à mettre en correspondance toutes les représentations du nombre. Lors de l'utilisation du jeu, Eric avait toujours des difficultés à associer certaines quantités avec leurs dénominations et leurs écritures. Les difficultés praxiques d'Eric ont sans doute des répercussions sur le dénombrement, qui lui-même influe sur la permanence du nombre et donc l'accès aux équivalences. Eric manque également de stratégies : il ne vérifie pas ses cartes pour être sûr de gagner, n'utilise pas les stratégies les plus efficaces pour s'éviter des erreurs de dénombrement. La verbalisation reste primordiale, pour s'assurer de la compréhension des concepts. La situation de jeu a par ailleurs permis de vérifier la transposition ou non de certaines de ses connaissances.

V.2.2 Maxime

- *L'équivalence* : Maxime associe correctement quantité et différentes dénominations.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Maxime semble avoir bien compris la valeur de la position de chaque chiffre dans un nombre.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Maxime connaît et utilise les mots « dizaine », « centaine »...

- *Le transcodage* : La mise en relation du code verbal écrit au code en chiffres arabes ne pose pas problème.
- *L'aspect symbolique* : Aucune erreur liée à l'aspect symbolique n'est apparue.
- *La transposition des connaissances* : Maxime a bien su transposer ses connaissances sur la numération à cette nouvelle situation dans le cadre du jeu.
- *La mobilité de pensée* : Maxime utilise la pensée réversible pour trouver toutes les possibilités correspondant aux nombres. Au début du jeu, Maxime a eu une hésitation sur la valeur des paquets d'allumettes photographiés. Il n'a pas utilisé la pensée rétroactive pour retrouver la valeur des paquets, qu'il avait fabriqués lui-même lors de séances précédentes.

Nous avons remarqué les difficultés de Maxime à généraliser ses connaissances sur le fonctionnement du système décimal et à les appliquer dans toutes les situations, et nous nous étions interrogées sur sa capacité à transposer ses connaissances à une situation nouvelle. Maxime n'a fait aucune erreur lors du jeu et a appliqué ses connaissances de manière appropriée.

V.2.3 Rachel

- *L'équivalence* : Rachel a du mal à associer représentation de la quantité et dénomination des nombres, en partie à cause d'un dénombrement peu efficace et peu sûr.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Le jeu n'a été utilisé qu'avec les nombres de 1 à 10 et les observations ne donnent donc pas d'indications sur la compréhension ou la connaissance des valeurs des chiffres selon leur rang.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Pour les nombres concernés, nous avons pu vérifier que Rachel connaît la chaîne numérique verbale et lit correctement les nombres en code verbal écrit.
- *Le transcodage* : Rachel associe sans difficulté le code en chiffres arabes et le code verbal écrit.
- *L'aspect symbolique* : Rachel utilise correctement les représentations symboliques des nombres et les associe rapidement, sans hésitation, semblant être plus à l'aise avec les écritures du nombre qu'avec les quantités à dénombrer.
- *La mobilité de pensée* : Rachel n'associe d'abord les cartes que par paires, semblant ignorer les autres possibilités. La mobilité de pensée lui fait défaut, ce que nous avons constaté dans des séances de rééducation orientées vers un travail sur les combinaisons : Rachel ne transposait que des habitudes, sans réellement utiliser de stratégies efficaces.

Les difficultés de Rachel sont essentiellement liées à un dénombrement inefficace, où le pointage n'est pas synchronisé avec l'énonciation de la chaîne numérique verbale. Le lien entre dénomination et quantité pourrait mieux se faire si le dénombrement était plus sûr.

V.3 ENFANTS SOURDS PRIS EN CHARGE DANS PLUSIEURS DOMAINES

V.3.1 Louisa

- *L'équivalence* : Pour les nombres inférieurs à 20, Louisa associe sans problème les quantités avec les différentes dénominations. En ce qui concerne les paquets d'allumettes, Louisa confond souvent les dizaines et les centaines. Il s'agit sans doute plus d'une confusion visuelle que conceptuelle car les représentations dessinées sont reconnues facilement et associées à leur dénomination.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Louisa confond souvent les centaines et les dizaines (40 et 400, 80 et 800...), qu'il s'agisse d'une représentation de la quantité du code verbal écrit ou du code en chiffres arabes. La représentation mentale des rangs n'est peut-être pas tout à fait constituée. Cependant, si la position peut être mise en cause, ces confusions peuvent aussi bien être dues à ses troubles visuels et orthoptiques ou encore à ses lacunes en vocabulaire.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Ayant appris le vocabulaire au fur et à mesure des séances de rééducation sur la numération, Louisa connaît la chaîne numérique verbale et les différentes dénominations, peut réciter le nom des dizaines. Une incertitude persiste pour les mots « dizaine » et « centaine » qui semblent rester flous, et sont souvent utilisés l'un pour l'autre. La confusion entre « dizaine » et « centaine » vient probablement d'une mauvaise liaison entre le terme et le concept correspondant.
- *Le transcodage* : Louisa transcode aisément les nombres inférieurs à 20 d'une modalité à l'autre. Les nombres à trois chiffres sont parfois confondus avec les nombres à deux chiffres. Louisa associe par exemple « 800 » et « quatre-vingts ». D'autres erreurs apparaissent lors de la lecture de nombres en code verbal écrit.
- *L'aspect symbolique* : Louisa utilise sans difficulté les chiffres et les nombres en Langue des Signes Française.
- *La transposition des connaissances* : Malgré plusieurs retours à la manipulation et des explications orales et signées, Louisa ne parvient pas à réutiliser correctement le fonctionnement des dizaines et centaines, ni à restituer leur valeur.
- *La mobilité de pensée* : Louisa n'utilise pas la pensée rétroactive pour retrouver la valeur des paquets d'allumettes, qu'elle a pourtant fabriqués auparavant. Elle est capable de trouver les différentes représentations possibles des nombres.

Lors des précédentes observations, nous avons constaté que certaines équivalences n'étaient pas permanentes pour Louisa : elle ne retrouvait pas toujours la valeur des paquets d'allumettes, n'arrivait pas à constituer une quantité d'allumettes correspondant à un nombre donné en code verbal oral... Lors de l'utilisation du jeu, nous avons remarqué que Louisa confondait presque toujours les dizaines et les centaines. Nous n'avons pas pu déterminer ce qui relevait plutôt d'une difficulté langagière, d'une conceptualisation imparfaite, ou de ses troubles orthoptiques et visuels. Louisa avait parfois du mal à fabriquer les noms des nombres. Les difficultés constatées lors du jeu concernaient plutôt les nombres à trois chiffres ou plus, encore peu connus de Louisa.

Louisa avait également du mal à transposer ses connaissances, mais elle a montré dans le jeu que ses acquis sur le nombre étaient assez solides pour être utilisés dans des situations différentes de celle proposée initialement.

V.3.2 Marie

- *L'équivalence* : Concernant les nombres entiers, Marie associe sans difficulté la quantité avec le code verbal écrit ou le code en chiffres arabes, mais pas toujours avec les autres dénominations. Les équivalences entre « dix dizaines » et « une centaine », ou encore « dix centaines » et « un millier » ne sont pas sûres. Marie peut associer les deux écritures des nombres décimaux, ainsi que les représentations dessinées, mais n'a pas encore assimilé les équivalences entre dixièmes, centièmes, millièmes et unités.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : Les positions des classes de nombres sont acquises pour la partie entière, mais encore fragiles pour la partie décimale des nombres.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Marie hésite encore parfois sur le sens des mots « dizaine », « centaine », mais est capable d'analyser les mots pour trouver leur sens, et peut ainsi se débrouiller seule. Elle ne connaît pas encore très bien les noms des rangs de la partie décimale des nombres.
- *Le transcodage* : Les différentes modalités du transcodage sont bien réalisées.
- *L'aspect symbolique* : Marie connaît et utilise correctement les chiffres et autres signes mathématiques, en particulier la virgule.
- *La transposition des connaissances* : Marie a su transposer ses connaissances du système décimal à la partie décimale des nombres. Elle a généralisé ce qu'elle a appris en classe et en séance d'orthophonie et a pu s'en servir lors du jeu.
- *La mobilité de pensée* : Marie utilise la pensée réversible pour imaginer les différentes possibilités dans le jeu. Elle peut repenser à ce qu'elle a fait auparavant pour retrouver un résultat seule. La mobilité de pensée de Marie lui permet d'être autonome dans ses recherches, car elle sait dans quelle direction chercher, par quel moyen elle peut être aidée.

Nous avons remarqué que les principales difficultés de Marie concernaient la transposition de ses connaissances du système décimal aux nombres décimaux. L'utilisation du jeu a permis de mettre en évidence le fait que Marie a réussi à généraliser ses connaissances sur

le fonctionnement du système de numération aux nombres décimaux, ainsi qu'à les appliquer à une nouvelle situation. Marie manque malgré tout d'assurance et de confiance en elle. Quand elle réfléchit et qu'un tiers propose une réponse, elle a tendance à l'accepter sans hésiter, même si ce n'est pas ce qu'elle pense. Le travail de verbalisation est bénéfique, car il permet d'enrichir le vocabulaire, mais aussi de faire passer le vocabulaire passif de Marie au vocabulaire actif.

V.3.3 Lucie

- *L'équivalence* : Lucie associe correctement une quantité et sa dénomination. Certaines équivalences ne sont pas très stables, mais acceptées quand on lui explique, et peuvent être retrouvées avec un peu de réflexion. Lucie n'a pas très bien compris les équivalences entre dixièmes, centièmes, millièmes et unité.
- *La position du chiffre dans un nombre, le rang* : La représentation mentale des positions des chiffres semble acquise, y compris pour la partie décimale.
- *Le vocabulaire des nombres, le langage oral et écrit* : Certains mots posent problème à Lucie, en particulier le mot « dizaine », qui ne semble pas toujours bien relié au nombre 10. Lucie ne fait pas toujours attention à ce qu'on dit et fait parfois quelques erreurs de compréhension à cause de la précipitation.
- *Le transcodage* : Les différentes modalités du transcodage semblent bien maîtrisées.
- *La transposition des connaissances* : Lucie, qui n'avait jamais utilisé d'allumettes en séance de rééducation, a transposé l'explication qu'on lui a faite de la fabrication des différents paquets pour déterminer la valeur des paquets d'allumettes photographiés. Elle n'a pas généralisé le fonctionnement du système décimal à la partie décimale des nombres.
- *La mobilité de pensée* : La réversibilité de pensée de Lucie lui a permis d'imaginer les différentes possibilités d'association des représentations des nombres.

Les difficultés principales de Lucie résident dans la compréhension et l'utilisation du vocabulaire spécifique aux mathématiques. Il est nécessaire de revenir souvent sur les notions et le nom qui y est attaché, afin de consolider le vocabulaire passif et actif de Lucie.

V.4 QUELS ELEMENTS L'UTILISATION DU JEU A-T-ELLE PU METTRE EN EVIDENCE ?

En utilisant le jeu créé lors des prises en charge orthophoniques des enfants, nous avons pu dégager certains détails qui n'apparaissaient pas ou plus dans les situations habituellement proposées aux enfants. Nous avons remarqué que pour plusieurs enfants, certains points comme la permanence des équivalences entre quantité et dénomination ou entre plusieurs dénominations pour un même nombre, comme la correspondance entre code en chiffres arabes et code verbal écrit ou encore la position des chiffres dans le nombre, qui

semblaient acquis, avaient posé problème dans la situation du jeu. Les erreurs relevées témoignent de certaines incertitudes sur le système de numération décimale, d'une compréhension encore fragile, et nous permettent de déterminer quel aspect ou quels aspects du nombre il va falloir consolider chez l'enfant.

