

Université de Nantes

Unité de Formation et de Recherche – « Médecine et Techniques Médicales »

Année universitaire 2013-2014

Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Capacité d'Orthophonie

**CRÉATION D'UN PROGRAMME
D'ENTRAÎNEMENT À LA MAISON
EXERCANT LA MISE EN PLACE DES
STRATÉGIES DE CALCUL, VIA UNE
APPLICATION POUR TABLETTE TACTILE :
*étude de cas de deux enfants de CE2 et cinq enfants de CM1***

Présenté par

Marie Bunel (11/02/1990)

Maxime Bizot (03/02/1990)

Directrice de mémoire : Mme Suzanne Calvarin (orthophoniste chargée de cours au centre de formation d'orthophonie de Nantes)

Présidente du Jury : Mme Patricia Gabriel (orthophoniste chargée de cours au centre de formation d'orthophonie de Nantes)

Membre du jury : Mme Stéphanie Duigou (orthophoniste)

« Par délibération du Conseil en date du 7 mars 1962, la Faculté a arrêté que les opinions émises dans les dissertations que lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation. »

Remerciements

Nous tenons à remercier

Mme Calvarin, notre directrice de mémoire, pour sa réactivité et ses précieux conseils.

Mme Gabriel, notre présidente de jury pour son implication.

Mme Duigou, troisième membre du jury, pour ses conseils et son aide dans la création de ce protocole.

Anne Lafay pour son aide précieuse.

Tous les orthophonistes qui ont répondu au questionnaire en ligne ou qui l'ont relayé.

Lydie d'ortho'n'co pour sa publicité et ses encouragements.

Léo, Camille, Marion, Océane, Estelle, Julie, Eva et leur famille qui ont participé à ce protocole, sans qui la recherche n'aurait pas pu aboutir.

Aux orthophonistes qui nous ont permis d'entrer en contact avec ces enfants et leur famille.

Arnaud Bunel sans qui l'application n'aurait jamais vu le jour, pour tout le développement informatique et son énorme investissement.

Toutes les personnes ayant testé l'application.

Remerciements de Marie :

Je tiens à remercier mes parents de m'avoir toujours poussée et encouragée durant toute ma scolarité et toute ma vie.

Je remercie mes maîtres de stages (Stéphanie, Martine, Isabelle, Morgane, Catherine, Claude, Suzette) pour leur écoute et leur expérience dont ils m'ont fait profiter.

Je remercie également les membres des équipes du CMPP Paul Sérusier de Morlaix et du centre de rééducation fonctionnel de Quimper pour leur accueil chaleureux.

Je remercie mes ami(e)s d'avoir été présents avant, pendant et j'espère après, ces 4 années d'études qui ont été formidables.

La BU de Brest pour son service de prêt entre bibliothèques gratuit et très efficace.

Merci à toi cher Binôme, de m'avoir soutenue et encouragée dans les moments de stress, nous avons formé une belle équipe. Merci également pour tes talents de dessinateur.

Merci à mon grand frère de s'être investi dans ce projet qui m'ouvrira la porte de la vie professionnelle.

Et enfin merci à mon fiancé Emmanuel, sans qui j'aurais peut-être abandonné depuis la prépa. Tu m'as soutenue toutes ces années, tu as supporté mes sautes d'humeur, assuré l'intendance et partagé avec moi les moments de joie. Merci encore pour tout ça et vivement la suite ...

Remerciements de Maxime :

Merci à mes maîtres de stage de ces quatre années auprès de qui j'ai appris beaucoup de choses.

Spécialement à mes maîtres de stage de 4e année (Mathieu, Audrey, Stéphanie et Pascale).

Merci à mon maître jedi qui était toujours à l'écoute pour me rassurer et m'encourager.

Merci à toi, Marie, notre binôme a très bien fonctionné. Merci de m'avoir embarqué dans cette belle aventure. MBappli survivra à ce mémoire ! :)

Merci à ma mère pour ses relectures attentives.

Merci à ma chère et tendre de m'avoir supporté durant cette année.

Merci à Google d'avoir inventé Google Drive.

Merci à mon ordinateur de ne pas être tombé en panne.

Table des matières

Introduction	9
I. Le calcul	12
A. Développement du calcul chez l'enfant	13
1. Les différents modèles théoriques	13
2. Bébés numériques - Les prémices du nombre	17
3. Le subitizing et l'estimation	18
4. Le dénombrement	18
5. Le transcodage	20
6. Les stratégies de calcul	21
7. Les opérations	27
B. Les troubles du calcul, dyscalculie et innumérisme	31
1. Troubles du calcul	31
2. Dyscalculie	33
3. L'innumérisme	36
C. L'évaluation et la rééducation des troubles du calcul	38
1. Les différentes batteries de test	38
2. La rééducation du calcul en orthophonie	41
II. La tablette tactile	43
A. Les tablettes en chiffres	43
1. Généralités sur les tablettes	43
2. Les utilisateurs français de tablette tactile	45
3. Les enfants et les tablettes tactiles	46
B. L'utilisation de la tablette tactile dans l'éducation	47
1. Opinion des français pour une utilisation des tablettes tactiles à l'école	47
2. Les tablettes tactiles dans l'éducation dans le monde	48
3. Les tablettes tactiles dans l'éducation en France	49
C. L'utilisation de la tablette tactile en orthophonie	51
1. Avantages et inconvénients des tablettes tactiles en orthophonie	52

2.	L'utilisation des tablettes dans le handicap : exemple de l'autisme.....	53
3.	Étude de l'intérêt de la tablette tactile pour des enfants dyslexiques	54
D.	Intérêt des orthophonistes pour les tablettes numériques.....	55
1.	Présentation du questionnaire	55
2.	Présentation des résultats	57
III.	L'entraînement intensif	69
A.	Effets de l'entraînement intensif.....	69
1.	Différentes études existantes.....	69
2.	La plasticité cérébrale	72
B.	L'entraînement à la maison.....	74
1.	L'autonomie	74
2.	Implication de la famille	76
3.	Le travail hors la classe.....	76
I.	Problématique	81
II.	Hypothèses	82
A.	Hypothèse générale.....	82
B.	Hypothèse opérationnelle.....	82
I.	Méthodologie	84
II.	Population	85
A.	Critères d'inclusion.....	85
B.	Critère d'exclusion	85
C.	Les enfants retenus	85
III.	Programme d'entraînement	88
A.	Programme.....	88
B.	Exercices	89
1.	Les stratégies travaillées	89
2.	Les techniques utilisées.....	94
3.	Les exercices	97
4.	Didacticiel.....	97
C.	Application.....	101
1.	Généralités	101
2.	Architecture de l'application.....	102
3.	Design et histoire	109

4. L'évaluation	110
5. Suivi de l'activité : accès administrateurs.....	112
D. Méthode	115
1. Bilan pré-protocole et présentation du protocole.....	115
2. Test de l'application auprès de trois adultes et une enfant de CM1	125
3. Entraînement de 5 semaines.....	125
4. Bilan post-protocole et recueil des impressions.....	127
IV. Analyse des résultats	129
A. Étude de cas : Océane	129
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole	129
2. Analyse de l'entraînement	133
3. Discussion	135
B. Étude de cas : Julie.....	136
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole	136
2. Analyse de l'entraînement	138
3. Discussion	141
C. Étude de cas : Estelle	142
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole	142
2. Analyse de l'entraînement	145
3. Discussion	146
D. Étude de cas : Marion	147
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole	148
2. Analyse de l'entraînement	150
3. Discussion	152
E. Étude de cas : Camille.....	152
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole	153
2. Analyse de l'entraînement	155
3. Discussion	156
F. Étude de cas : Éva	157
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole	158
2. Analyse de l'entraînement	160
3. Discussion	162
G. Étude de cas : Léo.....	163

1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole	164
2. Analyse de l'entraînement	166
3. Discussion	168
H. Confrontation des résultats des 7 enfants	169
1. Entraînement	169
2. Bilan pré-protocole et post-protocole	174
3. Synthèse des questionnaires.....	176
V. Discussion	178
Comparaison des résultats des 7 enfants	178
1. Paramètres de l'entraînement.....	178
2. Paramètres de l'application.....	180
3. Déroulement de l'entraînement : l'importance des parents	181
4. Stress et manque de confiance des enfants	181
5. Évaluation de la compréhension	183
Conclusion	187
Bibliographie	189
Tables des annexes	199
ANNEXE 2 : planche de BD de début de protocole	216
ANNEXE 3 : planche de BD de fin de protocole.....	217
ANNEXE 4 : Demande d'accord parental	218
ANNEXE 5 : Mail début protocole	219
ANNEXE 6 : Fichier aide.....	220
ANNEXE 7 : Mail fin protocole.....	223
ANNEXE 8 : Questionnaire Enfant.....	224
ANNEXE 9 : Questionnaire Parents	226
ANNEXE 10 : Synthèse des Questionnaires Enfant	229
ANNEXE 11 : Synthèse des Questionnaires Parents	231
ANNEXE 12 : Tableau des résultats de l'entraînement	236

Introduction

« Les mathématiques comptent parmi les créations les plus complexes et les plus productives de l'esprit humain. »

(Van Hout A., 2005, p.1).

Lire l'heure, compter le nombre d'assiettes, calculer l'appoint pour un ticket de bus, découper une tarte... sont autant d'activités nécessitant les nombres et le calcul.

Le calcul fait partie intégrante de notre vie quotidienne et pourtant les mathématiques font l'objet d'un long apprentissage scolaire, plus ou moins facile selon les enfants. Certains présentent de véritables difficultés dans ce domaine. Le calcul mental est souvent la bête noire de ces élèves qui peinent en mathématiques.

De plus, on s'aperçoit que les enfants qui présentent des troubles du calcul utilisent des stratégies très coûteuses cognitivement en comparaison avec des enfants du même âge sans troubles (Ostad, 1997).

Ces difficultés pouvant entraîner un dégoût des mathématiques et des apprentissages au sens large, l'orthophoniste doit permettre à ces enfants de retrouver goût pour le calcul et les mathématiques. Cela passe par une rééducation ludique et par une approche différente du nombre et du calcul.

La tablette tactile est un outil technologique en plein essor. Les professionnels de santé dont les orthophonistes s'en servent de plus en plus. Malheureusement nous avons constaté un manque d'applications spécialement consacrées à l'orthophonie.

Nous avons voulu répondre à ce besoin en nous intéressant à ce nouvel outil de rééducation.

D'autre part, la recherche neurodéveloppementale rapporte les résultats des études sur l'entraînement intensif. Ces études présentent des résultats intéressants notamment en ce qui concerne les effets bénéfiques de l'entraînement pour la plasticité cérébrale. Nous avons souhaité explorer ce domaine.

Nous pouvons donc nous demander si l'entraînement à la mise en place des stratégies de calcul, à la maison, via tablette tactile, aide l'enfant atteint de troubles du calcul à acquérir une meilleure compréhension et une meilleure mémorisation des faits arithmétiques.

Nous aborderons dans notre partie théorique le calcul chez l'enfant, avec la construction du nombre, les différents troubles du calcul ainsi que les outils pour les évaluer. Nous présenterons également les tablettes tactiles et leur intérêt pour l'orthophonie puis l'entraînement intensif et son effet sur l'organisation cérébrale.

Nous exposerons ensuite notre problématique et notre hypothèse. Puis nous développerons notre démarche expérimentale en présentant les enfants qui font partie de notre étude, le contenu de l'application que nous avons créée, ainsi que le protocole d'entraînement que nous avons appliqué. Nos résultats seront alors présentés suivis de leur analyse pour valider ou infirmer notre hypothèse et discuter des limites de notre étude.