Dans d'autres cas, nous avons remarqué que les enfants associaient les cartes de manière appropriée et faisaient des remarques pertinentes lors du jeu. Dans ces cas, les connaissances et compétences étaient suffisamment solides pour être généralisées à une nouvelle situation, et les verbalisations et actions de l'enfant démontraient sa compréhension du système et une conceptualisation correcte des nombres et des principes régissant leur fonctionnement et leur succession.

Par ailleurs, nous avons à plusieurs reprises dû revenir à des manipulations concrètes, et donc réutiliser les allumettes. En effet, certains enfants n'arrivaient plus à établir les équivalences, à relier le sens, l'image et le symbole : le passage à l'abstraction avait peut-être été trop rapide, il a donc fallu revenir au concret pour retrouver le sens. Nous émettons cependant une réserve quant aux difficultés supposées des enfants : les photos d'allumettes étant de taille réduite, il est relativement difficile de déterminer la valeur des paquets sans pouvoir les comparer à une référence.

VI DISCUSSION

VI.1 INFLUENCE DU LANGAGE

Au début de notre étude, nous nous interrogeons sur les liens entre le langage et la construction du nombre et de la numération. Nous avons ensuite émis l'hypothèse que le langage était un outil d'élaboration de l'intelligence et des activités numériques, et que certaines difficultés en langage oral ou en langage écrit pouvaient avoir une incidence sur les activités numériques, notamment sur l'acquisition du vocabulaire, la compréhension des explications ou des énoncés, et l'apprentissage des faits numériques. Cependant, l'autonomisation progressive du code en chiffres arabes permettrait une mise en relation directe avec la représentation sémantique des nombres. Ainsi, les enfants présentant des troubles du langage pourraient développer normalement le domaine du nombre.

Nous avons remarqué, grâce à nos observations, que dans de nombreux cas, la verbalisation de l'action est primordiale : elle permet à l'adulte de vérifier la compréhension des choses par l'enfant, et, par l'entraînement, donne à l'enfant les moyens de mieux exprimer sa pensée, ses doutes, et donc de mieux comprendre. Le travail autour du vocabulaire spécifique des nombres est essentiel pour que l'enfant puisse d'abord comprendre, puis utiliser lui-même ce vocabulaire. Ces observations rejoignent bien l'idée que le langage est un outil d'élaboration de l'intelligence et des activités numériques.

Nous avons également noté que certains enfants faisaient quelquefois des erreurs en lisant les nombres en code verbal écrit. Ces erreurs, bien qu'elles entraînent quelques associations incorrectes entre le code verbal écrit et une autre représentation du nombre, ne semblent pas affecter durablement l'accès au concept. Il paraîtrait donc qu'en effet, les enfants présentant des troubles du langage puissent développer normalement le domaine du nombre.

VI.2 INFLUENCE DE LA SURDITE

Etant donné notre questionnement sur l'influence du langage sur le développement cognitif de l'enfant, nous nous interrogeons également sur les effets de la surdité. Suite à nos recherches, nous avons suggéré que la surdité n'avait pas de retentissement particulier sur l'intelligence, mais que les sourds utilisaient beaucoup leurs capacités visuelles et la visualité pour réunir plus d'informations, et qu'il pourrait donc être pertinent de recourir à la visualité pour pallier certaines difficultés.

A l'issue de nos observations, nous pouvons affirmer que la surdité n'a en effet aucun retentissement sur l'intelligence, mais plutôt sur la compréhension des explications orales. Certaines confusions auditives, dues à l'imprécision des informations auditives reçues par les enfants sourds, rendent difficile la permanence des dénominations, et donc l'accès au concept. Quelques erreurs de compréhension peuvent être imputées à la surdité, mais l'utilisation de la Langue des Signes est un autre moyen de faire comprendre à l'enfant sourd ce qui n'était pas clair, et permet de s'assurer de sa compréhension.

Par ailleurs, nous avons remarqué que les enfants sourds appréciaient l'aspect visuel du jeu, et étaient souvent performants. Nous notons enfin qu'une enfant sourde a développé une stratégie de compensation permettant, en cas d'hésitation sur le sens des mots, de le retrouver en les décomposant. Les enfants sourds observés ont une mobilité de pensée qui leur permet de trouver des compensations, et de se débrouiller seuls pour retrouver leurs connaissances.

VI.3 L'ACCES AU CONCEPT

Au début de notre réflexion, nous nous demandions comment l'enfant accédait au concept, particulièrement aux concepts de nombres et de la numération. Après avoir étudié cette construction, nous avons émis l'hypothèse que le langage avait une grande importance dans l'accès au concept, et que la compréhension de la numération nécessitait de pouvoir adopter un double point de vue sur les nombres.

A la suite de nos observations, nous avons constaté que souvent, les enfants manquent de mobilité de pensée, et que la généralisation ne se fait pas ou n'est pas appropriée, ce qui pénalise l'accès au concept. D'ailleurs, certains enfants ont beaucoup de mal à voir les nombres sous plusieurs points de vue, ou du moins à utiliser un autre point de vue que l'addition de $1+1+1...$ et prennent 13 allumettes une par une, au lieu de prendre directement une dizaine et trois unités, alors qu'ils peuvent sans difficulté reconnaître « 13 » en voyant un paquet de dix allumettes et trois unités.

Quand la recontextualisation est réussie, les différentes cartes associées rapidement et correctement, nous considérons que le concept est, sinon acquis, du moins en bonne voie d'acquisition.

VI.4 INTERET DU JEU FABRIQUE

VI.4.1 Une nouvelle situation d'utilisation des connaissances

Le jeu fabriqué permet de manipuler les diverses représentations du nombre d'une manière différente, de se familiariser avec des représentations variées : code verbal écrit, code en chiffres arabes, Langue des Signes, allumettes, points sous forme de constellations, dessins. Lors de l'utilisation du jeu, nous avons pu débusquer les difficultés qui persistaient, les incompréhensions qui se cachent sous des procédures que les enfants ont l'habitude d'utiliser, sous des compensations. Enfin, la possibilité de voir simultanément différentes représentations possibles des nombres permet de clarifier les choses pour les enfants.

VI.4.2 Un jeu d'une grande adaptabilité

Le jeu créé est adaptable aux enfants tant par rapport aux troubles associés qu'ils peuvent présenter que par rapport à leurs difficultés spécifiques dans la construction de la numération. On peut facilement choisir les cartes proposées à l'enfant en fonction d'un point particulier à travailler : les unités, les particuliers, les dizaines, les centaines, la position des chiffres dans le nombre et leur valeur, le transcodage entre code verbal écrit et code en chiffres arabes...

Le jeu est par ailleurs utilisable avec tous les enfants, y compris ceux qui n'ont pas effectué de travail spécifique sur la numération (avec allumettes...), puisqu'ils côtoient déjà les nombres à la maison ou à l'école.

Au fur et à mesure de la création et de l'utilisation de notre jeu, nous avons ajouté des cartes auxquelles nous n'avions tout d'abord pas pensé, comme les cartes en Langue des Signes Française ou celles concernant les nombres décimaux. On pourrait aussi penser aux nombres rationnels, à d'autres représentations en cubes et en barres constituées de ces cubes... Le jeu est donc toujours en évolution, et on peut créer de nouvelles cartes en fonction des besoins particuliers d'un enfant.

CONCLUSION

Afin de répondre à nos questions initiales concernant la construction de la numération chez l'enfant et les liens que cette construction entretient avec le langage et la surdité, nous avons choisi d'adopter une démarche d'observation. Cette démarche nous a permis de relier les éléments observés à nos connaissances théoriques et, ainsi, de les analyser afin de dégager les difficultés des enfants, de trouver les points qui leur posent problème et qu'il faudra travailler en rééducation. Nous avons constaté dans tous les cas observés que l'équivalence entre les quantités et leurs différentes dénominations posait problème, et que la mobilité de pensée faisait défaut, retardant la conceptualisation. Nous avons également conclu que le langage, s'il n'était pas indissociable du développement numérique, était en tous cas un outil d'élaboration des activités numériques, et que la verbalisation favorisait grandement la compréhension.

Considérant que les concepts et les procédures s'appuient l'un sur l'autre pour se développer, nous aurions pu choisir de nous pencher également sur l'aspect procédural des nombres et le calcul. Nous avons cependant préféré nous limiter à une étude plus approfondie de l'aspect conceptuel des nombres, tout en gardant à l'esprit que les procédures intervenaient tout au long de nos observations.

Nous nous interrogeons par ailleurs sur la manière d'aider l'enfant en difficulté à accéder à la numération décimale. Nous avons, à l'issue de nos recherches théoriques, eu l'idée de créer un jeu de cartes dont l'objectif était de mettre en relation différentes représentations d'un même nombre pour favoriser la conceptualisation. Ce jeu a permis de mettre en évidence certaines difficultés encore présentes chez les enfants, de repérer les points compris ou non, et donc d'adapter un peu plus la rééducation aux enfants concernés.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES :

BACQUET M., (1996), *Les maths sans problèmes*, PARIS, CALMANN-LEVY

BACQUET M., GUERITTE-HESS B., (1996), *Le nombre et la numération – Pratique de rééducation*, Editions du PAPYRUS

BARTH B.-M., (1987), *L'apprentissage de l'abstraction*, PARIS, RETZ

BARUK S., (1997), *Comptes pour petits et grands – Pour un apprentissage du nombre et de la numération fondé sur la langue et le sens*, PARIS, MAGNARD

BIDEAUD J. & LEHALLE H., (2002), *Le développement des activités numériques chez l'enfant*, PARIS, HERMES SCIENCES, Collection TRAITE DES SCIENCES COGNITIVES

BIDEAUD J., LEHALLE H. & VILETTE B., (2004), *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant*, PRESSES UNIVERSITAIRES DU SEPTENTRION, Collection SCIENCES COGNITIVES

BILLARD C. & TOUZIN M., *Troubles spécifiques des apprentissages – L'état des connaissances – Livret Calcul*, PARIS, SIGNES EDITIONS

BRISSIAUD R., (2003), *Comment les enfants apprennent à calculer – Le rôle du langage, des représentations figurées et du calcul dans la conceptualisation des nombres*, PARIS, RETZ.

COLIN D., (1978), *Psychologie de l'enfant sourd*, PARIS, MASSON

NOEL M.P., (2005), *La dyscalculie – Trouble du développement numérique de l'enfant*, SOLAL

SADEK-KHALIL D., (1981-1986), *Quatre cours sur le langage*, Tomes 2, 3 et 5, PARIS, ISOSCEL

SACKS O., *Des yeux pour entendre – Voyage au pays des sourds*, (1996), SEUIL, Collection POINTS ESSAIS

SCHMID-KITSIKIS E., (1969), *L'examen des opérations de l'intelligence*, PARIS, DELACHAUX ET NESTLE

VAN HOUT A. et MELJAC C., (2001), *Troubles du calcul et dyscalculie chez l'enfant*, PARIS, MASSON

VIROLE B., (2000), *Psychologie de la surdité*, PARIS, DE BOECK UNIVERSITE, Collection QUESTIONS DE PERSONNE

ARTICLES :

CALVARIN S., (2003), « Jeux et exercices de rééducation logique », *Glossa*, n°83, pp 34-41

FAYOL M., « L'acquisition de l'arithmétique », extrait de : BILLARD C. & TOUZIN M., *Troubles spécifiques des apprentissages – L'état des connaissances – Livret Calcul*, PARIS, SIGNES EDITIONS

FISCHER J.-P., (2002), « Différences culturelles et variabilité des modalités des acquisitions numériques », extrait de : BIDEAUD J. & LEHALLE H., *Le développement des activités numériques chez l'enfant*, PARIS, HERMES SCIENCES, Collection TRAITE DES SCIENCES COGNITIVES

GAUDERAT-BAGAULT L. & LEHALLE H., (2002), « La généralisation des connaissances numériques avant et après 7-8 ans », extrait de : BIDEAUD J. & LEHALLE H., *Le développement des activités numériques chez l'enfant*, PARIS, HERMES SCIENCES, Collection TRAITE DES SCIENCES COGNITIVES

GUERITTE-HESS B., « Analyse des difficultés d'organisation de la pensée », extrait de : BILLARD C. & TOUZIN M., *Troubles spécifiques des apprentissages – L'état des connaissances – Livret Calcul*, PARIS, SIGNES EDITIONS

GREGOIRE J., (2001), « Evaluer les troubles du calcul », extrait de : VAN HOUT A. et MELJAC C., *Troubles du calcul et dyscalculie chez l'enfant*, PARIS, MASSON

JONNAERT P., (2002), « Une contextualisation des apprentissages numériques », extrait de : BIDEAUD J. & LEHALLE H., *Le développement des activités numériques chez l'enfant*, PARIS, HERMES SCIENCES, Collection TRAITE DES SCIENCES COGNITIVES

MELJAC C. & DE BARBOT F., « Questions générales sur la remédiation », extrait de : BILLARD C. & TOUZIN M., *Troubles spécifiques des apprentissages – L'état des connaissances – Livret Calcul*, PARIS, SIGNES EDITIONS

MELJAC C., (2001), « Le diagnostic, et après ? Remédiations et prise en charge », extrait de : VAN HOUT A. et MELJAC C., *Troubles du calcul et dyscalculie chez l'enfant*, PARIS, MASSON

MELJAC C. & CHARRON C., (2002), « Une approche constructiviste des remédiations », extrait de : BIDEAUD J. & LEHALLE H., *Le développement des activités numériques chez l'enfant*, PARIS, HERMES SCIENCES, Collection TRAITE DES SCIENCES COGNITIVES

DOCUMENTS OFFICIELS :

Documents d'application des programmes : Mathématiques Cycle 2, (2002), CNDP.

Documents d'application des programmes : Mathématiques Cycle 3, (2002),
CNDP.

ANNEXES

ANNEXES

LEGENDE POUR LES OBSERVATIONS.....	I
------------------------------------	---

OBSERVATIONS SUR LA NUMERATION

I Alexis.....	II
II Eric	XII
III Maxime.....	XVI
IV Louisa	XXI
V Marie.....	XXVII

V.1.1

OBSERVATIONS SUR LE JEU

I Arnaud	XXIX
II Alexis.....	XXXI
III Eric	XXIV
IV Maxime.....	XXXVII
V Rachel	XXXVIII
VI Louisa	XXXIX
VII Marie.....	XLVI
VIII.....	Lu
cie	XLIX

VIII.1.1

INSTRUCTIONS OFFICIELLES CONCERNANT LA NUMERATION POUR LE CYCLE 2	LII
---	-----

INSTRUCTIONS OFFICIELLES CONCERNANT LA NUMERATION POUR LE CYCLE 3	LIII
---	------

I.1

I.2

I.3

LEGENDE POUR LES OBSERVATIONS

<u>110 :</u>	La progression en est au nombre 110.
"..."	Description de la carte du jeu utilisée
... > ...	Passage de... à ...
O.	Orthophoniste
A. / E. ...	Initiale de l'enfant
S.	Stagiaire orthophoniste
CA	code en Chiffres Arabes
CVO	Code Verbal Oral
CVE	Code Verbal Ecrit
LSF	Langue des Signes Française

DATE : 24.01.06

CONTENU DE LA SEANCE : Numération avec allumettes

Observation concernant :

Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-					-	-	O. : Il s'agit de comprendre la règle du jeu de la numération. (Retour sur le travail sur les équivalences : différents jeux en base 6, 7... Différent de la règle du jeu à l'école, dans notre pays.) O. : As-tu une idée de cette règle du jeu ? C'est quand on a combien qu'on échange ? A. : Six ? O. : ... A. : On peut pas savoir. (Confusion avec les règles du jeu en B5, B6...) O. : C'est différent de la règle à l'école. Tous les écoliers apprennent toujours la même règle du jeu. A. : Dix !... Je sais pas la raison. O. : Sur notre corps on a dix quoi ? A. : Dix mains ! O. : Dix mains ??? A. : Dix doigts ? O. lui raconte l'histoire du jeune berger. A. : Ils savaient pas compter !... Des cailloux ! (L'orthophoniste lui avait déjà raconté cette histoire : A. anticipe, participe au récit....) O. : Notre petit caillou s'appelle... A. : Une dizaine. O. : Qu'est-ce qu'on entend dans « dizaine » ? A. : Dix ! O. : Parce qu'il y a dix petits « uns » dans une dizaine.
+					+	+	O. : Ici, il va y avoir le tableau de ce que l'on met en vrai. Là, il va y avoir le tableau qui représente ce que l'on met en vrai. O. : Tout ce que l'on peut compter un par un, comme les moutons, les cubes, les jetons, ça va s'appeler la maison des... A. : Unités. O. : Et dans le mot « unité », il y a le mot... A. : Uni... un ! O. : La maison des uns est à droite ou à gauche ? A. : A gauche ! O. : Où est ta main gauche ? A. : Là ! O. : Le chiffre des unités est toujours le plus à droite. La maison des unités va être verte. Je vais commencer à compter : voici les allumettes, les petits uns que l'on va compter. Je mets « un » et... ici tu vas écrire le nombre... A. : 1.
+	+	+				+	

							O. : Tu poses les allumettes et tu dis ce que tu vois.
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+	-	+	+	+			<u>10 :</u> O : Où tu écris "une dizaine" ? A. écrit dans la maison des unités puis se corrige. Connaissance des nombres particuliers de 11 à 16 <u>20 :</u> A. : C'est deux dizaines et zéro unité. <u>22 :</u> O : Est-ce que ces deux "2" veulent dire la même chose ? Quel "2" est menteur ? A. : Ce "2" là est menteur car derrière lui il y a vingt unités cachées...

[illegible]

Observation concernant :

-						
-						
		+				
		+	+			
			+	+		
		-	+/-			
+						+

ENFANT : Alexis DATE : 28.02.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération (de 52 à 80)							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+							Consigne : "Poser 52 allumettes"
+	+	+	+	+	+		Manipulation puis transcodage en CVO et en CA
-							M. : 58 c'est 5 dizaines et 9 unités.
+		+					O. : Un paquet c'est... M. : Une dizaine.
		+	+	+			Transcodage en CVE et CA à partir du CVO. 53, 56, 59, 60, 42, 38, 25, 19.
						+	M. : On va arriver aux cents !
				+			Sens du signe "x"
-			+				CVO > CVE : "70" mais il ne sait plus à quelle quantité ça correspond en vrai, ce que signifie "soixante-dix".

ENFANT : Alexis DATE : 07.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération à partir de 80.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de pensée	
							Retour sur les séances précédentes.
+	+	+					O. : 8 dizaines ça va se dire...
							A. : Quatre vingt.
							O. : Pourquoi ?
						-	A. : Parce que.
-							O. : 80 tu m'as dit que c'était quoi ?
							A. : Quatre dizaines et zéro unités.
+							O. : Tu es sûr ? C'est quoi quatre dizaines et zéro unités ?
							A. : Ah non ! Huit dizaines.
+							O. : C'est quoi quatre dizaines et zéro unités ?
							A. : Quarante.
							O. : Pourquoi on dit "quatre vingt" ? Devinette...
						-	A. : Je sais pas.
							O. rassemble les paquets de manière à faire apparaître la multiplication.
+							A. échange dix unités contre une dizaine déjà attachée.
							<u>90 :</u>
+		+	+		+		A. : C'est comme quatre vingt, mais on rajoute dix !
							O. : Y'a combien là ?
+					+	+	A. : Neuf dizaines... On va arriver dans les «cent» !
+		+			+		De 91 à 96 : pas de difficulté.
							<u>Passage à 100 :</u>
+					+	+	A. : Ca fait cent !
							O. : On a dix dizaines et qu'est-ce qu'on va faire ?
					+	+	A. : On va leur mettre un élastique.
							O. : On va les...
							A. : Attacher.
		+					Connaissance des dizaines successives.
							O. prend une nouvelle feuille pour fabriquer la maison des centaines.
	-				-	-	A. (montre la feuille des dizaines et unités) : Ca on va mettre à la poubelle ?
							O. : Ah bon ? Tu vas compter de cent en cent, toi ?

-	-						A. : Ah, non. <u>Passage à 110 :</u> A. échange dix unités contre une dizaine, mais hésite : il la pose dans la maison des unités, puis dans celle des centaines, puis dans celle des dizaines.
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de pensée	
		+	+	+			O. : On s'arrête à 110 pour l'instant et le semaine prochaine je te dirai "+ 2", "+ 10", "+ 12"... A. : "+ 20", "+ 19"... O. : Et on verra comment tu te débrouilles. <u>Dictée en CVO puis transcodage en CVE et CA :</u> 78, 82, 72, 93, 89, 66, 81, 96, 110. Hésitation pour "95"

ENFANT : Alexis DATE : 14.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération à partir de 110							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de pensée	
+							Consigne : "Poser 110 allumettes."
+							O. : Combien de dizaines il y a dans une centaine ?
							A. : Dix.
							O. : Tu peux faire une phrase ?
							A. : Il y a 10 paquets de 10...
							O. : Dans une centaine, il y a...
+		+					A. : Il y a 10 dizaines.
							O. : Il faut appeler les paquets par leur nom.
							O. : Avec 10 dizaines on peut fabriquer quoi ?
+		+					A. : Une centaine.
							O. : Maintenant je te dis + 5.
						-	A. : ...
							O. : Quand je dis + 5, 5 c'est quoi ?
+							A. : Je sais pas... unités ?
							O. : Donc là ça fait...
+	+	+	+				A. : Cent quinze : une centaine, une dizaine et 5 unités.
							O. : + 20.
-							A. prend des unités pour les poser.
							O. : 20 c'est quoi ? Comment ça s'écrit, 20 ?
			+				A. : V-I-N-G-T.
							O. : Oui, mais en nombre ?
+			+				A. : Deux dizaines et zéro unités.
							O. : Je te dis + 20, donc qu'est-ce que tu vas faire ? Tu mets 20 dans la maison des unités ?
-							A. : Non, j'en mets 20 (il prend des dizaines) là-dedans (maison des dizaines).
-							A. pose 20 dizaines dans la maison des dizaines.
							O. : Là y'a combien ? (elle montre une dizaine.)
+		+					A. : Dix.
							O. : Donc on va compter : dix, vingt...
		+				-	A. : Trente, quarante, cinquante, soixante, soixante-dix, quatre-vingts, quatre-vingt dix, cent, cent dix, cent vingt, cent trente, cent quarante, cent cinquante, cent soixante, cent soixante-dix, cent quatre-vingts, cent quatre-vingt dix...

[illegible]

+			-			-	O. : Réfléchis bien... A. : Dix centaines. Ils construisent ensemble le paquet de mille en énumérant les centaines. A. : ... neuf centaines, dix centaines, cent. O. : Non. A. : Mille ! O. : Dans ce paquet là on a combien d'allumettes ? A. : Cent... heu, mille ! O. : Combien il y a de centaines dans ce paquet ? Fais une phrase. A. : Dans ce paquet il y a dix centaines.
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+			+		+		O. : D'accord, et combien de dizaines ? A. : Dans ce paquet il y a cent dizaines. 1000 en CA.