PARTIE THÉORIQUE

I. Le calcul

Le calcul est l'acte de calculer, il permet de résoudre des opérations et des problèmes arithmétiques pour en connaître le résultat.

Le dictionnaire d'orthophonie (2004) décrit le calcul en ces mots :

« Souvent assimilé à *opération*, le calcul n'est que la phase mécanique, que l'on peut d'ailleurs confier à une calculatrice, qui succède à la phase de décision qu'est l'opération. L'opération est une phase décisionnelle fixant le résultat sous forme d'une écriture entre deux nombres. Le calcul, lui consiste à mettre ce résultat sous une forme aussi réduite que possible, souvent un troisième nombre, en appliquant des règles et en s'aidant des algorithmes spécifiques à chaque calcul. »

Stella Baruk écrit dans son dictionnaire de mathématiques élémentaires que le calcul « est une phase mécanique succédant à la phase de décision qu'est une opération. » (Baruk, 1992, p.175) Elle rajoute que ce calcul peut être effectué par une machine contrairement à l'opération.

Le calcul comporte deux aspects essentiels :

- « choisir et ordonner la séquence des opérations à réaliser pour arriver au résultat recherché (concevoir l'algorithme).
- exécuter ces opérations en obéissant à des règles immuables et précises (appliquer l'algorithme). » (Causse-Mergui & Helayel, 2011, p.102)

Alors que le premier point nécessite un choix et de la réflexion de la part de l'apprenant, le second point demande d'exécuter des règles universelles.

Les règles de calcul peuvent s'apprendre par répétition, comme un exercice de mémorisation. Néanmoins l'enfant doit aussi saisir le sens des opérations et des nombres qu'il manipule. Comme le rappelle Stella Baruk (2003), l'expérimentation des nombres et de la numération doit précéder le calcul, au risque de former des « automaths », qui appliquent des règles apprises par coeur mais ne comprennent pas pourquoi ils le font.

A. Développement du calcul chez l'enfant

1. Les différents modèles théoriques

Différents modèles théoriques de la construction du nombre chez l'enfant coexistent. Nous nous sommes intéressés aux trois modèles prédominants dans la recherche neuropsychologique. En effet, la compréhension des mécanismes impliqués dans le traitement du nombre nous aide à mieux comprendre la construction du nombre chez l'enfant.

1.1 Modèle de McCloskey (McCloskey, Caramazza & Basili, 1985)

McCloskey crée un modèle en 1985 en opposition avec le modèle de Deloche et Seron.

La composante centrale du modèle est que le passage d'un code à l'autre se fait obligatoirement par l'activation d'une représentation sémantique.

Les auteurs distinguent plusieurs composants indépendants :

- un système de compréhension des nombres
- un système de production des nombres
- un système de calcul

Un système de représentation sémantique sert d'intermédiaire aux différents modules pour chaque tâche réalisée.

- Le système de compréhension des nombres :

Chaque module comporte des mécanismes spécifiques et des sous-systèmes.

Le système de compréhension a pour fonction d'encoder le numéral et de transmettre cette information au système sémantique.

Au sein du système de compréhension, les auteurs distinguent les mécanismes affectés à la compréhension des numéraux arabes et les mécanismes affectés à la compréhension des numéraux verbaux.

Le sous-système des numéraux arabes comporte des mécanismes d'accès au lexique interne des nombres et aux règles syntaxiques de formation des nombres.

Le sous-système des numéraux verbaux comprend lui aussi des mécanismes d'accès au lexique et aux règles syntaxiques des nombres. L'accès au lexique comprend des mécanismes

de traitement de la phonologie et des graphèmes.

- Le système de production des nombres :

Ce système dispose des mêmes structures que le système de compréhension. Ces sous-systèmes ont pour fonction de produire une réponse à partir de la représentation sémantique.

- Le système de calcul :

Ce système comprend trois sous-composants :

- un interpréteur des opérateurs : permettant d'encoder et interpréter les symboles arithmétiques
- les faits arithmétiques : correspondant au réseau en mémoire des tables (d'addition ou de multiplication)
- les procédures de calcul : permettant de savoir comment on réalise les opérations (comment on pose une opération, comment on utilise la retenue ...)

- La représentation sémantique abstraite :

C'est la composante centrale du modèle, où les quantités sont représentées de manières formelles, par une représentation positionnelle.

Ce modèle conceptualise les nombres en une succession de puissance de dix.

Soit $3216 = 3 \times 10^3 + 2 \times 10^2 + 1 \times 10^1 + 6 \times 10^0$

Le modèle de McCloskey a fait consensus à son époque. Néanmoins la représentation sémantique est contestée par certains modèles comme celui du triple code de Dehaene (1992).

1.2 Le modèle asémantique de Deloche et Seron (cité par Seron et Lochy, 2005)

Le modèle de Deloche et Seron, développé en 1987, se base sur l'étude de sujets aphasiques, et plus particulièrement sur leurs difficultés au niveau des transcodages.

Selon ces auteurs, le transcodage ne nécessite pas de représentation sémantique intermédiaire. En effet, ils décrivent un modèle « bi-univoque » où chaque notation d'entrée a sa correspondance dans la notation de sortie. Par exemple, pour la forme arabe « 3 », seule la forme verbale « trois » est adéquate, et vice et versa. Le traitement des données a lieu grâce

aux règles de transcodage.

Les auteurs, en analysant les erreurs des sujets aphasiques, ont listé ces règles de transcodages en distinguant un lexique verbal et un système arabe.

Le lexique verbal contient les primitives lexicales :

les unités de « un » à « neuf », les particuliers de « onze » à « seize », les dizaines de « dix » à « quatre-vingt-dix », et les opérateurs « cent », « mille », « million ».

Chaque primitive lexicale est caractérisée par sa classe et la position qu'elle occupe à l'intérieur de celle-ci.

Pour connaître la classe et la position du nombre, il n'est pas nécessaire d'activer un système de représentation sémantique, il suffit de se référer à la morphologie du numéral verbal. Le suffixe renvoie à la classe et le radical à la position.

Ainsi, dans « quarante » par exemple, le suffixe « -ante » indique la classe des dizaines et le radical « quar- » la quatrième position de la classe.

Le système arabe contient dix primitives lexicales : les chiffres de 0 à 9. La règle unique est l'interdiction d'initier un numéral par 0. Il s'agit d'un système positionnel en base 10. Le modèle de Deloche et Seron propose la même décomposition sous forme d'addition de puissance. Par exemple, 2325 peut être développé ainsi: $2 \times 10^3 + 3 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 5 \times 10^0$.

Le numéral arabe est parcouru de droite à gauche dans un premier temps et il est segmenté en groupe de trois (unité, dizaine, centaine). Puis dans un deuxième temps, le nombre est lu de gauche à droite. L'enfant positionne ainsi les opérateurs (mille, million...) lui permettant transcoder le nombre correctement.

1.3 Modèle des triples codes numériques Dehaene et Cohen (cité par George-Poracchia, 2011).

Le modèle de Dehaene et Cohen, développé en 1992, prend sa source dans les capacités proto-numériques (capacités numériques des tous petits). C'est un des modèles théoriques les plus récents qui s'inspire du modèle de Mc Closkey (avec un fonctionnement en modules) et du modèle de Campbell et Clark, (développé en 1988 qui suggère un mécanisme avec différents codes). Le modèle de Dehaene et Cohen est basé sur 2 principes :

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

Les auteurs décrivent donc trois codes responsables du traitement numérique :

- le code visuel arabe : il supervise les tâches de jugement de parité (comparaison) et de calcul écrit. Les régions bilatérales occipito-temporales sont responsables de la gestion de ces tâches.
- Le code verbal auditif : il supervise les tâches de comptage, de dénombrement, de calcul exact et de récupération des faits arithmétiques. L'hémisphère gauche et plus particulièrement les aires classiques du langage sont responsables de la gestion de ces tâches.
- Le code analogique : il supervise les tâches d'estimation, de comparaison de quantités et de calcul approximatif. Les zones pariétales inférieures bilatérales sont responsables de la gestion de ces tâches.

Les trois codes communiquent entre eux, néanmoins chaque code intervient de manière sélective pour la réalisation des tâches à effectuer. De plus chaque module est équipé d'un système de compréhension et de production spécifique.

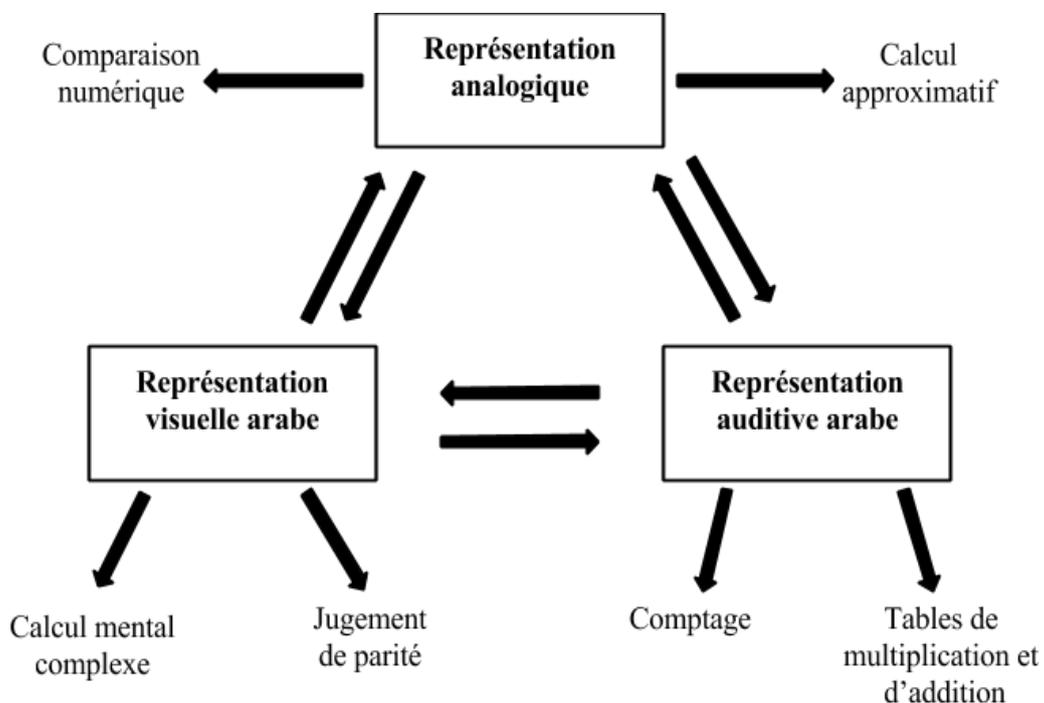


Figure n°1 : Modèle du triple code de Dehaene et Cohen (1992)

Nous avons choisi de nous référer plus particulièrement au modèle du Triple Code de Dehaene et Cohen, qui est plus actuel sur les données de la recherche cognitive.

2. Bébés numériques - Les prémices du nombre

Même si ces travaux ont été controversés, l'approche Piagetienne a fortement contribué à renouveler notre conception des rapports entre l'enfant et le nombre.

La découverte par Piaget d'une intelligence préverbale chez le bébé a ouvert la voie aux études portant sur les compétences numériques précoces chez le nourrisson.

D'après Dehaene (2003), de nombreuses études menées sur des animaux ont montré qu'ils savent estimer des quantités. Ils sont capables d'approximation mais pas de compte exact.

L'homme, à la différence de l'animal, possède la capacité de concevoir des systèmes de symboles. C'est cette capacité qui a permis aux Hommes d'inventer les symboles du langage mathématique.

Les adultes transmettent leur savoir aux jeunes enfants par la parole. Des chercheurs se sont donc intéressés aux capacités numériques de base du très jeune enfant n'ayant pas encore la parole.

Pour savoir si les enfants sans langage ont une représentation des petites quantités, les chercheurs ont utilisé la méthode du paradigme d'habituation. On mesure le rythme de succion de l'enfant ou le temps de fixation de l'image cible. On habitue le bébé à voir une certaine quantité. L'enfant habitué fixera moins longtemps et sucera moins rapidement sa tétine si la quantité présentée est la même depuis un moment. Lorsqu'on présente une image avec une quantité différente à l'enfant et qu'il s'en rend compte, il va fixer plus longtemps l'image ou accélérer son rythme de succion.

Ces expériences ont démontré que les bébés sont capables de discriminer les petites quantités, 1 par rapport à 2 ou 2 par rapport à 3 mais pas 5 par rapport à 6. Ces compétences précoces des bébés sont les précurseurs du subitizing et de l'estimation, toujours à l'œuvre chez l'adulte.

3. Le subitizing et l'estimation

Des études ont mis en évidence les capacités de discrimination des quantités du bébé.

Un premier système capable de représenter de grandes quantités de façon approximative, c'est l'estimation. Elle permet de savoir à peu près quelle quantité on perçoit. Elle est utilisée pour connaître la quantité d'une collection lors d'une manifestation par exemple. Elle s'applique aux grandes quantités.

Et un deuxième système capable de représenter de petites quantités (inférieure à 3-4 éléments) mais de façon très précise. C'est le subitizing. C'est un processus perceptif rapide et sûr d'appréhension immédiate de la numérosité d'après Kaufman, Lord, Reese & Volkman (cité par Camos, s.d.).

Certaines dispositions spatiales peuvent aider à la reconnaissance rapide de la quantité représentée, ou certaines configurations comme les constellations de dés ou les doigts d'une ou des deux mains.

Le comptage reste la solution la plus précise pour connaître le nombre exact d'objets d'une collection.

Au cours de son développement et de son apprentissage scolaire principalement, le jeune enfant va acquérir la chaîne numérique verbale ainsi que le dénombrement un par un. En associant les mots-nombres aux objets du dénombrement, il fait émerger un nouveau système. Il découvrira le principe de cardinalité et d'ordinalité.

4. Le dénombrement

À partir d'un certain nombre d'éléments à compter de manière exacte, l'enfant doit connaître la chaîne des mots-nombres et procéder à une correspondance terme à terme des éléments. C'est ce qu'on appelle le dénombrement.

Gelman a décrit les 5 principes universels du dénombrement :

- le principe de mise en correspondance terme à terme : chaque élément est mis en relation avec une et une seule étiquette.
- le principe d'ordre stable : les étiquettes constituent une suite fixe.

- le principe de cardinalité : la cardinalité d'une collection est obtenue par la dernière étiquette formulée.
- le principe d'abstraction : l'hétérogénéité des éléments d'une collection n'a aucun impact sur leur dénombrement.
- le principe de non pertinence de l'ordre : l'amorce du comptage à un endroit ou un autre de la collection n'a pas d'incidence sur la numérosité.

Beckwith et Restle (cités par Pesenti & Rousselle, 2005) rappellent que pour avoir un dénombrement correct, il faut que les deux activités de base que sont l'énonciation de la suite conventionnelle des noms des nombres et le pointage, visuel ou verbal, de chaque élément, soient efficaces et coordonnées.

Il peut également persister des difficultés si l'enfant n'arrive pas à différencier les objets déjà comptés et ceux à compter ou si un trouble du langage en amont a empêché l'enfant de mémoriser convenablement la chaîne des mots-nombres.

Néanmoins, l'enfant peut compter même si le langage n'est pas acquis. Le système d'indexage peut être verbal ou non verbal, selon le niveau de l'enfant.

La chaîne numérique verbale

La chaîne numérique verbale est une étape obligatoire dans le développement des habiletés numériques qui conditionnera le bon apprentissage des compétences arithmétiques.

Le développement de la chaîne numérique verbale se déroule en 5 étapes :

Au premier niveau, le niveau chapelet, la suite des mots-nombres est un bloc insécable. L'enfant n'est capable d'utiliser la chaîne numérique qu'en commençant du début. Il lui est alors impossible de commencer la chaîne à un autre mot-nombre que /œ/, ni donner le nombre précédent ou suivant.

C'est le stade de la comptine numérique. Il ne connaît les mots-nombres que comme une petite comptine. Cette étape dure jusqu'à 3 ans et demi environ.

Au niveau de la chaîne insécable, les mots-nombres s'individualisent. L'enfant ne perçoit plus la chaîne comme une suite continue de sons mais comme une suite de mots-nombres différenciés. Il peut alors réaliser de la correspondance terme à terme ou encore effectuer des additions sur de petites quantités ou compter « jusqu'à » ou « combien de... » Toutefois il ne peut commencer à compter à partir d'un chiffre au hasard.

Au niveau de la chaîne sécable, vers 5-6 ans, l'enfant peut compter à partir d'un mot-nombre donné et compter d'un mot-nombre à un autre mot-nombre à l'endroit et à rebours. Il peut donner le nombre juste avant ou juste après alors qu'au niveau précédent il ne le donnait que très difficilement.

Au niveau de la chaîne terminale, les mots-nombres prennent tout leur sens numérique. C'est le niveau expert. L'enfant peut alors effectuer des opérations sur cette chaîne. Il peut compter d'un nombre à un autre pour dire combien il y a entre. Mais la réalisation à rebours reste difficile.

Pesenti & Rousselle (2005), rajoutent un dernier niveau, celui de la chaîne bidirectionnelle, l'enfant maîtrise totalement la chaîne dans les deux sens.

Pour apprendre la suite des mots-nombres, l'enfant doit connaître par cœur les 16 premiers mots-nombres de la langue française, car ils sont irréguliers. La construction des nombres suivants se fait selon des règles bien établies. Il n'est donc plus nécessaire d'apprendre par cœur ces mots-nombres, puisqu'il suffit de les construire grâce aux règles.

Néanmoins, on observe des erreurs normales lors de l'apprentissage des nombres, par généralisation d'une règle. Ces erreurs normales sont des étapes qui nous renseignent sur le niveau qu'a atteint l'enfant. Il faut les différencier des erreurs pathologiques qui ne traduisent plus un apprentissage mais une réelle difficulté.

5. Le transcodage

Le transcodage numérique consiste en la traduction d'un code en un autre code.

Cet apprentissage s'étale entre 5 et 9 ans.

On compte 4 codes :

- Le code verbal oral. C'est le premier auquel l'enfant est confronté. Il est basé sur des mots-nombres qui font référence à une quantité. Il existe plusieurs catégories que sont les unités (de « un » à « neuf »), les particuliers (de « onze » à « seize »), des dizaines (« dix » à « soixante »), des multiplicateurs (« cent », « mille », « millions »...) et du « zéro ». Ces mots-nombres se combinent selon des règles strictes pour former une infinité de nombres.
- Le code verbal écrit. C'est la trace écrite du code verbal oral. Il obéit aux mêmes règles et utilise le même vocabulaire.
- Le code arabe (ou digital) est un système de numération positionnelle de base 10. C'est à

dire qu'il est composé des 10 chiffres de 0 à 9 qui prennent une certaine valeur en fonction de la position qu'ils occupent dans le nombre. Ainsi le 3 n'a pas la même signification dans 23 et dans 32. Dans le premier il signifie « trois » alors que dans le second il signifie « trente ».

- Le code analogique est la représentation des nombres sous forme de constellations organisées ou représentés sur les doigts. Ce code donne tout de suite accès à la quantité contrairement aux trois autres codes. Trois doigts levés représentent trois objets visibles (un objet = un doigt) alors que quand on lit « 3 » ou « trois » ou bien qu'on entend /tʁwa/, il faut connaître, et comprendre, le code pour donner du sens à ce signifiant et accéder au signifié.

« Les difficultés de transcodage semblent davantage liées à la non-maîtrise du code chiffré (tant à la source qu'à la sortie) plutôt qu'à celle du code verbal oral. » (Noël, 2005, p. 119).

6. Les stratégies de calcul

Pour résoudre des opérations et des situations nouvelles, l'enfant doit mettre en place des stratégies. Ces stratégies vont s'automatiser à force d'entraînement.

Il existe de nombreux modèles théoriques récents pour expliquer le développement cognitif de l'enfant. Cependant, nous allons nous intéresser plus particulièrement au modèle de Siegler (2010).

Siegler s'est penché sur la manière dont les enfants pensent, réfléchissent et élaborent de nouvelles stratégies. Les stratégies interviennent dans n'importe quel domaine (scolaire : français, mathématiques, mais aussi dans la vie de tous les jours : jouer à un jeu, conduire un vélo ...). Nous nous intéresserons aux théories développées sur les stratégies en mathématiques.

À un moment T, plusieurs façons de penser (stratégie) coexistent chez un enfant. Selon Siegler « les stratégies sont des procédures destinées à atteindre certains buts. » (Siegler, 2010, p. 108).

Ces stratégies sont en compétition entre elles. Plus l'enfant évolue dans le temps et donc acquiert de l'expérience, plus les stratégies les plus efficaces vont prendre la place des moins efficaces.

6.1 Le répertoire stratégique

En s'inspirant des travaux de Siegler, Alain Ménessier (2007) a établi un répertoire des différentes stratégies utilisées par l'enfant (et même l'adulte) pour résoudre une opération.

Il distingue ainsi « cinq grands types de stratégies pour réaliser une addition :

- compter des objets
- compter sur les doigts
- compter verbalement (sans support concret)
- calculer par décomposition à partir des faits arithmétiques dérivés
- récupérer directement la solution stockées en mémoire à long terme. » (Ménessier, 2007, p.12)

On peut ajouter des stratégies qui n'ont pas été répertoriées :

La décomposition additive, qui consiste à segmenter un des termes à additionner dans une addition avec de grands nombres. « L'enfant utilise ici ses connaissances déclaratives en décomposant un, voire les deux termes du calcul par analogie avec un ou plusieurs faits arithmétiques connus. » (Ménessier, 2007, p.16).

Cela afin de calculer en plusieurs étapes pour simplifier le calcul. Par exemple pour $153+87$ on peut décomposer 87 en $7+40+40$ de sorte qu'on obtient $153+7+40+40 = 160+40+40 = 200+40 = 240$.

Une autre stratégie concerne l'ordre dans lequel l'enfant calcule le résultat d'une addition :

Dans un premier temps, à partir d'un calcul donné, par exemple $4+8$, l'enfant résout l'opération dans l'ordre d'apparition même si cela représente un calcul plus long à réaliser (4-5-6-7-8-9-10-11-12). Il ne perçoit pas encore la commutativité de l'opération.

Plus tard quand il aura compris que $4+8 = 8+4$, il choisira le plus grand des nombres auquel il ajoutera le plus petit quel que soit leur ordre d'apparition. Il réduit ainsi le risque d'erreur et accélère le calcul.

Les stratégies que l'enfant utilise vont changer au cours de son évolution, en lien avec les situations rencontrées et le bénéfice qu'il tire des stratégies choisies.

L'enfant utilise une diversité de stratégies. Et il fait des choix adaptés parmi ces différentes stratégies. Il utilise la récupération en mémoire à long terme de faits arithmétiques, qui est la

stratégie la plus rapide. Par exemple, les tables d'addition et de multiplication font partie des faits arithmétiques. Il utilise cette stratégie en priorité avec des opérations simples car elle permet d'obtenir une performance précise.