+		+	+					O. : Si je rajoute une unité, qu'est-ce que je vais avoir ? E. : Quatre vingt onze. Y'a plus de lignes, donc on arrête !
---	--	---	---	--	--	--	--	--

ENFANT : Eric

DATE : 31.01.06

CONTENU DE LA SEANCE : Numération avec allumettes

Observation concernant :

Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
						+	E. : On va aller jusqu'à 200 !
						+	O. : Je sais pas.
							E. : Ce serait bien ! Après on ira dans les 100000, ...les 200 milliards...!
-					-	-	O. : Pose 110 en allumettes sur le tableau.
-							E. pose les unités une par une dans le tableau, sans utiliser les paquets de dix ou de cent allumettes.
							Une allumette : "Voilà une centaine !"
+		+			+		O. : Pour faire une centaine il faut combien de dizaines ?
-	-						E. : Dix !
							Une allumette : il la pose dans la maison des dizaines.
+	+	+					O. : Que veut dire le 1 qui est là (centaine)?
+	+	+					E. : Une centaine.
							O. : Que veut dire le 1 qui est là (dizaine)?
							E. : Une dizaine.
+				-			<u>110 :</u>
							O. : Sur le tableau tu as combien d'allumettes ? Le nombre c'est quoi ?
							E. : 110.
							O. : 110 quoi ? On compte quoi ?
							E. : Je ne sais pas de quoi tu parles.

-	-						O. : On va continuer à ajouter des allumettes. E. ajoute une allumette. E : Ca fait 200... ça fait 103 ! O. : On va d'abord écrire ce qu'on voit. <u>120</u> : O. : Quand on en a dix on les... E : Ligote !
+					+		
ENFANT : Eric DATE : 28.02.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération à partir de 140 (centaines)							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-						Consigne : "Poser 140 en allumettes" Il pose une centaine et 4 unités. O. : Dans une dizaine qu'est-ce qu'il y a ? E. : Dix. O. : Et là ça fait dix ? Qu'est-ce qu'il y a dans une centaine ? E. : Dix dizaines. O. : Comment on va mettre 40 ? Dans 40, 4 c'est quoi ? E. : C'est une dizaine. O. : Il faut combien de dizaines pour faire 40 ? E. : 4 dizaines. O. : Donc que veut dire ce 4 ? E. : 4 dizaines. O. : On met 4 dizaines dans la maison des dizaines. (Confusion entre l'unité représentée par une allumette et la dizaine.)
+							
+							
-		-					
+							
+				+			

ENFANT : Eric DATE : 07.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération de 140 à 160.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-				-		Consigne : "Poser 140 allumettes sur le tableau." E. pose 1 paquet de cent, puis 4 allumettes dans la maison des dizaines.
+	+	+	+	+	-		De 141 à 149 : pas de problème. E. : Vu qu'on a fini 149, on va passer à... Cent soixante dix ! O. : Tu vas le voir en le faisant.
		+			+	+	Passage de 159 à 160 : O. : Ca va être quel nombre ? E. : Cent cinq-... Cent soixante !
+							Exercice oral : O. : Si tu as une dizaine et que tu ajoutes une dizaine, tu as... E. : Deux dizaines.
+		+			+		E. : Vingt.
		+			-	-	O. lui fait réciter toutes les dizaines dans l'ordre, puis passe à cent, jusqu'à 190.
					-	-	E. : Et après 190... Cent !
							O. : Non...
							E. : Cent mille !
							O. : Non...
					+	+	E. : Deux cents !

							O. : Oui, bravo !
ENFANT : Maxime DATE : 24.01.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération à partir de 1000							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+		+					O. : 6 + 4 ça fait combien ? M. : Dix. (Il les prend et en fait une dizaine) M. : J'en avais neuf, j'en rajoute une, ça fait une dizaine.
+							
-							O. : 99 c'est quoi ? M. : 9 dizaines et zéro unité.
+							O. : Pardon ? M. : 9 dizaines et 9 unités.
-					-		M. : J'ai 11 dizaines, j'en fais un paquet (de dix), ça fait une centaine.
+		+					<u>214</u> : M. : Deux centaines, une dizaine et quatre unités.
-							<u>+ 580</u> : Il ajoute 7 dizaines au lieu de 8 : en fait il compte le nombre total dans la case au lieu du nombre à ajouter.
+		+					<u>Paquet de 1000</u> : M. : Un millier.
							<u>1610</u> :

+		+	+					M. : Mille six cent dix.
+		+			+			M. : Dix unités, j'en fais un paquet, ça fait une dizaine. O. : J'avais neuf dizaines, je rajoute une dizaine, ça fait... M. : Dix dizaines, ça fait une centaine. O. : Tu avais neuf centaines, tu as rajouté... M. : Une. O. : Ca fait dix centaines, on échange les dix centaines contre un billet de 1000.
-								<u>+ 2010 :</u>
+		+						M. ajoute 2000, puis dix dizaines. O. : Dix dizaines ça fait combien ? M. : Une centaine. O. : Tu m'as dit « deux mille dix » ou « deux mille cent » ? M. : Deux mille dix. O. : Donc tu ajoutes...
+		+						M. : Dix... une dizaine.
Observation concernant :								
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée		
+								Exercice oral : O. : 8999 + 1 ça fait ? M. : 9000. O. : Moi je ne dis pas « +1 », je dis « +1000 » M. : 9999. Après ça va être la maison des 2000 ! O. : Ah bon ? + M. : Des 10 000, plutôt ! O. : Pourquoi ? M. : Après 9999, c'est 10 000 ! O. : On a dix paquets de 1000, on va les attacher et ça va faire... Un paquet de... - M. : Mille ! O. : ... + M. : Dix mille !

ENFANT : Maxime DATE : 07.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération - Grands nombres.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+	+	-	-	-			Consigne : Faire correspondre CA et CVE en passant par une lecture à haute voix (CVO) <u>970 085</u> : M. : Quatre vingt dix sept mille quatre-vingt-cinq. Consigne : Retrouver un nombre d'après sa décomposition. Transcodage CVE > CA : "Un milliard un million mille un." M. écrit : 1 1 001, puis 1 00 1 001, puis il raye. Finalement il écrit : 1 1 1. O. : Qu'est-ce que tu as écrit là ? M. : Un milliard un million mille un. O. : Ah bon ? (Elle montre le 1 de droite.) Là c'est les... M. : Unités. O. : Oui. (Elle montre le 1 du milieu.) Là c'est les... M. : Unités de mille ! O. : Non, c'est pas possible ! Là, tu as écrit 111. Bon, on laisse tomber, on va en écrire un autre. Transcodage CVE > CA : "Deux milliards cinq cent millions trente deux mille six cents."

	-		-	-			M. écrit : 250032600 O. : Comment tu peux faire pour tout serrer comme ça ? On ne voit même pas les maisons ! Tu veux bien séparer les maisons ? M. écrit : 2 500 32 600 O. entoure les nombres et encadre les noms de maisons. O. : Des milliards y'en a... M. : Deux. O. : Des millions y'en a... M. : Cinq cents. O. : Des mille y'en a... M. : Trente deux. O. encadre "32" et écrit "u" au-dessus du 2, "d" au-dessus du 3 et "c" à gauche. O. : Pourquoi tu n'as pas mis de chiffre des centaines ? M. : Je sais, c'est le zéro !
+	+		-				
+	+		-				
+	-						
			+	+			
+	+		+	+	+		Transcodage CVE > CA : "Quarante milliards dix-huit millions douze mille cent vingt." M. écrit : 40 018 012 120.
+	+		+	+	+		CVE > CA : "Cent milliards sept cent quinze mille." M. écrit : 100 715 000 (il place d'abord les maisons en les séparant dans l'espace), puis rajoute les zéros manquants : 100 000 715 000.

ENFANT : Maxime

DATE : 14.03.06

CONTENU DE LA SEANCE : Grands nombres

Observation concernant :

Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-	-	-	-			Consigne : Décomposer le nombre donné en CA après l'avoir donné en CVO. O. écrit : "52 016 328 146" M. : 52 millions, 16 mille, 328... 146. O. repère les différentes maisons en encadrant les chiffres. O. (montre la maison des millions) : C'est les... M. : Mille de mille... unités de mille ? O. reprend les maisons depuis le début. M. retrouve le nom des différentes maisons, et lit correctement le nombre.
+	+	+	+	+			O. : Ce 5 c'est quoi ? M. : 5 dizaines de milliards. O. : Alors écris. M. commence la décomposition du nombre.
-	-	-	-				M. écrit : "5 x 10 0000"
-	-	-	-				O. : Là tu as écrit quoi ? M. : 5 fois dix milliards.

							O. encadre trois zéros et repère les places des unités, dizaines, centaines de millions. O. : C'est fini ? M. : Non. O. : Qu'est-ce qu'il faut écrire ? M.: Un zéro. O. : Il faut écrire UN zéro ? O. : Les unités sont toujours où ? A gauche ou à droite ? M. : A gauche. O. reprend les unités, dizaines, centaines dans chaque maison. O. : Ecris : "Dix milliards." M. écrit : " 10 0 000 000000" O. entoure les maisons en commençant par les unités. O. : Qu'est-ce que tu as écrit dans la maison des milliards ? M. : Cent. O. : Recommence en séparant bien les maisons. M. écrit : "10 000 000 000" O. : "Alors maintenant tu peux écrire : le 5 c'est 5 fois quoi ?" M. : 5 fois un milliard. M. continue la décomposition : "(5 x 010 000 000 000) + (2 x 001 000 000 000)..." O. : Les zéros qui sont avant on n'a pas besoin de les mettre. O. : Pour ce 3 qu'est-ce que tu vas écrire ?
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-					-		M. : 3 x... 300 000 ? O. : Non. M. : 3 x 100 000. M. ne se trompe plus à partir des dizaines de mille. Consigne : transcodage CVE > CA. "Cent milliards" > "100 000 000 000" "Dix-huit millions" > "000 018 000 000" "Cent mille" > "100 000" "Dix mille" > "010 000" "Mille" > "1 000" "Dix milliards" > "010 000 000 000" "Trois milliards" > "003 000 000 000"
+	+						
+	+		+				
	+		+				
	+		+/-				
	+		+				
	+		+/-				
	+		+				
	+		+/-				
	+		+/-				

[illegible]

ENFANT : Louisa

CONTENU DE LA

nce	ng	ge	ge	ole	ion	f
-----	----	----	----	-----	-----	---

					O. : Aujourd'hui on va compter avec les allumettes. (+ FS). Ca, ça s'appelle « unité ». On met un « u » (dans la colonne des unités). Ca veut dire que les allumettes sont toutes seules. Je mets une allumette : j'écris « 1 ». Si je mets ça ? O. pose une allumette dans la case des unités. L. : Deux ! O. : Continue. L. pose les allumettes une par une dans la case des unités et l'orthophoniste écrit le nombre correspondant.
+				+	
+		+			L. : Dix. O. montre la case des unités de la grille. O. : Là, je n'ai pas le droit de mettre deux chiffres. Quand j'ai dix, je fais un paquet avec un élastique et je le mets dans la maison d'à côté, ça s'appelle les dizaines. On continue : ajoute encore « un ».
+		+			L. : Onze !

+		+						L. continue jusqu'à 20. O. : Dix allumettes, donc on fait un paquet et on le met dans la maison d'à côté. Là, il y a combien de dizaines ? L. : Deux. O. : Et combien d'unités ? L. : ... O. : Tu vois quoi, là ? Y'a rien ! L. : Zéro ! O. : Ca fait combien d'allumettes ? L. : Vingt. Au passage des dizaines, l'orthophoniste demande combien il y a de dizaines et d'unités sur le carton. L. fait les paquets dès qu'elle a dix allumettes. O. montre la case des dizaines. O. : Là c'est la case des... ? L. : A côté ! O. : Ce sont les dizaines. Quand tu as dix allumettes, tu fais un paquet et ça fait une dizaine. L. montre sur le carton la place des centaines. L. : Et là ? O. : Là, ce sera les centaines. (Il y a maintenant 57 allumettes posées sur le carton.) O. : Il y a combien de dizaines là ? L. : Cinq. O. : Et combien d'unités ? L. : Zéro ! (Persévération car l'orthophoniste n'a demandé le nombre d'unités que pour 20, 30, 40, 50.)
Observation concernant :								
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée		
+								O. : Y'a zéro, là ? L. : Sept !

ENFANT : Louisa DATE : 26.01.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération avec allumettes								
Observation concernant :								
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée		
-		-					<u>72 :</u> O. : C'est quoi, ça ? L. : Soixante deux. O. montre le 62 écrit dans la grille.	
+	+						<u>80 :</u> L. écrit correctement, mais ne sait pas le nom du nombre.	
+					+	+	<u>89 :</u> O. : Et après on fait quoi ? L. : Dix ! O. : Oui, on fait une dizaine.	
							<u>90 :</u>	

+		-						L. compte les dizaines : Neuf. O. : Neuf dizaines ça s'appelle « quatre vingt dix » <u>99</u> : + L. : Et après ? O. : Combien on a de paquets ? L. : Dix. O. : Alors on n'a pas le droit de le mettre là ! On fait un paquet, et ce gros paquet là comment on l'appelle ?... Une centaine. On le met où ? L. le place correctement. <u>100</u> : L. : Cent. O. : Combien d'unités ? L. : Zéro. O. : Combien de dizaines ? L. : Dix... zéro. O. : Combien de centaines ? L. : Dix... un. <u>110</u> : L. écrit 0 dans la case des dizaines. On enlève tout et on demande de poser 222. L. y parvient avec beaucoup d'aide. O. : Comment on dit ? L. : Deux cent vingt douze. O. : C'est seulement pour ceux-là qu'on dit "onze, douze, treize"...
+			+			+		
+		+						
-								
-								
-								
-								
-								
-								

ENFANT : Louisa

DATE : 09.02.06

CONTENU DE LA SEANCE : Numération avec allumettes

Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-	-	-	-	-	-	+ L. : Après ? O. : Après il y a 300, 400, ... 900. + L. : C'est tout ? O. : Il y a les unités de mille, les millions, les milliards... <u>109</u> : L. : Un cent neuf. <u>110</u> : L. : Un cent dix. <u>230</u> :

-	-		+				O. : Ecris ce que tu vois. L. écrit. O. : Comment on dit, là ? L. : Vingt-trois. O. : Deux (+ signe "cent"). L. : Deux cent trente. O. : Ensuite... L. ajoute une allumette. L. : Deux cent trente et un. (S'aide du geste « cent » en le reproduisant.) <u>240</u> : L. : Deux cent quatorze. <u>249</u> : L. ajoute une allumette. L. : Deux cent quarante dix.
+	+	+	+			+	
+	+	+	+				
	-	-					
		-	-				
ENFANT : Louisa DATE : 02.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération à partir de 260.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-				-		L. montre sur la bande le nombre 111 et demande ce que veut dire chaque 1.
+					+		L. : Et après ?
-			+		+		Il y a 281 allumettes. O. demande à L. de passer directement à 358. L. prend d'abord 10 allumettes, les attache, prend une autre dizaine pour faire une centaine et la pose dans la maison des centaines. Elle pose ensuite une autre dizaine : il y a 310 allumettes. L. écrit 360 sous 358.

-							L. a posé 350 allumettes et s'arrête. O. : C'est fini ? C'est pareil là (elle montre le nombre écrit) et là (elle montre les allumettes)? L. : Non. (Elle complète)
+			+	+			O. demande à L. de lire certains nombres (CA > CO) : 361, 379, 380, 399
	-			-			<u>370 :</u> L. écrit 3 dans les centaines, 7 dans les dizaines. O. : "C'est fini ? Il y a combien d'unités ?" L. : "Zéro !" (puis elle écrit 0 dans les unités.)
	+		+	+			
+	+	+			+		Passage à 400.
							<u>403 :</u> L. : Quatre cent zéro trois. O. explique qu'il faut écrire le zéro mais pas le dire.
			+				<u>40</u>
	-		-	+			<u>400 :</u> L. : Qua... rante. L. (avec aide signée) : Quatre cents
			+	+			<u>41</u>
	-	-	-	+			<u>401 :</u> L. : Quarante... et un. Quarante un ! L. (avec aide signée) : Quatre cent un.
	-		-	+			<u>410 :</u> L. : Quarante et un. L. (avec aide signée) : Quatre cent dix.

ENFANT : Louisa DATE : 09.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération à partir de 410.						
Observation concernant :						
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée
?	+					+ Recompte les dizaines dans une centaine déjà attachée. Cherche les cartons pour poser ses allumettes et pose tout de suite les centaines dans la bonne maison. Transcodage du CA au CVO. <u>411 :</u> L. : Quarante cent onze. O. : Oui, quatre cent onze. (Elle répète en insistant et en ajoutant un geste.) <u>412 :</u> L. : Quatre cent douze. <u>Nombres de 420 à 430</u> O. (montre la colonne des centaines) : C'est la colonne des... L. : Dizaines. Difficulté à retrouver la valeur de chaque paquet, le nombre de dizaines dans une centaine... L. prend 10 allumettes, se prépare à faire un paquet... Difficulté à sortir de la progression linéaire à laquelle L. s'est habituée. Passage de 499 à 500 : sans hésitation. O. pose un nombre d'allumettes, L. doit donner ce nombre en CVO. <u>222</u> <u>346</u> O. demande à L. de poser 204 allumettes, puis lecture en CVO.
-	-	-			-	
-			+		+	
+	+	+			+	
+		+				
+	+	+	+			

ENFANT : Marie DATE : 27.01.06 CONTENU DE LA SEANCE : Numération, introduction des nombres décimaux. Pailles							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
	+	+					O. : Ce 1 là, il veut dire... (celui des dizaines) M. : Dix. O. : Et celui-là ? (celui des unités) M. : Un. O. : Et celui-là ? (celui des dixièmes) M. : Dix... -zième ! O. dessine le tableau des grandeurs, écrit 11,11 et demande à M. de lui donner 11,11 pailles. M. place un paquet de 10 pailles, une paille seule, puis à nouveau un paquet de 10 pailles et une paille seule. O. : Comment tu vas faire ?... Qu'est-ce qu'on va faire ? M. : On va couper les dixièmes. O. lui donne une paille et une règle. O. : Combien elle mesure ta paille ? M. : 22 cm. O. : Si je coupe, il y aura combien de morceaux ? M. : Dix ! O. trace un segment de 22 cm sur une feuille, à couper en 10. M. : Je peux couper en 5... (Elle ne sait pas comment faire des morceaux de même mesure.) M. : Je vais couper en millièmes. (Confusion avec millimètres) Recherche de l'opération adéquate dans le carnet. M. trouve qu'il faut faire une division. O. : Comment tu vas trouver combien ils doivent mesurer tes morceaux ? M. : Attends, j'ai une idée. (Elle place la paille sur le segment tracé, contre la règle...)... Non, j'ai essayé, j'y arrive pas. O. : Est-ce que tu crois qu'une calculatrice pourrait t'aider ? M. : Oui... (hésitant) O. : Si je coupe la paille en deux, combien vont mesurer les morceaux ? M. : Quatre... Elle plie la paille en deux, puis la mesure. M. fait la division $22 : 2$, puis vérifie en additionnant $11 + 11 = 22$.
-	+	+				-	
+	+	+			+		
-		-					

-					-	-	O. lui demande de continuer à couper ces deux morceaux pour obtenir les dixièmes. M. plie les morceaux de paille encore en deux... O. dessine rapidement 10 portions sur le segment. M. : Je fais 22 divisé par 5 ! O. : Pourquoi ?
---	--	--	--	--	---	---	--

Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Anticipation	
+					+		M. : 22 divisé par 10 ! (Elle fait le calcul avec la calculatrice, puis gomme les traces sur le segment pour le partager elle-même avant de couper la paille.)

ENFANT : Arnaud DATE : 11.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de loto. N'a jamais utilisé les allumettes.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
							Cartes de 1 à 10 A. pioche la carte "10 allumettes" : il n'a encore jamais travaillé avec les allumettes. O. lui montre les allumettes en vrai. Elle fabrique un paquet de dix allumettes. O. : Y'en a dix donc ça s'appelle une... A. : Dizaine. O. : Deux dizaines ça fait... A. : Vingt. A. énumère toutes les dizaines jusqu'à cent, pendant que l'orthophoniste pose les paquets d'allumettes correspondants. O. : Quand j'ai dix dizaines, je suis obligée de prendre un élastique et de faire un paquet, qui va s'appeler une... A. : Dizaine. O. : Ah, non, ça c'est une dizaine ! (elle lui montre) A. : Une centaine. "10 domino" + "10" "8" + "8 allumettes" A la fin de la partie, A. met ensemble toutes les cartes qui vont ensemble. Nombres de 11 à 20. "11 allumettes" : A. : Onze dizaines. S. prend un air étonné. A. : Onze bâtons. O. : Onze c'est combien de dizaines et combien d'unités ? A. : Une dizaine et une unité. O. : En tout ça fait... A. : Onze.
+		+					
		+					
		+					
-		-			-	-	
+		+					
+							
+							
+		+	+	+			
-		-					
+							
+							
+		+					

+							"onze" + "11 allumettes"
-				-			"20 allumettes" : A. : Vingt dizaines. A. reste bloqué sur cette carte. Il ne sait plus à quelles quantités correspondent vingt, deux dizaines, vingt dizaines.
ENFANT : Arnaud DATE : 02.05.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de loto							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+		+				+	Mélange de cartes de 20 à 100 A. pioche "une vingtaine". S. : Tu sais déjà avec quoi tu vas pouvoir la mettre cette carte ? A. : Avec "vingt".
+			+			+	"93" + "quatre-vingt-treize"
-		-				-	"trois dizaines" : S. : Tu pourras la mettre avec quoi celle-là ? A. : Dix. S. : Trois dizaines ça fait dix ? A. : ... O. : Une dizaine ça fait combien ? A. : Dix. O. demande à A. combien font deux dizaines, trois dizaines... jusqu'à neuf dizaines, ce qu'A. réussit. O. : Et dix dizaines ? A. : Cent. O. : Alors trois dizaines ça fait ? A. : Cent ! O. : Non, trois dizaines ! A. : Trente.
+		+					"20 domino" : O. : Vingt ça fait combien de dizaines ? Comment tu écris vingt ? A. : 2... O. : Mais 2 dans quelle maison ? A. : ... (ne sait pas) A. dit qu'il ne sait pas très bien à quelle position correspondent les dizaines, les unités... Ce sera abordé dans une prochaine séance.
-							
-							

+		+					"30" + "30 allumettes" + "trois dizaines" "une centaine" + "100" + "carré de 100" + "dix dizaines" + "cent" + "100 allumettes" "99" : O. : Dans 99 il y a combien de dizaines ? A. : Neuf. O. : C'est quel 9 ? A. : Le premier.
ENFANT : Alexis DATE : 11.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de memory, puis mistigri							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-							Cartes mélangées de 1 à 1000 "15 domino" M. : C'est trente ! O. : Pourquoi ? A. compte : C'est vingt, pas trente. O. : ... A. recommence à compter. A. : Quinze. Jeu sous forme de mistigri : "1000" + "mille" "quinze" + "15 allumettes" "15" + "15 dominos" "Carré de 100" + "100" "500" + "500 allumettes" "neuf" + "9 allumettes" "cent allumettes" : A. : Y'a dix paquets de dix alors ça fait mille. "95 allumettes" : A. compte de 5 en 5 en pointant chaque paquet de 10 allumettes. A. : Ca fait quarante-cinq ! "1000 allumettes" : A. : Cent. A. associe cette carte avec la carte "85 allumettes" O. montre la carte "100 allumettes", puis "1000 allumettes". O. : Là il y a dix dizaines, et là il y a... A. : Dix centaines. Ca fait mille ! A. recompte les allumettes de la carte "85 allumettes", mais il recommence à compter de 5 en 5.
-							
+							
+	+	+	+	+			
+		+		+			
+	+						
+	+						
+		+					
-							
-					-		
-							
-							
-							
+		+			+		
-					-		

+							Enfin, il dénombre correctement. "85 allumettes" + "85" A. lit la carte "cinq cents" : Cinquante. "cinq cents" + "50 allumettes" + "dix dizaines" + "une centaine" Une fois la partie finie et les paires formées, on défait les paires et O. demande à A. de mettre ensemble tout ce qui va ensemble. - "mille" + "1000" + "une centaine" A. : Une centaine c'est un paquet ça fait mille. O. : Une centaine c'est combien d'allumettes ? A. : Cent. A. retire la carte "une centaine" et la remplace par "dix centaines".
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+		-	-				"85" + "quatre-vingt quinze" O. : Tu ne fais pas assez attention à ta lecture. "95 allumettes" + "quatre-vingt quinze" "500" + "cinq cents" + "cinq dizaines" A. lit la carte "cinq dizaines" : Cinq centaines. Ca fait cinq cents ! O. : Relis ! A. : Cinq dizaines... ça fait cinquante ! A. ne sait pas où placer la carte "dix dizaines". A. : Ca fait vingt. O. prend un air étonné. A. : Heu, cent.