Par exemple, pour le calcul $10+10$, l'enfant récupérera plus facilement le résultat en mémoire plutôt qu'en comptant, car c'est un double vite appris et su par les enfants.

En revanche, il a recours à des stratégies plus coûteuses et plus consommatrices en temps pour des opérations plus difficiles, comme des additions à trois chiffres ou des multiplications à deux chiffres. Ceci afin de conserver une performance précise (Siegler, 1986, cité par Siegler, 2010).

L'enfant a tendance à utiliser une même stratégie plus souvent sur des opérations pour lesquelles elle fonctionne particulièrement bien comparativement à des approches alternatives. Il s'habitue à une stratégie.

Les changements sont progressifs, il utilise de plus en plus les stratégies les plus efficaces, comme la récupération et a de moins en moins recours aux stratégies les moins efficaces, comme deviner et compter un par un. De plus, les stratégies évoluent avec l'âge au fur et à mesure que l'enfant dispose d'un stock de faits arithmétiques élémentaires. Cette évolution est plus ou moins rapide en fonction de l'enfant.

6.2 L'acquisition des stratégies

On peut se demander comment les nouvelles stratégies sont acquises. Parfois, la nouvelle stratégie est enseignée ou encore, ils imitent une autre personne qui l'utilise. Cependant, le cas le plus bénéfique pour l'enfant et pour le chercheur est la découverte spontanée de stratégie. Cela permet à l'enfant, d'améliorer sa vitesse de calcul et sa précision, et au chercheur d'observer comment l'enfant fonctionne cognitivement.

Cette découverte est possible et aisée chez l'enfant tout venant. Mais concernant les enfants que nous rencontrons lors des séances d'orthophonie, cette mise en place spontanée de nouvelles stratégies est beaucoup moins évidente. C'est pourquoi, nous sommes amenés à induire ces nouvelles stratégies auprès de ces enfants, sans pour autant leur expliquer la démarche à suivre sans réflexion de leur part. L'objectif étant qu'ils se les approprient, et les généralisent.

6.3 L'exécution stratégique

Posséder une stratégie n'est pas suffisant, l'enfant doit être renseigné sur le degré de rapidité et le niveau de précision de la stratégie, c'est grâce à cela qu'il pourra sélectionner celles qui seront les moins coûteuses en charge cognitive. L'enfant s'améliore dans l'exécution de ces stratégies grâce à l'automatisation, quand une même stratégie est réitérée de très nombreuses fois de façon efficace.

Il choisit sa stratégie dans le but d'avoir un accès le plus rapide et plus précis possible au résultat. Pour une opération déjà rencontrée et jugée facile pour l'enfant, il va récupérer l'information en mémoire à long terme. Pour les opérations difficiles, l'enfant va choisir une stratégie avec aide externe plus adaptée.

Selon ce modèle, lorsque l'enfant utilise une stratégie, elle lui fournit des informations sur la vitesse et la précision avec lesquelles il trouve le résultat de l'opération. Ces informations permettent à l'enfant d'affiner ses choix futurs de stratégie à adopter en fonction des différentes opérations.

De plus, plus l'enfant progresse dans la maîtrise de ces stratégies, plus il se rend compte que la meilleure des stratégies qu'il utilise ne l'est peut-être pas pour une opération particulière. L'enfant devient de plus en plus flexible.

Ce modèle explique comment les enfants font le choix entre des stratégies au moment de résoudre l'opération, et permet un choix délibéré sur les meilleures stratégies à choisir pour les opérations futures.

6.4 La sélection stratégique

C'est en fonction du problème (opération) posé que l'enfant sélectionne la stratégie qu'il va mettre en place.

Selon Ménissier (2007), les choix stratégiques seraient ainsi influencés par deux types de variables : les facteurs intrinsèques et les facteurs extrinsèques.

Les facteurs intrinsèques sont propres au problème. Cela peut être la grandeur des nombres employés, l'écart entre ces nombres, la place du plus grand opérande dans l'opération...

Les facteurs extrinsèques correspondent aux caractéristiques de la situation-problème. A savoir si l'enfant a un temps imparti pour répondre et ce dont il dispose pour calculer (ses

doigts, une feuille de papier ou si c'est du calcul mental).

Siegler et Shipley (cité par Siegler, 2010) ont proposé un modèle pour expliquer la façon dont les enfants choisissent une stratégie à utiliser ou la récupération en mémoire à long terme.

Le modèle fait interagir deux aspects : une représentation des connaissances de l'enfant pour chaque opération, et un processus permettant le choix de la stratégie adaptée par l'enfant.

La représentation se fait sous forme de graphique, avec en ordonnée « la force associative », et en abscisse les réponses potentielles à l'opération.

La force associative exprimée en pourcentage, correspond à la fréquence d'association d'une opération avec un résultat donné.

Par exemple (voir figure n°2), pour l'opération « $2+1$ » la force associative pour la réponse « 3 » est de « .8 », soit 80% des réponses données pour cette opération. Ainsi 80% des réponses à la question « Sans compter, combien font $2+1$? » ont été « 3 ».

Pour une autre opération, « $3+4$ », la force associative est de « .22 » soit 22% pour la réponse « 5 » et de .3 (30%) pour la réponse « 7 ». Ici deux réponses sont données principalement par les enfants : 5 et 7.

La première figure, pour l'opération « $2+1$ », a une forme de type « distribution en pic » car une seule réponse est largement majoritaire.

La seconde figure, pour l'opération « $3+4$ » présente une forme de type « distribution plate » car il n'y a pas une seule réponse qui prédomine, mais plusieurs réponses (« 5 », « 6 » et « 7 ») qui ont des forces associatives proches (22%, 12% et 30%).

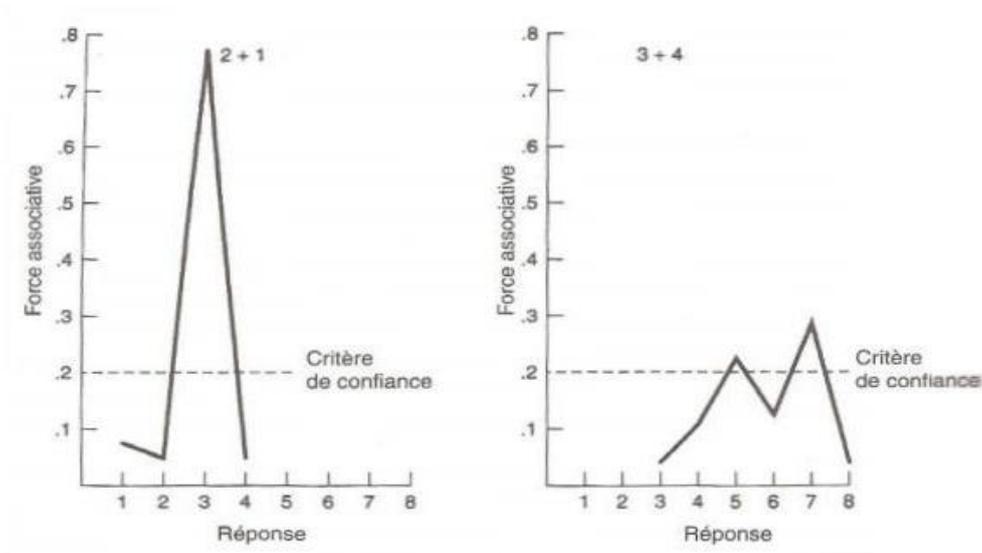


Figure n °2 : une distribution en pic (à gauche) et plate (à droite) d'après Siegler (2010)

Afin de permettre à l'enfant de choisir la stratégie adaptée face à une opération, il doit établir un critère de confiance, qui est un indice sur la confiance que s'accorde l'enfant. Ce critère est le seuil qui doit être dépassé par la force associative d'une réponse récupérée pour que la réponse soit formulée.

Concrètement, si l'enfant se fixe un critère de confiance de 2 pour l'opération $2+1$, il aura besoin de rencontrer, 2 fois le calcul $2+1$ avec sa réponse « 3 ». Ainsi il pourra donner « 3 » comme réponse à ce calcul, en jugeant cette réponse exacte, sans vérifier s'il s'agit de la bonne réponse.

Une fois que l'enfant a défini son critère de confiance, il récupère en mémoire une réponse. Si la force associative de la réponse récupérée dépasse le critère de confiance, alors l'enfant formule la réponse.

Si elle ne le dépasse pas, soit l'enfant récupère une autre réponse. Soit il vérifie la fiabilité de sa proposition, à l'aide d'un support externe présentant la bonne réponse. Soit il utilise une stratégie avec aide externe pour résoudre l'opération. C'est à dire qu'il repasse par le comptage par exemple.

Il existe des variations interindividuelles concernant l'exigence du critère de confiance et la distributivité des réponses à une même opération. Un enfant perfectionniste ou peu confiant, aura un critère de confiance plus haut et plus souvent des distributions de type « distribution plate ». Tandis qu'un enfant qui a plus de connaissances et qui a confiance en elles, aura un critère de confiance plus bas et plus souvent des distributions de type « distribution en pic ».

Toutes ces stratégies, et la façon dont l'enfant les choisit et les met en place nous informent sur le niveau qu'il atteint dans son développement cognitif. Nous tenons à rappeler que pour les enfants ayant besoin d'orthophonie, cela est plus laborieux et difficile mais cela ne reflète pas forcément un niveau d'intelligence moins bon.

Les différentes stratégies que nous avons évoquées s'appliquent aux opérations que nous allons aborder maintenant.

7. Les opérations

Pour réaliser une opération et la résoudre, l'enfant doit analyser la situation qui se présente à lui grâce à des connaissances conceptuelles. Ces connaissances lui permettent de décider de la stratégie à mettre en oeuvre. Ces stratégies s'appuient sur des faits arithmétiques récupérés en mémoire (comme le fait que $2+2=4$) et sur des procédures qui correspondent à une suite d'étapes à appliquer en suivant des règles et un ordre précis. (Fayol, 2012)

Stella Baruk (2003) décrit l'opération comme prendre la décision à partir de deux nombres d'en constituer un troisième et de mettre cette décision à exécution.

Elle explique qu'effectuer un calcul n'est pas « faire une opération ». Il faut distinguer l'opération de ses techniques calculatoires. Ainsi une opération prend la forme $a+b$.

Avant de pouvoir opérer sur les nombres, l'enfant doit avoir acquis le concept de nombre. Il faut pour cela que l'enfant puisse détacher le nombre de l'objet qu'il désigne, se détacher de tout effet perceptif. Ainsi 5 souris et 5 éléphants représentent bien le même nombre. Il n'y a pas plus d'éléphants parce que c'est un plus gros animal.

De plus, afin d'opérer sur les nombres, il lui faut également acquérir l'inclusion. Il doit comprendre que le nombre x est compris dans le nombre $x+1$ et pas dans le nombre $x-1$. Une

fois cette chaîne numérique stable, l'enfant pourra s'y référer pour réaliser des additions et des soustractions.

Michel Fayol écrit que « les opérations arithmétiques consistent à manipuler des symboles en respectant des règles plutôt que de réaliser des transformations sur les quantités concrètes associées à ces symboles » (Fayol 2012, p.73)

L'enfant doit ainsi découvrir que la manipulation symbolique aboutit au même résultat que celui auquel aurait abouti une manipulation d'entités concrètes. Ainsi $12+3=15$ revient à dire que si on avait additionné 12 pommes à 3 autres pommes, on en aurait eu 15.

L'enfant au cours de son apprentissage scolaire, rencontrera 4 opérations : l'addition, la multiplication, la soustraction et la division.

7.1 L'addition

L'addition est l'opération la plus naturelle. Elle va dans le sens du dénombrement. C'est la première des deux opérations directes.