ENFANT : Alexis DATE : 02.05.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mistigri							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
							Mélange de cartes de 10 à 1000
+	+	+	+	+			"90" + "90 allumettes" + "quatre-vingt-dix" + "9 dizaines"
+	+	+	+	+			"100" + "cent" + "une centaine"
+	+	+					"mille" + "1000 allumettes" + "dix centaines"
+				+			"20 allumettes" + "20"
+		+	+	+			"18" + "dix-huit"
+		+	+	+			A. associe très rapidement les cartes avec les nombres en code en chiffres arabes et en code verbal écrit.
-							"71 allumettes" > A. : Soixante et un.
+							O. : Soixante et un c'est combien de dizaines ?
+							A. : Je sais pas... Ah oui c'est six dizaines et une unité.
+							O. : Et soixante et onze ?
+							A. : C'est sept dizaines et une unité.
+							O. : Et quatre-vingt-un ?
+							A. : C'est huit dizaines et une unité.
+							O. : Et quatre-vingt-onze ?
+							A. : C'est neuf dizaines et une unité.
+							O. : Bravo.
+	+	+	+	+	+		A. trie ensuite toutes les cartes, et associe sans difficulté toutes les représentations possibles d'un même nombre.

ENFANT : Eric DATE : 04.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire, puis de loto.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-			-			Cartes : 10, 11, 12, 20, 100, 200, sous forme de mémoire. "11 = 5 + 6 domino" : E. : Là, j'ai six et là, j'ai cinq. Donc ça fait 65. O. pose des jetons devant E., dans la même position que sur le dessin, et lui demande de compter. E. : Onze. O. lui explique qu'il faut juste compter les points comme il a compté les jetons. "12 allumettes" : E. : C'est une dizaine et deux unités. O. : Ca se dit combien ? E. : Deux cent onze. O. : Il faut que tu vois ce nombre dans ta tête. "202" : E. n'arrive pas à passer à la représentation de la quantité. O. : On va dire ce que c'est. O. reprend les maisons, puis combien il y a de centaines, de dizaines, d'unités. E. bloque plusieurs fois sur le nom de la maison des dizaines. O. : Sur quelle image as-tu deux centaines, zéro dizaine et deux unités ?
+				+			
+	+			+			
-	-	-	-				

+	-	-	-	+				E. trouve l'image correspondante. O. : Et ça se dit comment ? E. : Deux cent onze.
ENFANT : Eric DATE : 11.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de loto								
Observation concernant :								
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée		
+		+	+				Cartes de 1 à 10 : S. : Vas-y, à toi de jouer. T'en pioches qu'une à la fois. Là, c'est à moi de piocher. Si tu l'as déjà, je te la donne, si tu l'as pas, je la garde. D'accord ? Alors, je pioche : neuf. Toi t'avais pioché quoi ? C'est combien ça ? E. (compte les points) : Sept. S. : C'est pareil ? E. : Non. S. : Alors à toi. E. pioche la carte "une dizaine". E. : Une dizaine. Tu l'as ? S. : Ben regarde ce que j'ai.... E. : Tu l'as pas.... "neuf" + "une dizaine" S. : C'est pareil ça ? E. : Oui. S. : C'est combien ? E. : Ben, j'en ai neuf donc c'est bon. S. : Une dizaine c'est neuf ? E. : Oui. S. : Ah bon ?... Quand est-ce qu'on fait une dizaine ? E. : Quand on en a dix.	
-		-						
-		-						
-		-						
+								

+								S. : Alors on fait pas une dizaine quand on en a neuf ? Alors ? C'est pareil ? E. : Non.
-		-						S. : J'ai pioché la carte "dix unités". E. : Non, je l'ai pas. S. : C'est combien dix unités ? E. : Dix dizaines. S. : Dix unités et dix dizaines c'est pareil ? E. : Non. S. : Dix unités ça fait combien de... O. : De bonbons, de bâtons... E. : Ben dix bâtons !
+		+				+		E. pose la carte à côté des autres "dix" S. : Tout ça c'est pareil, tu es d'accord ? Dix, c'est pareil que dix unités ? E. : Oui. S. : Dix unités c'est pareil que une dizaine. E. : Non.
+								S. : Je sais pas, peut-être que si ? E. modifie le rangement de ses cartes en les laissant côte à côte. S. : Alors je comprends pas.
-		-				-		
Observation concernant :								
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée		
-		+		-		-		E. met ensemble les cartes avec les différents "dix" sous forme écrite : dix, dix unités, une dizaine, et écarte le "dix domino". E. : Tout ça c'est pareil, sauf celui-là, celui-là on va l'égarer des autres. S. : Pourquoi ? E. : Parce que il fait pas partie des "dix". S. : Mais tu l'avais mis avec tout à l'heure... Compte-les pour voir. E. compte et le remet finalement avec les autres "dix".
-				-				"8 allumettes" : E. recompte plusieurs fois pour être sûr.
+				+				"deux" : E. : Dix... deux.
-		-	-					Cartes de 11 à 20 :
+				+				"20 domino" : E. : Là ça fait dix plus dix. O. : Oui, deux dizaines, et ça fait combien ? E. : Dix...
-		-						O. : Une dizaine ça fait dix, et une deuxième dizaine ça fait... E. : Deux dix...
								O. : Deux dizaines ! Et deux dizaines ça fait... Deux dizaines et zéro unités ça fait quoi ?

-	-	-					E. : Heu... O. : Quand tu écris deux dizaines et zéro unités tu dis quoi ? E. : Cent ! O. : Non. Regarde... O. écrit sur une feuille. E. : Vingt !
ENFANT : Maxime DATE : 04.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de loto.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-							Mélange d'unités, dizaines, centaines, milliers, million.
+	+	+	+	+	+		M. a une hésitation pour les photos d'allumettes. Paquet de dix ou de cent ?
+	+	+	+	+	+		Cartes avec 101, 110, 111... Aucune erreur.
+	+	+	+	+	+		Tri de ces cartes : pas de problème.
							Notes : numération semble acquise, un travail différent utilisant un support nouveau ne l'a pas déstabilisé.

ENFANT : Rachel DATE : 11.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes posées à l'endroit à remettre ensemble.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+				+		+	Cartes des nombres de 1 à 10. S. explique le principe d'association des cartes. O. : Par exemple là il y a... R. : Deux. (Elle approche la carte "2 dominos") "3" + "trois" "9" + "neuf" "6" + "six" "7" + "sept" "5" + "cinq" "1" + "un" Carte "8" : R. : Trois, heu, huit ! "8" + "huit" "4" + "quatre" "10" + "deux" R. lit ensuite : Deux. "10" + "dix"
+		+	+				
+		+	+				
+		+	+				
+		+	+				
+		+	+				
+		+	+				
+		-					
+		+	+				
+		+	+				
-		-	-			-	
+		+	+				

							Il reste la carte "deux". R. : Deux. Ben, y'a plus deux, c'était un piège. O. : Regarde où tu as déjà 2... R. pose "deux" avec le "2 domino" et le "2".
+					+	-	
-							R. pose la carte "5 domino" avec les 6. R. : Non. O. : Tu as compté ? R. : Quatre.
-							
+							R. place correctement les cartes "6 domino", "4 domino", "3 domino". Carte "5+5 domino" : elle compte d'abord huit points, puis dix. Carte "8 domino" : elle compte d'abord neuf, puis huit points. Carte "6+4 domino" : elle compte dix points.
-					-	-	R. constate qu'il y a déjà un "10 domino". Elle recompte, trouve encore dix. Elle est perplexe, elle pense qu'il n'y a qu'un seul "10 domino" possible. O. : Y'a pas déjà dix ? R. : Si ! O. : Si c'est dix, tu le mets avec les dix !

ENFANT : Louisa DATE : 16.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire						
Observation concernant :						
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée
+		+	+	+		+
			-			
O. explique à L. le principe de base du jeu : association des cartes qui vont ensemble, peu importe la représentation. L. comprend immédiatement. Choix de jouer en "Mémoire", car L. est très performante à ce jeu et l'aime beaucoup. Cartes de 1 à 9 : L. associe indifféremment CVE, CA, représentation en dominos, en allumettes. Prend plaisir à jouer. Un peu d'articulation quand la prononciation CVO n'est pas bonne ou trop approximative.						

+		+	+	+		+	Cartes de 10 à 20 : introduction de cartes comme "une dizaine", dix unités". Ces cartes ne posent aucun problème à L. Cartes des allumettes : parfois allumettes trop petites, L. doit beaucoup approcher la carte pour pouvoir compter les allumettes, mais ne se trompe jamais. Transposition de ses connaissances.
ENFANT : Louisa DATE : 30.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de memory. Travail autour des centaines.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-	-		-			Partie avec les centaines. L. pioche la carte "600". L. : Lequel ? (elle tourne la carte en se demandant dans quel sens se fait la lecture.) O. : On ne peut pas lire comme ça (006). Quand on écrit on n'a pas besoin des zéros devant. "800 allumettes" L. : Dix, vingt, trente, quarante, cinquante, soixante, soixante-dix, quatre-vingts. O. lui explique que ce sont des paquets de cent, et montre comment s'écrirait 80 en chiffres arabes.

ENFANT : Louisa							
DATE : 07.04.06							
CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de memory							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+ + -		✓ +		 +			Partie avec unités, dizaines, centaines mélangées. Vocabulaire des dizaines : "trentaine", "quarantaine". "13 allumettes" : L. : Onze, douze, treize. "10 LSF" : L. : Dix. "9 allumettes" : L. : Onze, douze, treize, quatorze, quinze, seize, dix-sept, dix-huit, dix-neuf. O. : Où as-tu vu le dix, toi ? Tu as vu une dizaine ?

+							L. hésite, puis recompte jusqu'à neuf. Elle associe la carte avec le "9". "500 allumettes" : L. compte de dix en dix jusqu'à "cinquante". O. (montre un paquet de 10 allumettes et un paquet de 100 allumettes en vrai) : C'est celui-là ou celui-là ? L. (montre le paquet de 100) : Cent, deux cents, trois cents, quatre cents, cinq cents. O. lui montre également la liste des dizaines et celle des centaines. "13" + "13 LSF" "40 allumettes" : L. : Quatre centaines. O. : C'est des centaines, ça ? (Elle montre à nouveau les allumettes.) L. : C'est ça. (Elle désigne le paquet de 10 allumettes.) L. (regarde la feuille des dizaines, puis compte en montrant chaque paquet de la photo) : Dix, vingt, trente, quarante. "40 allumettes" + "40 LSF" "100 allumettes" : L. : Dix.
ENFANT : Louisa DATE : 13.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+		+					Mélange de cartes de 1 à 100. O. lui fait revoir la valeur de chaque paquet d'allumettes, décompose une centaine. "dix dizaines" + "100 allumettes" "200 allumettes" : L. : Vingt. O. lui montre à nouveau les paquets d'allumettes L. : Deux cents.
-							
+							
+							
-							

-	-	-					"Dix allumettes" : L. : Un cent. "30 allumettes" : L. : Trois. "trente" : L. : Trois... treize...trente. "trente" + "30 allumettes" "10 LSF" + "dix unités" "11 allumettes" + "onze" "Carré de 100" : L. compte de dix en dix en désignant chaque ligne. "Carré de 100" + "cent" "30" + "30 LSF"
-	-						
+		-				-	
+		+					
+					+		
+	+	+					
+							
+							
ENFANT : Louisa DATE : 04.05.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
+		+	+	+			Cartes d'unités, dizaines, centaines mélangées. "14" : L. : Quatorze. "900 allumettes" : L. : Neuf. L. ne reconnaît pas la valeur des paquets. G. lui explique en montrant à nouveau les allumettes, les différents paquets et leur fabrication, redonne le vocabulaire, fait retrouver les noms de dizaines.
-				-			

+							"14" + "14 allumettes"
+		+	+				"100" : L. : Cent. "Carré de 100" : + L. compte les lignes de dix en dix.
+							Enumération des dizaines.
		+					"400" : L. : Cent ! G. montre la carte "100" : C'est ça le cent ! L. : Quatre cents. "quatre cents" + "400" "900" + "neuf cents" "4" + "4 allumettes"
-			-				G. retourne "4 domino" et "400 allumettes". G. : C'est pareil ? L. : Oui... non... L. ne tient compte que de la présence de "4 quelque chose", d'une ressemblance, sans considérer la valeur des paquets ou des points.
+			+				"40 allumettes" : L. : Quatre. O. : Ah non, c'est pas quatre ! L. : Quatre dizaines. O. : Oui, mais quatre dizaines ça fait combien ? L. : Quarante.
+			+				"11 domino" : L. montre chaque point : L. : Dix, vingt, trente, quarante...
-				-			
ENFANT : Louisa DATE : 12.05.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
-	-	+	+				Cartes des nombres à trois chiffres...
+	+			+			"202 allumettes" : L. a du mal à donner le nombre en code verbal oral. En passant par le code en chiffres arabes, elle lit correctement le nombre.
+							"111 allumettes" + "111"
							"Carré de 100" + "100"

+	-	-	+	+	-	"1 en LSF" + "un" G. retourne "220" et "202" : G. : C'est pareil ? L. : Oui. "101" + "cent un"
ENFANT : Marie (avec Lucie) DATE : 30.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de memory.						
Observation concernant :						
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée
						Partie avec unités, dizaines, centaines mélangées. - M. retourne la carte "30" et demande ce qu'il faut trouver. O. lui donne précisions sur les règles du jeu : "Il faut trouver un autre trente, soit en lettres, soit en photo, ou bien trois dizaines." L. n'a jamais travaillé avec les allumettes (peu de difficultés en maths.). Elle retourne la carte "200 allumettes" et

ENFANT : Marie (avec Lucie)

CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire.

Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée
						Partie avec unités, dizaines, centaines mélangées. - M. retourne la carte "30" et demande ce qu'il faut trouver. O. lui donne précisions sur les règles du jeu : "Il faut trouver un autre trente, soit en lettres, soit en photo, ou bien trois dizaines." L. n'a jamais travaillé avec les allumettes (peu de difficultés en maths.). Elle retourne la carte "200 allumettes" et

							demande ce que c'est.
+					+		O. montre les allumettes en vrai : une allumette, un paquet de 10 allumettes, un paquet de 100 allumettes. G. : Alors, qu'est-ce que c'est ? L. : Deux cents.
-		-					M. retourne la carte "900", puis "neuf centaines". M. : Oh, non, c'est pas ça. O. : Neuf centaines c'est combien ? L. : C'est pareil !
+		+			+		L. (pioche la carte "dix dizaines") : C'est quoi ? M. pioche la carte "dix dizaines", puis "100 allumettes". Elle croit à nouveau avoir perdu. O. explique en montrant que 100 = 10 dizaines.
-		-					M. (retourne la carte "30 allumettes") : C'est trois dizaines. O. : Oui, et ça se dit comment ? M. : Trente.
+		+			+		M. (retourne la carte "quarante") : Quarante c'est combien déjà ? M. prend le paquet de 10 allumettes et compte pour elle-même : "Dix, vingt, trente, quarante." Elle retrouve seule la valeur correspondant au mot-nombre.
+			+				M. (retourne la carte "700") : C'est sept cents.

ENFANT : Marie (avec Lucie)

DATE : 13.04.06

CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire

Observation concernant :

Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
							Mélange de toutes les cartes, avec les cartes en LSF. "6 domino" : L. : Douze ! (reconnaissance rapide) M. pioche la carte "Carré de 100".

-						-	L. : C'est mille ! M. : Ah oui... O. : Recompte pour voir... M. : Dix... fois dix... mille ! O. : Ah bon ? M. : Heu, cent ! "cent" + "une centaine" : M. : C'est pareil ? O. : D'après toi ? M. : Oui. L. : Dix dizaines c'est quoi ? O. lui fait compter les dizaines jusqu'à dix dizaines. O. : Alors ça fait combien ? L. : Je sais pas... dix dizaines... O. : Regarde, là c'est dix... (montre un paquet de dix allumettes.) L. : C'est cent ! M. : Dix centaines c'est combien ? O. lui fait compter les centaines jusqu'à dix centaines. M. : Mille ! Pas d'autres erreurs.
							ENFANT : Marie (avec Lucie) DATE : 11.05.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire
							Observation concernant :
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Anticipation	
							Fractions + vocabulaire prêtant à confusions (centaine, millème...) G. prend "un dixième" et "dix centièmes". G. : J'ai gagné ?

-							M. : Non... Attends... Je voudrais les allumettes. (On donne les allumettes à M., et on prend une allumette pour la couper en dix.) O. : "-ième", ça veut dire quoi ? M. : On coupe ! O. : "-ième", ça veut dire on coupe. Et là on coupe en combien ? L. : En trois ? O. : Regarde, c'est un "dixième"... (elle montre la carte) M. : En dix, en dix !
+		+				+	O. : Là on a des... M. : Dixièmes. O. : Après, si on coupe, on aura des...
+		+					O. : Après, si on coupe, on aura des...
-		-				+	M. : Millièmes. C'est de plus en plus petit ! O. : Attends, si tu coupes les dixièmes en dix, tu auras d'abord...
+		+					M. : Des centièmes.
+		+					O. : Alors c'est pareil ces deux cartes ? M. : Oui !
-		-				+	M. retourne "un million" et "0,001" M. cherche d'abord la valeur de "0,001". M. : C'est un millième... alors c'est bon ! O. : Un million et un millième c'est pareil ? L. : Oui, oui, c'est bon ! M. : Ah, non...
+		+					M. associe "un demi" + "dessin d'un demi"
+				+	+		M. pioche "un millier" M. : Un millier... c'est quoi un millier ?
-		-					M. pioche "0,01" et dit en montrant chaque chiffre de gauche à droite : M. : Unité, dizaine, centaine.
+	+					+	M. associe "0,01" + "1/100"
+		+				+	M. associe "une centaine" + "dix dizaines".
ENFANT : Lucie (avec Marie) DATE : 30.03.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire.							
Observation concernant :							
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée	
							Partie avec unités, dizaines, centaines mélangées. M. retourne la carte "30" et demande ce qu'il faut trouver.

							O. lui donne précisions sur les règles du jeu : "Il faut trouver un autre trente, soit en lettres, soit en photo, ou bien trois dizaines." L. n'a jamais travaillé avec les allumettes (peu de difficultés en maths.). Elle retourne la carte "200 allumettes" et demande ce que c'est. O. montre les allumettes en vrai : une allumette, un paquet de 10 allumettes, un paquet de 100 allumettes. G. : Alors, qu'est-ce que c'est ? L. : Deux cents. M. retourne la carte "900", puis "neuf centaines". M. : Oh, non, c'est pas ça. O. : Neuf centaines c'est combien ? L. : C'est pareil ! L. (pioche la carte "dix dizaines") : C'est quoi ? M. pioche la carte "dix dizaines", puis "100 allumettes". Elle croit à nouveau avoir perdu. O. explique en montrant que $100 = 10$ dizaines. M. (retourne la carte "30 allumettes") : C'est trois dizaines. O. : Oui, et ça se dit comment ? M. : Trente. M. (retourne la carte "quarante") : Quarante c'est combien déjà ? M. prend le paquet de 10 allumettes et compte pour elle-même : "Dix, vingt, trente, quarante." Elle retrouve seule la valeur correspondant au mot-nombre. M. (retourne la carte "700") : C'est sept cents.
+		+			+		
+		+			+		
-		-					

ENFANT : Lucie (avec Marie) DATE : 13.04.06 CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de memory						
Observation concernant :						
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Mobilité de la pensée
Mélange de toutes les cartes jusqu'au million, avec les						

								cartes en LSF. "6 domino" : L. : Douze ! (reconnaissance rapide) M. pioche la carte "Carré de 100". L. : C'est mille ! M. : Ah oui... O. : Recompte pour voir... M. : Dix... fois dix... mille ! O. : Ah bon ? M. : Heu, cent ! "cent" + "une centaine" : M. : C'est pareil ? O. : D'après toi ? M. : Oui. L. : Dix dizaines c'est quoi ? O. lui fait compter les dizaines jusqu'à dix dizaines. O. : Alors ça fait combien ? L. : Je sais pas... dix dizaines... O. : Regarde, là c'est dix... (montre un paquet de dix allumettes.) L. : C'est cent ! M. : Dix centaines c'est combien ? O. lui fait compter les centaines jusqu'à dix centaines. M. : Mille ! Pas d'autres erreurs.
ENFANT : Lucie (avec Marie)								
DATE : 11.05.06								
CONTENU DE LA SEANCE : Jeu de cartes sous forme de mémoire								
Observation concernant :								
Equivalence	Position - Rang	Vocabulaire - langage	Transcodage	Symbole	Transposition	Anticipation		

						Fractions + vocabulaire prêtant à confusions (centaine, millier...) G. prend "un dixième" et "dix centièmes". G. : J'ai gagné ? M. : Non... Attends... Je voudrais les allumettes. (On donne les allumettes à M., et on prend une allumette pour la couper en dix.) O. : "-ième", ça veut dire quoi ? M. : On coupe ! O. : "-ième", ça veut dire on coupe. Et là on coupe en combien ? L. : En trois ? O. : Regarde, c'est un "dixième"... (elle montre la carte) M. : En dix, en dix ! L. : En dix ? O. : Là on a des... M. : Dixièmes. O. : Après, si on coupe, on aura des... M. : Millièmes. C'est de plus en plus petit ! O. : Attends, si tu coupes les dixièmes en dix, tu auras d'abord... M. : Des centièmes. O. : Alors c'est pareil ces deux cartes ? L. : Oui ! M. : Oui ! L. pioche "dix dizaines". L. : Dix dizaines... c'est mille ! M. retourne "un million" et "0,001" M. cherche d'abord la valeur de "0,001". M. : C'est un millième... alors c'est bon ! O. : Un million et un millième c'est pareil ? L. : Oui, oui, c'est bon ! M. : Ah, non... L. associe "0,001" + "un millième". L. pioche "dix dizaines". L. : Dix dizaines... c'est une centaine ! L. associe "0,001" + "1/1000"
-					-	
?						
+		+				
-		-			-	
-		-			-	
+	+	+	+			
+		+			+	
+	+				+	

INSTRUCTIONS OFFICIELLES CONCERNANT LA NUMERATION **POUR LE CYCLE 2**

CONNAISSANCE DES NOMBRES ENTIERS NATURELS Cycle 2

1 Désignations orales et écrites des nombres entiers naturels (inférieurs à 1000)

- dénombrer et réaliser des quantités en utilisant le comptage un à un ou des groupements et des échanges par dizaines et centaines ;
- comprendre et déterminer la valeur des chiffres en fonction de leur position dans l'écriture décimale d'un nombre ;
- produire des suites orales et écrites de nombres de 1 en 1, 10 en 10, 100 en 100 (en avant et en arrière, à partir de n'importe quel nombre), en particulier citer le nombre qui suit ou qui précède un nombre donné ;
- associer les désignations chiffrées et orales des nombres.