Stella Baruk (2003) met en opposition deux termes qui décrivent le sens du signe « + » :

- Additionner : c'est à dire compter à la suite d'un nombre, un autre nombre.
- Ajouter : ce terme implique une temporalité. On ajoute un second nombre à un premier nombre.

Néanmoins ils amènent tous les deux à une addition.

La technique calculatoire qui se rattache à l'addition est la somme.

L'apprentissage de la résolution de l'addition consiste donc à comprendre ce qu'est une addition, ce qu'est le résultat de cette addition : la somme, et comment obtenir cette somme.

7.2 La multiplication

La multiplication est la seconde opération directe.

Elle est abordée à l'école comme une addition répétée transformée ensuite en multiplication.

Le symbole de la multiplication est « x » qu'on peut lire « fois » ou « multiplié par ». Cette

double lecture met en évidence la commutativité de la multiplication. Soit $a \times b = b \times a$. Ou a fois b est égal à b multiplié par a, et inversement.

7.3 La soustraction

La soustraction est la première des opérations indirectes ou inverses rencontrée à l'école par les enfants.

La différence est que chaque soustraction n'a de sens, en nombres naturels, que s'il existe une addition en miroir.

Ainsi $a+b$ existe quels que soient les nombres a et b.

Mais $a-b$ n'existe que s'il existe un nombre c tel que $a=b+c$

En fonction des unités du calcul, on considère qu'on calcule une différence, un écart ou un reste entre deux valeurs, donc entre deux nombres.

7.4 La division

La division est la seconde des opérations indirectes.

On peut envisager la division comme un partage, une répartition (on distribue un nombre X d'objet entre Y personnes... donc X/Y).

De manière générale, la division est transformée en multiplication dans l'esprit de la personne qui cherche à la résoudre. Elle peut également récupérer en mémoire le résultat d'une table de multiplication. (63/9 sera récupéré grâce à la table de 9)

Mais certaines personnes en font une addition répétée, comme pour la multiplication.

A l'école, la méthode la plus enseignée pour résoudre les divisions est la méthode de la potence.

Il n'y a pas de faits arithmétiques qui passent en mémoire à long terme pour la soustraction et la division contrairement à l'addition et la multiplication dont certains résultats passent très vite en mémoire à long terme.

Les propriétés des opérations

Les opérations obéissent à des propriétés que sont la commutativité et l'associativité :

- La commutativité concerne les opérations au sens direct soit l'addition et la multiplication.

Soit $a+b = b+a$ et $axb = bxa$.

- L'associativité concerne l'addition exclusivement. Pour trois éléments, on a $(a+b)+c = a+(b+c)$. C'est à dire que pour ajouter trois nombres, on peut commencer par ajouter les deux premiers puis le résultat au troisième ou faire l'inverse. Les deux façons de calculer donneront le même résultat.

Les opérations peuvent aussi admettre un élément neutre. C'est un élément qui ne change rien au résultat de l'opération.

Le zéro est l'élément neutre de l'addition et le 1 est l'élément neutre de la multiplication. Pour la soustraction, le zéro placé à droite du signe est un élément neutre, comme le 1 pour la division.

On parle également d'élément symétrique. Pour la multiplication, $1/a$ est un élément symétrique de a tel que $a \times 1/a = 1$. Pour l'addition on observe un élément symétrique pour $a+(-a) = 0$.

La découverte de ces propriétés par l'enfant aura une répercussion directe sur ses activités de calcul.

La compréhension de la commutativité lui permettra dans l'addition d'augmenter sa vitesse de calcul. Car si $4+8 = 8+4$, l'enfant pourra choisir d'ajouter le plus petit nombre au plus grand. Ce qui lui fera gagner du temps et facilitera le calcul, réduisant le coût cognitif de cette addition.

La commutativité de la multiplication lui permettra de sélectionner une table de multiplication qu'il connaît mieux. 48 est généralement mieux connu comme résultat de 6×8 que de 8×6 en raison de la rime. Ainsi il récupérera plus rapidement le résultat s'il se retrouve face à 8×6 et qu'il sait que $8 \times 6 = 6 \times 8$.

L'associativité entraînera un regroupement, dans l'esprit de l'enfant, de termes qui peuvent aller ensemble pour former des faits arithmétiques connus. Comme rassembler deux termes pour créer une dizaine.

Stella Baruk (1992) explique que quelle que soit la longueur de l'opération, calculer revient toujours à associer deux nombres pour en obtenir un troisième.

Ainsi, l'enfant va regrouper, sur la feuille ou dans son esprit, les nombres deux par deux pour définir les étapes les plus simples pour arriver au résultat.

Par exemple dans l'addition $7+5+3$ qu'il doit résoudre, il pourra rapprocher 7 de 3 pour les

additionner en premier tel que $(7+3)+5=10+5$. Il repère ici deux nombres complémentaires qui donnent 10. $10+5$ est ainsi plus facile à calculer que s'il avait pris l'addition dans le sens d'apparition des nombres et calculé $(7+5)+3=12+3$ puis $12+3=15$.

La combinaison de ces deux propriétés entraîne qu'une suite d'additions ou une suite de multiplications peuvent être calculées dans n'importe quel sens sans changer le résultat.

B. Les troubles du calcul, dyscalculie et innumérisme

Dans le cadre des difficultés en calcul, trois termes coexistent : les troubles du calcul, la dyscalculie et l'innumérisme.

1. Troubles du calcul

1.1 Définition

Définition du calcul selon Brissiaud :

« Calculer c'est mettre en relation des quantités, directement à partir de leurs représentations numériques. » (cité par Fischer, 2005, p.88).

Ainsi ni la lecture de l'énoncé ou des nombres ni l'écriture de la réponse ou des opérations ne font partie du calcul en lui-même. Un enfant ayant des difficultés dans ces domaines ne sera donc pas atteint de troubles du calcul. Ce sont alors d'autres troubles qui se répercutent sur l'apprentissage des mathématiques.

Ostad (1997) a mené une étude longitudinale pour comparer l'utilisation des stratégies pour la résolution d'additions chez des enfants tout venants et des enfants ayant des difficultés en mathématiques.

L'étude avait pour objectif d'étudier : le choix entre l'utilisation de stratégies avec aide externe plutôt que la récupération en mémoire, l'utilisation des différentes variantes de stratégies avec aide externe, le nombre de variantes utilisées par élève et les changements de stratégies. Elle s'est déroulée sur une période de deux ans.

Cette étude porte sur 927 élèves venant de deux écoles primaires Norvégiennes.

L'observation reposait sur 3 échantillons :

- groupe I : de la fin du grade 1 à la fin du grade 3 (de la fin du CP à la fin du CE2 en France)
- groupe II : de la fin du grade 3 à la fin du grade 5 (de la fin du CE2 à la fin du CM2)
- groupe III : de la fin du grade 5 à la fin du grade 7 (de la fin du CM2 à la fin de la 5ème)

Chaque échantillon a été réparti en 2 groupes : les enfants n'ayant aucun problème en mathématiques (MN : Mathematically Normal) et les enfants ayant des difficultés en mathématiques (MD : Mathematically Disabled).

Les élèves ont été évalués au début de l'étude qui se déroulait quatre semaines avant la fin de l'année scolaire et à la fin de l'étude, approximativement à la même date 2 ans après le premier test.

L'évaluation consistait en 56 additions simples de type $a+b$, réparties aléatoirement pour proposer 28 opérations au Test 1 et 28 autres opérations au Test 2.

Les enfants disposaient de papier, de crayons et de tiges en plastique (permettant une représentation analogique) pour résoudre les opérations, présentés sur des cartes posés sur une table.

Les enfants ont été interrogés sur la stratégie qu'ils ont utilisée pour répondre à chaque opération.

Les stratégies ont été classées en deux grandes catégories : les stratégies avec aide externe, et la récupération en mémoire.

Les stratégies avec aide externe comprennent différentes variantes comme le comptage sur les doigts, le comptage dans sa tête, le surcomptage, etc.

La récupération en mémoire comprend également des variantes comme la résolution d'une opération par analogie avec des faits arithmétiques connus.

Grâce aux résultats, on observe que les enfants tout venants utilisent de plus en plus la récupération en mémoire et de moins en moins les stratégies avec aide externe tandis que les enfants ayant des difficultés en mathématiques n'utilisent presque pas la récupération en mémoire et conservent les stratégies avec aide externe au fil des années.

On observe également beaucoup moins de variations dans les stratégies chez les enfants en difficulté que chez les enfants tout venant. Les enfants ayant des difficultés en mathématiques ont tendance à utiliser préférentiellement les stratégies les plus primaires, utilisées par les jeunes enfants, si l'on compare avec le développement cognitif normal, et à ne pas en changer.

Les auteurs concluent donc que les enfants tout venants auraient une flexibilité stratégique tandis que les enfants ayant des difficultés mathématiques auraient une rigidité stratégique.

La raison de cette rigidité stratégique n'est pas expliquée ni recherchée dans cette étude, et peut être interprétée de différentes manières selon la théorie défendue par chaque auteur. Néanmoins cette rigidité semble s'inscrire dans le cadre des troubles du calcul. En effet, elle empêche les enfants en difficulté d'avoir un calcul efficace en ne permettant pas d'adapter leur stratégie au problème posé.

1.2 Prévalence

Pour calculer la prévalence de troubles d'apprentissages, Kavale et Forness (cité par Grégoire, 2005), prennent comme critère pathologique un retard d'acquisition de deux années scolaires. Grégoire (2005) retient comme critère un score inférieur de deux écarts-types de la moyenne des sujets du même âge.

Toutefois l'écart de deux ans est difficile à évaluer notamment à cause des redoublements. Quant aux deux écarts-types, ce choix est arbitraire.

« L'écart entre les performances observées et les performances attendues ne peut suffire pour poser un diagnostic de trouble du calcul. Il est essentiel d'évaluer l'ensemble des informations disponibles et d'apprécier le degré de convergence des indices pathologiques. » (Grégoire, 2005, p.338).

2. Dyscalculie

2.1 Définitions

Le Petit Robert décrit la dyscalculie comme un « Trouble dans l'apprentissage du calcul (non lié à des déficiences intellectuelles). » (Dyscalculie, 2009).

La cinquième édition du *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders* (DSM 5) est sortie le 18 mai 2013. Cet ouvrage est l'un des manuels de référence pour le diagnostic des maladies psychiatriques mais également des troubles développementaux et des apprentissages. Dans sa cinquième version, il réactualise la définition des troubles spécifiques des apprentissages dont fait partie la dyscalculie.

Définition des troubles spécifiques d'apprentissage par le DSM 5 :

« Pour considérer qu'une personne souffre de trouble spécifiques d'apprentissage, il faut qu'elle présente les quatre points suivants :

- A. Une difficulté à apprendre et à utiliser les aptitudes académiques, comme indiqué par la présence depuis au moins 6 mois d'au moins un des symptômes suivants:
 - 1. lecture de mots inexacte, lente ou laborieuse
 - 2. difficulté à comprendre la signification de ce qui est lu (même si lu correctement)
 - 3. difficultés d'orthographe (spelling)
 - 4. difficultés dans l'expression écrite (erreurs de ponctuation ou grammaticales, manque de clarté de l'expression des idées)
 - 5. difficulté à maîtriser le sens des nombres, les faits numériques, ou le calcul ¹
 - 6. difficulté dans le raisonnement mathématique ¹
- B. Des compétences actuelles significativement en dessous de ceux attendus pour l'âge, en tenant compte de la langue maternelle, du sexe et du niveau d'éducation. Ces compétences sont évaluées par des tests académiques reconnus, standardisés et adaptés à la langue du patient.
- C. Ces troubles interfèrent avec la réussite scolaire, la performance au travail ou dans la vie quotidienne en l'absence de compensations.
- D. Les difficultés ne sont pas expliquées par une déficience intellectuelle, par un retard global de développement, par des troubles neurologiques sensoriels, ou par des troubles moteurs. (Tissot, s.d.)