2 Ordre sur les nombres entiers naturels

- comparer, ranger, encadrer des nombres (en particulier entre deux dizaines consécutives ou entre deux centaines consécutives),
- situer des nombres (ou repérer une position par un nombre) sur une ligne graduée de 1 en 1, 10 en 10, 100 en 100.

3 Relations arithmétiques entre les nombres entiers naturels

- connaître les doubles et moitiés de nombres d'usage courant : doubles des nombres inférieurs à 10, des dizaines entières inférieures à 100, moitié de 2, 4, 6, 8, 10, 20, 40, 60, 80 ;
- connaître et utiliser les relations entre nombres d'usage courant : entre 5 et 10 ; entre 25 et 50 ; entre 50 et 100 ; entre 15 et 30, entre 30 et 60 ; entre 12 et 24.

INSTRUCTIONS OFFICIELLES CONCERNANT LA NUMERATION

POUR LE CYCLE 3

CONNAISSANCE DES NOMBRES ENTIERS NATURELS Cycle 3

1 Désignations orales et écrites des nombres entiers naturels

- déterminer la valeur de chacun des chiffres composant l'écriture d'un nombre entier en fonction de sa position ;
- donner diverses décompositions d'un nombre en utilisant 10, 100, 1000..., et retrouver l'écriture d'un nombre à partir d'une telle décomposition ;
- produire des suites orales et écrites de 1 en 1, 10 en 10, 100 en 100, à partir de n'importe quel nombre ;
- associer la désignation orale et la désignation écrite (en chiffres) pour des nombres jusqu'à la classe des millions.

2 Ordre sur les nombres entiers naturels

- comparer des nombres, les ranger en ordre croissant ou décroissant, les encadrer entre deux dizaines consécutives, deux centaines consécutives, deux milliers consécutifs... ;
- utiliser les signes <et> pour exprimer le résultat de la comparaison de deux nombres ou d'un encadrement ;
- situer précisément ou approximativement des nombres sur une droite graduée de 10 en 10, de 100 en 100...

3 Structuration arithmétique des nombres entiers naturels

- connaître et utiliser des expressions telles que : double, moitié ou demi, triple, tiers, quadruple, quart ; trois quarts, deux tiers, trois demis d'un nombre entier ;
- connaître et utiliser certaines relations entre des nombres d'usage courant : entre 5, 10, 25, 50, 75, 100 ; entre 50, 100, 200, 250, 500, 750, 1000 ; entre 5, 15, 30, 45, 60, 90 ;
- reconnaître les multiples de 2, de 5 et de 10.

CONNAISSANCE DES FRACTIONS SIMPLES ET DES NOMBRES DÉCIMAUX Cycle 3

1 Fractions

- utiliser, dans des cas simples, des fractions ou des sommes d'entiers et de fractions pour coder des mesures de longueurs ou d'aires, une unité étant choisie, ou pour construire un segment (ou une surface) de longueur (ou d'aire) donnée ;
- nommer les fractions en utilisant le vocabulaire : demi, tiers, quart, dixième, centième... ;
- encadrer une fraction simple par deux entiers consécutifs ;
- écrire une fraction sous forme de somme d'un entier et d'une fraction inférieure à 1.

2 Désignations orales et écrites des nombres décimaux

- déterminer la valeur de chacun des chiffres composant une écriture à virgule, en fonction de sa position ;
- passer, pour un nombre décimal, d'une écriture fractionnaire (fractions décimales) à une écriture à virgule (et réciproquement) ;
- utiliser les nombres décimaux pour exprimer la mesure de la longueur d'un segment, celle de l'aire d'une surface (une unité étant donnée), ou pour repérer un point sur une droite graduée régulièrement de 1 en 1 ;
- écrire et interpréter sous forme décimale une mesure donnée avec plusieurs unités (et réciproquement) ;
- produire des décompositions liées à une écriture à virgule, en utilisant 10 ; 100 ; 1 000... et 0,1 ; 0,01 ; 0,001... ;
- produire des suites écrites ou orales de 0,1 en 0,1, de 0,01 en 0,01... ;
- associer les désignations orales et l'écriture chiffrée d'un nombre décimal.

3 Ordre sur les nombres décimaux

- comparer deux nombres décimaux donnés par leurs écritures à virgule ;
- encadrer un nombre décimal par deux entiers consécutifs ou par deux nombres décimaux ;
- intercaler des nombres décimaux entre deux nombres entiers consécutifs ou entre deux nombres décimaux ;
- utiliser les signes <et> pour exprimer le résultat de la comparaison de deux nombres ou d'un encadrement ;
- donner une valeur approchée d'un nombre décimal à l'unité près, au dixième ou au centième près ;
- situer exactement ou approximativement des nombres décimaux sur une droite graduée de 1 en 1, de 0,1 en 0,1.

4 Relations entre certains nombres décimaux

- connaître et utiliser des écritures fractionnaires et décimales de certains nombres :

0,1 et $\frac{1}{10}$; 0,01 et $\frac{1}{100}$; 0,5 et $\frac{1}{2}$; 0,25 et $\frac{1}{4}$; 0,75 et $\frac{3}{4}$,

- connaître et utiliser les relations entre

$\frac{1}{4}$ (ou 0,25) et $\frac{1}{2}$ (ou 0,5), entre $\frac{1}{100}$; et, $\frac{1}{10}$; entre $\frac{1}{1000}$; et $\frac{1}{100}$.

NOTES

- ¹ MC CLOSKEY M., CARAMAZZA A. & BASILI A. (1985), « Cognitive mechanisms in number processing and calculation: Evidence from dyscalculia ». *Brain and Cognition*, 4, 171-196.
- ² FUSON K.C., WEARNE D., HIEBERT J., MURRAY H.G., HUMAN P.G., OLIVIER A.I., CARPENTER T.P. & FENNEMA E. (1997), « Children's conceptual structures for multidigit numbers and methods of multidigit addition and subtraction ». *Journal of Research in Mathematics Education*, 28(2), 130-162.
- ³ RESNICK L. B., (1983), « A developmental theory of number understanding », in GINSBURG H. P., *The development of mathematical thinking*, Academic Press, NEW YORK, pp. 109-151.
- ⁴ RESNICK L.B., (1989), « Developing mathematical knowledge », *American Psychologist*, 44, 162-169.
- ⁵ « L'acquisition de l'arithmétique », *Troubles spécifiques des apprentissages, l'état des connaissances, Livret Calcul*, Signes Editions, PARIS.
- ⁶ VYGOTSKY L. S., (1962), *Thought and Language*, MIT Press, NEW YORK.
- ⁷ BLOOM P. & WYNN K., (1997), Linguistic cues in the acquisition of number words. *Journal of Child Language*, 24, 511-533.
- ⁸ MIX K.S., (1999), Similarity and numerical equivalence: Appearance counts. *Cognitive developments*, 14, 269-297.
- ⁹ SPELKE E. S., TSIVKIN S., (2001), "Initial knowledge and conceptual change: Space and number", in BOWERMAN M., LEVINSON S., *Language acquisition and conceptual development*, Cambridge University Press, CAMBRIDGE.
- ¹⁰ DELAZER M., (2000), « Neuropsychologie des faits arithmétiques ». In PESENTI M. & SERON X., *Neuropsychologie des troubles du calcul et du traitement des nombres*, SOLAL, MARSEILLE.
- ¹¹ DONLAN C. & GOURLAY S., (1999), The importance of non-verbal skills in the acquisition of place-value knowledge: Evidence from normally-developing and language-impaired children. *British Journal of Developmental Psychology*, 17, 1-19.
- ¹² STOKOE W., (1960), *Sign Language Structure*, Linstok Press, SILVER SPRING.
- ¹³ FURTH H. G., (1966), *Thinking without Language: Psychological Implications of Deafness*, Free Press, NEW YORK.
- ¹⁴ LEYBAERT J., & VAN CUTSEM M.N., (2002), Counting in sign language, *Journal of Experimental Child Psychology*, 81, 482-501.
- ¹⁵ BELLUGI U., O'GRADY L., LILLO-MARTIN D., O'GRADY M., VAN HOECK K. & CORINA D., (1989), "Enhancement of Spatial Cognition in Hearing and Deaf Children", in VOLTERRA V. & HERTING C., *From Gesture to Language in Hearing Children*, Springer Verlag, NEW YORK.
- ¹⁶ BURLOUD, (1948), *Cours de philosophie ; psychologie*, HACHETTE, PARIS.
- ¹⁷ BARTH B. M., (1987), *L'apprentissage de l'abstraction*, RETZ, PARIS.
- ¹⁸ BRUNER J.S., GOODNOW J.J. & AUSTIN G.A., (1956), *A study of thinking*, Wiley and sons, NEW YORK.
- ¹⁹ BIDEAUD J., LEHALLE H. & VILETTE B., (2004), *La conquête du nombre et ses chemins chez l'enfant*, Presses Universitaires du Septentrion, VILLENEUVE D'ASCQ
- ²⁰ BYRNES J.P. & WASIK B.A., (1991), Role of procedural knowledge in mathematical procedure learning, *Developmental Psychology*, 27, 777-786.
- ²¹ RITTLE-JOHNSON B. & SIEGLER R.S., (1998), The relation between conceptual and procedural knowledge in learning mathematics: A review. In DONLAN C., *The Development of Mathematical Skills*, Psychology Press, HOVE.
- ²² MELJAC C. & CHARRON C., (2002), « Une approche constructiviste des remédiations » in
- ²³ GUERITTE-HESS B., « Analyse des difficultés d'organisation de la pensée », in BILLARD C. & TOUZIN M., *Troubles spécifiques des apprentissages – L'état des connaissances – Livret Calcul*, PARIS, SIGNES EDITIONS
- ²⁴ BACQUET M., (1996), *Les maths sans problèmes*, CALMANN-LEVY, PARIS
- ²⁵ JONNAERT P., (2002), « Une contextualisation des apprentissages mathématiques », in BIDEAUD J. & LEHALLE H., *Le développement des activités numériques chez l'enfant*, PARIS, HERMES SCIENCES, Collection TRAITE DES SCIENCES COGNITIVES
- ²⁶ CALVARIN S., (2003), « Jeux et exercices de rééducation logique », *Glossa*, n°83, pp 34-41

Dans ce mémoire, nous avons voulu étudier la construction de la numération et l'accès au concept mathématique chez l'enfant, d'abord d'un point de vue théorique en nous référant aux travaux issus de la psychologie cognitive, mais aussi de la neuropsychologie, et en recherchant les liens entre langage et développement cognitif, puis d'un point de vue clinique en observant plusieurs enfants suivis en rééducation orthophonique pour des difficultés dans le domaine logico-mathématique, et présentant pour certains des troubles associés telles que les troubles du langage oral ou écrit, des troubles attentionnels, praxiques, ou encore une déficience auditive ou motrice.

Ces observations ont conduit à l'élaboration, la fabrication puis l'utilisation d'un jeu de cartes fonctionnant sur un principe d'association des différentes représentations des nombres et permettant un travail sur les composantes visuelles, langagières et conceptuelles de la numération.

Mots Clés :

- Numération
- Enfant
- Surdité
- Langage
- Jeu
- Conceptualisation