¹ Dans le cas de la dyscalculie, seuls les critères 5 et 6 nous intéressent dans la partie A.

La CIM 10 (Classification Internationale des Maladies) parle de « troubles spécifiques des apprentissages » et propose les critères diagnostiques suivants :

- « La note obtenue aux épreuves, administrées individuellement, se situe à au moins deux écarts-types en dessous du niveau escompté, compte tenu de l'âge chronologique et du QI.
- Le trouble a un retentissement important sur les résultats scolaires ou dans la vie quotidienne.
- Le trouble ne résulte pas directement d'un déficit sensoriel.
- La scolarisation est normale.
- Le QI est supérieur ou égal à 70. Le QI est évalué entre 6 et 16 ans par le WISC IV (Wechsler, 2005). » (INSERM, 2007a, p.160).

La CIM 10 définit plus précisément les « troubles spécifiques de l'acquisition de l'arithmétique » et en donne les critères diagnostics :

- « Les aptitudes arithmétiques sont nettement en dessous du niveau des enfants d'une même classe d'âge (situés à au moins deux écarts-types), évalués selon des tests standardisés et en tenant compte du niveau intellectuel et d'un enseignement normal.
- Les notes obtenues en compréhension de la lecture et en orthographe se situent dans les limites de la normale (plus ou moins deux écarts-types par rapport à la moyenne).
- L'absence d'antécédent de difficultés significatives en lecture ou en orthographe. » (INSERM, 2007a, p.164).

2.2 Prévalence

Il n'existe pas de chiffre de la prévalence des dyscalculies ou des troubles du calcul qui fasse consensus. Ceci en raison de la difficulté de définir la dyscalculie et en raison des critères retenus par les différents chercheurs pour mesurer cette prévalence. Néanmoins la plupart des études situent une prévalence entre 1.3 et 6.4%.

L'étude de Lewis, Hitch & Walker (cité par Fischer, 2012) trouve un taux de 1.3% d'élèves ayant des difficultés seulement en arithmétique.

Badian (cité par INSERM, 2007b) a mesuré un taux de 3.6% d'enfants présentant des difficultés exclusivement en mathématiques sur un échantillon de près de 1500 enfants âgés de 7 à 14 ans.

Kosc (cité par INSERM, 2007b) trouve une prévalence de 6.4% d'enfants ayant des difficultés numériques sur un échantillon plus restreint de 375 enfants âgés de 10 à 12 ans.

Le sexe ratio est autour de 1. La dyscalculie touche autant les hommes que les femmes.

La prévalence de la dyscalculie serait semblable à celle de la dyslexie. Pourtant Fischer (2005) conteste ce chiffre de 6% de prévalence. Il propose des critères de dyscalculie « potentielle » que sont : avoir des difficultés en calcul (critère d'inclusion) et ne pas avoir de difficultés, ou pas autant, dans d'autres domaines (critère d'exclusion).

Il a analysé les évaluations nationales des classes de CE2 à celles de 6e de 2001 à 2004. Il a pris comme critère d'inclusion un score inférieur à 1.645 écart-type au score moyen de la population parente aux épreuves de mathématiques de ces évaluations. Le choix de définir la limite à -1.645 écart-type entraîne une surestimation des pourcentages par rapport au seuil de -2 écarts-types couramment accepté. Le critère d'exclusion était un score aux évaluations de français significativement supérieur au score en mathématiques. Il a obtenu une prévalence de 1.5% et même 1% s'il ne prend pas en compte les élèves également en difficulté dans les maths sans calcul.

De plus il estime que la différence avec d'autres études qui placent cette prévalence à 6% s'explique en partie par des intérêts économiques, des confusions et des erreurs.

Fischer démontre que le calcul de Ramaa & Gowramma (cité par Fischer, 2012) qui a donné une prévalence de 5.98% en Inde est erroné. Il trouve une prévalence de 1.1%.

Il contredit également les critères de sélection de Hein et al. qui trouvaient 6.59% de dyscalculiques là où lui n'en trouve que 1.32%.

3. L'innumérisme

3.1 Définition

Fischer (2012) propose 3 termes complémentaires : dyscalculie développementale, acalculie et innumérisme.

L'acalculie correspond à une dyscalculie acquise. Elle est le résultat de la perte des capacités mathématiques pour des adultes ayant appris à calculer normalement, mais qui ont perdu cette capacité suite à une lésion cérébrale.

Michel Vigier, président et fondateur de l'association pour la prévention de l'innumérisme définit l'innumérisme comme une « situation susceptible d'évolution, des sujets dont la numératie² est insuffisante ». (Vigier, 2010, p.1).

Fischer (2012, mars) explique que l'innumérisme, est une notion créée par Douglas Hofstadter en 1982 et popularisé par un livre de L.A. Paulos en 1988. Elle est le pendant mathématique de l'illettrisme.

On peut la définir comme l'incapacité d'une personne à manipuler les nombres et le calcul dans des situations de la vie courante et ce malgré un enseignement correct.

En janvier 2011 le ministre de l'éducation a introduit la notion d'innumérisme dans son plan science et technologies à l'école (Ministère de l'Éducation Nationale, 2011).

Pour parler d'innumérisme, il suffit que le sujet présente des difficultés en mathématique. Il peut avoir des difficultés dans d'autres domaines, ce qui n'est pas compatible avec la définition de dyscalculie. Ce terme englobe également les adultes qui présentent un profil de dyscalculie par faute de pratique. Il n'est pas question ici de trouble développemental.

Toutefois, Fischer note que ce terme d'innumérisme conviendrait mieux pour les sujets adultes et adolescent car pour parler de défaut de culture mathématique il faut que la personne ait reçu un enseignement adéquat des bases mathématiques.

A l'inverse, la dyscalculie développementale peut être repérée plus tôt.

3.2 Prévalence

Il n'existe pas de chiffre établi de la prévalence de l'innumérisme. Toutefois, Fischer & Charron (cité par Fischer, 2012) ont analysé les données de l'enquête Information sur la Vie Quotidienne (IVQ) menée par l'Insee (s.d.). Cette enquête a été menée auprès de 10 000 adultes de 18 à 65 ans. Leur analyse a fait ressortir une prévalence de 3% de personnes en difficulté en mathématiques.

Ils considèrent que ces 3% représentent pour une part les personnes présentant une dyscalculie développementale auxquelles s'ajoutent des personnes dyscalculiques par manque de pratique. L'innumérisme correspond à cette dyscalculie par manque de pratique.

² Michel Vigier (2010) définit la numératie comme l'ensemble des connaissances et compétences de base requises pour conduire un calcul.

C. L'évaluation et la rééducation des troubles du calcul

1. Les différentes batteries de test

1.1 L'UDN II

Construction et Utilisation Du Nombre. Batterie créée en 1999 par Meljac et Lemmel.

L'UDN II est inspirée des théories piagésiennes du développement de l'intelligence de l'enfant. Cette batterie est composée de 16 épreuves. Elle permet d'évaluer les capacités de compréhension et d'utilisation du nombre pour des enfants de 4 à 11 ans.

Elle comprend des épreuves de logique élémentaire (classification, inclusion, sériation), des épreuves de conservation, d'utilisation du nombre, de connaissance et compréhension des termes et opérations mathématiques, ainsi que des épreuves spatiales.

L'UDN II a pour objectif d'évaluer les démarches numériques et logico-mathématiques de l'enfant, d'analyser ses réussites et échecs, de repérer les procédures qu'il utilise et d'évaluer le degré d'élaboration des concepts qu'il utilise.

1.2 Tedi-Math

Test Diagnostic des compétences de base en Mathématiques, batterie créée en 2001 par Van Nieuvenhoven, Grégoire et Noël.

Cette batterie est basée à la fois sur les théories piagésiennes et sur les travaux en neuropsychologie.

Ce test concerne les enfants de la moyenne section de maternelle au CE2.

Six domaines de compétences numériques sont examinés par cette batterie :

- la maîtrise de la séquence verbale numérique par des épreuves de comptage.
- les principes de Gelman par des épreuves de dénombrement.
- la compréhension du système numérique arabe, oral, le système en base 10 et le transcodage.
- les opérations logiques piagésiennes (sériation, classification, conservation, inclusion et décomposition additive).
- les opérations (addition, soustraction, multiplication) sont évaluées avec différents matériels (imagés, verbaux et arithmétiques)
- l'estimation de la grandeur.

1.3 Zareki-R

Batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'enfant, créée en 2006 par Von Aster, adaptation française par Dellatolas.

Cette batterie permet d'évaluer les composantes intervenant dans le traitement des nombres et du calcul pour les enfants du CP au CM2.

Elle est inspirée des travaux en neuropsychologie de Dehaene et Cohen (1992) et de McCloskey, Caramazza et Basili (1985).

Elle contient douze épreuves évaluant les capacités suivantes :

- la connaissance de la séquence des nombres
- l'aptitude à dénombrer, les transcodages
- la connaissance de faits numériques
- la connaissance et l'application de procédures pour les opérations élémentaires
- la capacité à estimer et à comparer des nombres et des quantités, la compréhension du sens des nombres.

Ce qui donne des informations sur la mémoire de travail, la perception de l'espace et le raisonnement de l'enfant.

La batterie comprend les douze épreuves suivantes :

- Dénombrement de points
- Comptage oral à rebours
- Dictée de nombres
- Calcul mental : additions, soustractions, multiplications
- Lecture de nombres
- Positionnement de nombres sur une échelle
- Mémorisation et répétition orale de chiffres
- Comparaison de deux nombres présentés oralement
- Estimation visuelle de quantités
- Estimation qualitative de quantités en contexte
- Problèmes arithmétiques présentés oralement
- Comparaison de deux nombres écrits

1.4 Le Numérique (F. Gaillard, 2000)

Le Numérique (F. Gaillard, 2000) est une batterie de test du nombre et du calcul, réalisée dans le cadre de l'E.S.C.A.P.E (European Standardized Computerized Assessment Procedure for the Evaluation and Rehabilitation of Brain-Damaged Patients). Elle s'adresse aux enfants de 7 à 10 ans scolarisés en CE1, CE2 ou CM1.

Il est inspiré de l'EC301 qui est une batterie d'évaluation du calcul pour adultes.

Les domaines explorés sont le traitement du nombre, la sémantique et le calcul.

La cotation du Numérique se fait au moyen de deux échelles :

- une échelle qualitative qui regroupe 14 tests dont la notation repose sur le « tout » ou « rien ». Ces items concernent les connaissances procédurales, la capacité à répéter un nombre, la lecture alphabétique...
- une échelle quantitative qui regroupe 13 tests. Ces items concernent les apprentissages plus formels et les stratégies procédurales. La cotation de cette partie permet de classer les résultats en trois stades :
 - « pas acquis » : centile 1 à 15
 - « en cours d'apprentissage » : centile 16 à 49
 - « acquis » : centile 50 à 100

1.5 Les épreuves de calcul d'Alain Ménissier (2007) : Tout Compte Fait

Cette évaluation fait partie d'un cahier d'activités de développement des habiletés numériques et gestion des compétences logico-arithmétiques (Ménissier, 2007). L'évaluation est l'étape préliminaire aux différents jeux que l'on peut proposer à l'enfant. Elle a pour but de mettre en évidence les stratégies de calcul des enfants évalués. Les différentes stratégies sont répertoriées selon 5 catégories :

- calcul digital
- surcomptage en avant ou en arrière (correspondant aux additions ou soustractions)
- passage par la dizaine
- analogie avec des calculs connus
- récupération en mémoire d'un fait arithmétique

Si l'enfant utilise toujours la même stratégie ou s'il utilise une stratégie coûteuse cognitivement, cela nous indique qu'il n'a pas ou peu de flexibilité. Cela permet donc de sélectionner l'activité la mieux adaptée à l'enfant.

Hormis ces principaux outils d'évaluation des compétences logico-mathématiques et d'utilisation du nombre, il en existe d'autres comme le B-LM, Bilan Logico-Mathématique d'Emmanuelle Métral ou le bilan logico-mathématique Cogiact.

2. La rééducation du calcul en orthophonie

« Dans l'état actuel des choses, le *bon* âge semblerait se situer vers 8-9 ans, au moment où l'enfant est déjà capable d'une analyse métacognitive sur sa façon de penser, sans se trouver encore totalement prisonnier d'habitudes néfastes. » (Meljac C., 2005, p.380).

Faire un inventaire de toutes les techniques de rééducation du calcul serait réducteur. En effet chaque orthophoniste, en suivant des principes généraux, aborde la question à sa manière et en fonction du patient rééduqué. Il est possible de travailler de diverses façons avec des jeux de plateaux, du matériel permettant de travailler les structures logiques (jetons de différentes couleurs, poupées gigognes, figurines en plastique...), des jeux sur ordinateur ou tablette (20/20 en maths ou j'apprends à compter avec Floc ...) ou tout simplement des jeux créés par l'enfant avec un papier et un crayon.

Nous pouvons néanmoins rappeler un concept que l'on retrouve nécessairement dans la prise en charge orthophonique : la Zone Proximale de Développement (ZPD).

Cette notion est héritée des travaux de Lev Vygotsky au début du siècle dernier. (Vygotsky, 1985).

Selon sa théorie, les savoirs se construisent grâce à des situations d'apprentissage guidées par une personne plus experte que l'enfant. C'est l'interaction avec l'environnement social qui crée ces situations fécondes.

Contrairement à la pensée Piagétienne, Vygotsky considère que le développement résulte de l'apprentissage et non que l'apprentissage et l'éducation sont tributaires du niveau de développement de l'enfant.

Il explique que l'enfant doit travailler dans sa Zone Proximale de Développement pour que la situation d'apprentissage soit efficace. Cette ZPD est la différence entre le niveau de

résolution de problèmes atteint sous la direction et avec l'aide d'un tiers expert et celui atteint seul.

Il faut qu'il y ait une asymétrie des compétences entre le novice et l'expert. Ainsi que des objectifs différents : le novice veut faire alors que l'expert veut faire faire. Le but étant que l'expert fournisse au novice les outils pour devenir autonome sans faire à sa place.

L'orthophoniste qui travaille en relation duelle avec son jeune patient doit avoir à l'esprit qu'il doit se placer « dans » cette ZPD pour que le travail soit efficace.

En effet, si l'exigence de l'orthophoniste est trop basse et que l'enfant réalise les exercices sans aucune difficulté, il ne sera pas amené à trouver de nouvelles façons de faire, de nouvelles stratégies, ou à les modifier pour les adapter à la situation.

En revanche, si la difficulté est trop élevée, l'enfant, en plus d'être découragé, n'aura pas les bases nécessaires pour atteindre les objectifs de l'exercice.

II. La tablette tactile

Apparu à la fin des années 70³, l'ordinateur est depuis un élément introduit dans trois quarts des foyers français. Le smartphone est devenu un objet du quotidien pour 70% des français en seulement 7 ans.

La tablette tactile est une gamme d'ordinateur ultraplat qui comprend un écran tactile sans clavier. Commercialisée à grande échelle depuis 4 ans, elle semble connaître la même croissance fulgurante. Ce qui en fait un outil que les professionnels de l'enseignement et les orthophonistes commencent à utiliser dans le cadre de leur profession.

A. Les tablettes en chiffres

1. Généralités sur les tablettes

1.1 Historique de la tablette tactile

L'iPad a été présenté en janvier 2010 et commercialisé en mars 2010.(Wikipédia, 2014c) Trois mois plus tard, Apple annonçait en avoir écoulé 3 millions d'exemplaires. A cette époque, l'iPad était la seule tablette commercialisée à grande échelle dans le monde à un prix accessible (499\$ pour l'entrée de gamme)⁴. Depuis, l'iPad en est à sa cinquième version avec l'iPad air, et d'autres constructeurs ont suivi l'exemple d'Apple en proposant des tablettes tactiles.

1.2 Marché des tablettes dans le monde

Le bureau d'étude IDC (2014) a enregistré plus de 217 millions de ventes de tablettes en 2013 dans le monde soit 50% de plus qu'en 2012. Il prévoyait que les ventes de tablettes

³ Nous parlons là des premiers ordinateurs personnels commercialisés. On peut citer l'Apple II sorti en 1977 ou le commodore 64, ordinateur le plus vendu au monde, apparu en 1982. Source : Wikipédia (2014a)

⁴ La première tablette reconnue comme « grand public » date de septembre 1989. Il s'agissait de la GridPad, vendue à 3000 dollars.

dépasseraient les ventes d'ordinateurs portables en 2013, et celles des ordinateurs (portables et fixes) en 2015. Cela est en partie dû à des performances en hausse depuis le tout premier iPad et un prix nettement inférieur, 381\$ en moyenne en 2012. De plus l'offre s'est élargie avec des tablettes tactiles de différentes tailles, allant de 7 pouces à 22 pouces, et des systèmes d'exploitation multiples.

1.3 Marché des tablettes en France

L'institut d'études de marché GFK (ZDNet, 2014) a enregistré, 6.2 millions de ventes de tablettes en 2013, en France, ce qui est supérieur aux ventes d'ordinateurs (4.8 millions). Ils prévoient une nouvelle hausse des ventes en 2014 en annonçant 7.5 millions de tablettes tactiles.

On observe que les foyers acquièrent plus facilement cet outil depuis l'arrivée sur le marché de tablettes petit format (7 ou 8 pouces) qui sont plus abordables. Les prix baissent (240€ en moyenne en France en 2013) et la qualité des produits les rapproche de plus en plus d'un ordinateur portable, en terme de capacité et de puissance. On voit apparaître des tablettes tactiles hybrides, comme la gamme surface de Windows qui séduisent les utilisateurs d'ordinateurs préférant utiliser un clavier physique⁵.

1.4 Les systèmes d'exploitation

Il existe plusieurs systèmes d'exploitation (appelés « OS⁶ mobile ») sur le marché des tablettes tactiles, mais trois dominent : Android, iOS et Windows.

- iOS est le plus ancien OS mobile. Il a été lancé en, juillet 2008. Cet OS est l'exclusivité du groupe Apple, seuls ses appareils sont dotés de ce système d'exploitation. Le magasin d'application d'iOS s'appelle l'App store. Il compte plus de 800 000 applications.
- Android lancé en mars 2009, représente en 2013 121 millions de tablettes vendues

⁵ Le terme « clavier physique » est en opposition au terme « clavier tactile ». Il décrit un clavier qu'on branche sur la tablette (à la manière du clavier d'un ordinateur) contrairement au clavier tactile qui s'affiche sur l'écran de la tablette.

⁶ OS est l'acronyme de Operating System, terme anglais qui désigne le système d'exploitation. Il désigne l'ensemble des programmes qui permettent de faire fonctionner un appareil électronique, ici un smartphone ou une tablette tactile.

dans le monde, soit 62% de part du marché des tablettes dans le monde (Gartner, 2014). C'est le plus gros OS mobile en nombre de terminaux activés. Sur Android, les applications sont vendues sur le Google Play Store. Il compte plus d'un million d'applications.

- Microsoft a créé Windows phone fin 2010. Récemment, Windows RT est apparu pour les tablettes tactiles. En décembre 2013, le Windows phone store, magasin d'application de la marque, comptait 200 000 applications.

2. Les utilisateurs français de tablette tactile

2.1 Taux d'équipement des français

En France, 30% des 16-24 ans auraient une tablette et 25% des 35-75 ans en seraient également équipés selon une étude PRIXTEL-Ipsos (PRIXTEL, 2013) réalisée en mars 2013. Et plus d'une personne interrogée sur cinq comptait en acheter une dans les 6 mois.

Une autre étude, le Baromètre de l'Économie Numérique (Chaire Économie Numérique de l'université Paris Dauphine, 2014), annonçait dans sa 9e édition que, fin 2013 près de 8 millions de foyers (sur 27,6 millions de foyers) étaient équipés de tablettes tactiles soit 29% des foyers. Et l'intérêt des français pour les tablettes va croissant puisque cette étude enregistre une hausse d'un million de foyers entre le 3e et le 4e trimestre 2013.

2.2 Profil des utilisateurs

Médiamétrie (2012) a publié une étude sur le profil des utilisateurs français de tablette tactile en 2011. L'utilisateur moyen est un homme (pour 70%) âgé de 35 à 49 ans (>30%) appartenant à une catégorie socio-professionnelle élevée (47% CSP+) et qui vit en Ile-de-France (30%). Ils qualifient ce profil « d'early adopters »⁷. C'est la même catégorie qui s'était emparée des smartphones à leur arrivée sur le marché.

Les nouveaux acheteurs de tablette changent de profil comme le relate le site de l'éducation nationale (Éduscol, 2013). Les utilisateurs se « féminisent », et les enfants et seniors sont également plus nombreux à utiliser une tablette tactile.

⁷ Littéralement les « adopteurs précoces ».

Une étude de Médiamétrie (2014) portant sur l'année 2013 note une forte hausse des utilisatrices qui présentent néanmoins un profil « d'early adopters » similaire à celui des hommes de 2011.

2.3 Les enfants y ont-ils accès?

En mai 2012, l'Institut des Maman (Danilewsky, 2012) réalisait une enquête avec le fabricant de jouet Vtech auprès de 300 mamans ayant un enfant entre 1 an et 6 ans. Cette étude a révélé que 57% des foyers sondés possédaient un smartphone et 19% une tablette tactile. Et que 80% des enfants avaient déjà utilisé un smartphone ou une tablette tactile dont 20% régulièrement. Plus de la moitié des mamans assurent télécharger des applications spécialement pour leur enfant.

Une étude Ipsos (Guillaume, 2014) portant sur 4000 enfants de 1 à 19 ans fait ressortir que 46% des foyers avec enfants sont équipés de tablette en 2013 contre seulement 22% en 2012.

La tablette tactile semble donc accessible aux enfants dans les familles équipées. La tablette tactile est considérée comme un objet convivial et familial, à la disposition de tous les membres de la famille.

Le système de multicomptes proposé par certaines tablettes permet d'accorder un accès restreint aux enfants, bloquant par exemple l'accès à internet ou aux magasins d'application, pour éviter que l'enfant ne soit en contact avec des contenus inappropriés. D'autre part certaines applications permettent de créer un environnement restreint pour l'enfant, ne lui donnant accès qu'aux jeux définis à l'avance.

Ce genre de système vient répondre aux craintes des parents qui ne souhaitent pas voir leur enfant naviguer sur internet par exemple.

3. Les enfants et les tablettes tactiles

De plus en plus de foyers français sont équipés en tablette, et la tendance ne devrait pas s'inverser pour l'année 2014. Ainsi les enfants commencent à avoir accès à ce nouvel outil qui vient s'ajouter à la télévision et aux ordinateurs déjà présents dans le foyer.

Face à ce phénomène de multiplication des écrans (TV, ordinateur, smartphone, tablette

tactile...), Serge Tisseron (2013), psychanalyste et psychiatre français, a créé « la règle des 3-6-9-12 » qui donne des recommandations sur l'utilisation des écrans pour les enfants de 3 ans, 6 ans, 9 ans et 12 ans.

Cette règle est le fruit d'une collaboration avec la fédération Wallonie-Bruxelles de Belgique qui a lancé une campagne de sensibilisation « campagne 3-6-9-12 : maîtrisons les écrans » (Yapaka, 2013).

Elle décrit des recommandations d'utilisation des tablettes avant 3 ans :

« L'usage des tablettes doit donc obéir à quatre conditions : sur des périodes courtes (dix minutes par jour), toujours accompagné par un adulte, sans autre objectif que jouer, et avec des logiciels adaptés. »

Tisseron (2013) ne ferme pas la porte à l'utilisation de la tablette tactile avant 3 ans. Il explique que les nouveaux objets numériques peuvent être intégrés aux apprentissages de l'enfant en bas âge.

La campagne belge recommande également de ne pas offrir de tablette tactile à un enfant de moins de 6 ans car « à cet âge, jouer seul devient rapidement stéréotypé et compulsif. »

L'étude Ipsos (Guillaume, 2014) de 2013 a mesuré que près d'un enfant âgé de 7 à 12 ans sur cinq a une tablette personnelle.

Ces enfants se servent de leur tablette essentiellement pour des jeux en ligne, regarder des vidéos, écouter de la musique ou chercher des informations pour l'école. Elle note également que le temps passé devant les écrans n'augmente pas. Cependant il y a un transfert de temps depuis l'ordinateur qui est moins utilisé, vers les tablettes ou smartphone.

B. L'utilisation de la tablette tactile dans l'éducation

1. Opinion des français pour une utilisation des tablettes tactiles à l'école

8 français sur 10 déclarent que les tablettes tactiles peuvent être utiles dans l'éducation (Chaire Économie Numérique de l'université Paris Dauphine, 2013). Même s'ils ont tendance à privilégier une introduction de l'outil tablette au collège, ils sont plus d'un sur cinq à penser qu'il faudrait équiper les enfants d'âge primaire.

Le principal atout de la tablette est pour deux tiers d'entre eux un allègement du cartable.

Pour plus de 4 français sur 10, la tablette permet une plus grande interactivité avec le cours et/ou le professeur, ainsi qu'un mode d'apprentissage plus ludique et plus attractif que les livres.

L'aspect pratique et interactif de la tablette est mis en avant. Elle est vue comme un outil complémentaire du professeur, qui viendrait enrichir le cours par du contenu plus ludique que le classique « papier - crayon ».

Toutefois, ils craignent pour près de deux tiers, une dévalorisation des livres. La moitié des sondés craint les vols, et trouve que les enfants sont déjà trop exposés aux écrans.

Ainsi les français sont prêts à voir les tablettes tactiles entrer à l'école, même s'ils restent prudents quant à la surexposition aux écrans. Comme l'ordinateur en son temps, la tablette tactile est un outil qui, bien utilisée peut apporter beaucoup à une classe. Les écoles des pays du monde entier commencent à s'équiper, parfois à grands frais.

2. Les tablettes tactiles dans l'éducation dans le monde

Comme l'ordinateur dans les années 80, la tablette commence à entrer dans les salles de classe. Les constructeurs principaux proposent des magasins d'application spécialisés dans l'éducation.

Apple annonce sur son site internet (Apple, 2014), compter 65000 applications spécialement conçues pour les enseignants, et avoir vendu plus de 10 millions d'iPad aux établissements scolaires du monde entier. Microsoft annonce quant à lui 20000 applications dédiées, et Google a ouvert le « Google Play for education » au cours de l'été 2013.

Beaucoup de pays s'intéressent aux tablettes tactiles pour leurs écoles. Certains contrats sont colossaux comme aux Etats-Unis où en 2013, le district scolaire unifié de Los Angeles (Apple, 2013), qui est le deuxième plus grand réseau d'école des U.S.A. a signé un contrat avec Apple s'élevant à 30 millions de dollars pour équiper 47 écoles. Cela représente un achat de 44000 iPad.

La Turquie recherche un constructeur pouvant lui fournir 15 millions de tablettes, afin d'équiper la totalité de ses 600 000 classes (Invest in Turkey, 2013; Éduscol, 2013). Actuellement, la Turquie a lancé une phase test dans 52 écoles.

L'Inde prévoyait l'achat en 2011 de 10 millions de tablettes tactiles sur 5 ans (Sharma & Gokhale, 2011). Pour cela ils ont développé une tablette ne coûtant que 1100 roupies (moins de 15 euros). Cette tablette en est à sa deuxième version (sortie en 2012) et était réservée à l'éducation dans un premier temps.

En 2011, la Corée du Sud annonçait un plan pour équiper ses élèves de tablette d'ici à 2015 (Chosunmedia, 2011). Leur ambition est de convertir tous les manuels scolaires en manuels numériques et de créer un système de cloud computing⁸ à partir duquel les livres seraient disponibles.

En Écosse, une école teste la mise à disposition d'un iPad par enfant auprès d'enfants de 5 à 17 ans (Apple, 2014). La particularité de cette initiative est que les enfants de moins de 10 ans laissent leur iPad à l'école. Seuls ceux qui sont plus âgés peuvent l'emporter chez eux.

Des initiatives de ce genre se multiplient dans beaucoup d'autres pays. C'est le cas de la France qui a lancé plusieurs expérimentations.

3. Les tablettes tactiles dans l'éducation en France

En septembre 2013, au début de l'année scolaire 2013 - 2014, le CNIL ainsi que 41 autres organismes ont constitué un collectif pour faire de « l'éducation au numérique » la grande cause nationale 2014. Leur but était « de permettre à chacun d'entre nous de devenir un citoyen numérique informé et responsable, capable de profiter des potentialités de cet univers et d'y exercer de manière effective ses droits et devoirs. » (CNIL, 2013, para. 1)

En février 2014, le gouvernement a fait de l'engagement associatif, la grande cause nationale 2014.

C'est dans ce contexte, qu'à la rentrée 2013, 15830 tablettes tactiles ont été mises à la disposition des élèves français, tous niveaux confondus. En janvier 2014, la tendance s'accélère avec plus de 76000 tablettes en expérimentation dans presque toutes les académies françaises selon le portail national des professionnels de l'éducation, Éduscol (2013).

⁸ Le cloud computing représente un système de stockage des données en ligne et non dans la mémoire de l'appareil. Les données sont donc accessibles depuis plusieurs machines (ordinateur, tablette tactile, smartphone...)

3.1 Exemples d'expérimentations en cours et premiers retours

Ainsi sur l'académie de Grenoble (Agence des usages des TICE, 2012), des iPad ont été intégrés à la rentrée 2010 dans 40 établissements du premier et second degré. Les premières conclusions sont qu'ils offrent un accès plurimodal aux savoirs (via internet, vidéos, fichiers audio, applications, plateformes communes...). C'est un instrument de plus dans la panoplie des professeurs qui est la plupart du temps utilisé en collectif (par petits groupes d'élèves). Toutefois les professeurs notent que l'écran rétroéclairé peut entraîner une fatigue visuelle. De plus une présentation graphique parfois chargée peut causer une surcharge cognitive. Ils soulignent aussi que la tablette tactile est un outil privilégié pour les élèves en difficulté car elle permet de mettre à disposition les informations au rythme de l'enfant.

Des essais sont lancés avec des enfants plus jeunes.

Une enseignante de maternelle de Paris utilise des iPad dans sa classe de petite section. Depuis le début de son expérimentation, elle consigne les différents exercices et les retours des enfants sur son blog www.doigtdecole.com.

Elle favorise les interactions entre les enfants en les installant au minimum en binôme face à la tablette. Les utilisations sont multiples, que ce soit pour les imagiers sonores, des puzzles, des histoires ou des créations de livres papier par exemple.

Toutefois la tablette ne prend pas toute la place dans la classe, elle est utilisée comme un atelier. Elle ne substitue donc pas les travaux manuels plus communs dans les classes de maternelle.

3.2 Choix des tablettes en France

Concernant le choix des tablettes, les académies ont fait des choix différents. Certaines ont opté pour des tablettes tactiles tournant sous les principaux OS comme l'iPad en Corrèze ou à Grenoble. Mais, selon l'Éduscol, elles présentent quelques inconvénients comme le fait de ne pas ouvrir d'accès à distance au professeur ou des problèmes d'intégration au réseau des établissements.

L'académie de Dijon (Éduscol, 2013) a pris le parti de participer au projet de création de TED (Tablette pour une Education Digitale) en lien avec le fabricant Unowhy et des maisons d'éditions de manuels scolaires. Cette tablette prévue pour le secondaire est en cours d'expérimentation dans 15 collèges de la région Saône et Loire depuis mars 2013.

Pour les écoles primaires, Galago a connu le même processus de création. Elle est en test depuis début 2014 dans une dizaine d'écoles de Gironde.

Ces tablettes ont été conçues spécialement pour l'éducation. Elles visent donc à s'adapter au maximum aux attentes des professeurs et aux besoins des élèves.

La troisième solution à l'épreuve pour le premier degré est « l'ardoise tactile » développée par la société BIC. Toutefois les retours des expérimentateurs sont contrastés (Éduscol, 2013). Cette ardoise peut accueillir les exercices proposés par les professeurs mais ne permet pas de lire des livres numériques ou de mutualiser les travaux des élèves.

L'outil tablette s'implante, que ce soit dans les foyers et dans les salles de classe. Ainsi l'enfant des années 2010 est en train d'intégrer cet outil dans son environnement. Cet accès grandissant est facilité par l'introduction croissante des tablettes tactiles à l'école.

Cette utilisation à visée éducative d'un outil initialement commercial, inspire certains orthophonistes qui peuvent proposer cet instrument à leurs patients. Et ce, pour des âges et des troubles bien différents.

C. L'utilisation de la tablette tactile en orthophonie

Dans le cadre de pathologies comme l'autisme, l'utilisation de communications améliorées alternatives comme le PECS ou le MAKATON est courante. Des classeurs de communication sont mis en place avec une banque d'image et de pictogrammes à disposition du patient. D'autres systèmes ont vu le jour comme des synthétiseurs vocaux permettant de construire une phrase orale à partir de pictogrammes.

Ces solutions sont pratiques mais parfois très onéreuses.

L'arrivée de la tablette tactile et le développement d'applications dédiées a rendu ces communications alternatives plus accessibles.

1. Avantages et inconvénients des tablettes tactiles en orthophonie

Les tablettes tactiles présentent donc de nombreux avantages pour les orthophonistes.

Elles sont légères, donc facilement transportables et permettent d'emporter du matériel sans s'alourdir avec un ordinateur. De plus son utilisation intuitive la rend plus adaptée pour les patients ayant des difficultés à gérer l'emploi de la souris.

Néanmoins ce n'est pas un outil miracle. La tablette comporte plusieurs inconvénients. Chaze (2012) liste une partie de leurs défauts.

Tout d'abord leur mémoire est très limitée par rapport à un ordinateur. Alors qu'un ordinateur embarque un disque dur de 500 Go pour les premiers modèles, une tablette n'a qu'une mémoire de 64Go pour les modèles haut de gamme. Il est toutefois possible d'étendre leur mémoire pour atteindre 250Go. Les applications prenant beaucoup de place, avoir une mémoire suffisante est important pour un orthophoniste.

Un autre soucis est que la tablette peut être fragile. il existe des coques ou des housses de protections mais ces accessoires ne sont pas livrés avec la tablette. Cela s'ajoute au prix de départ de la tablette. Leur connectique est limitée par rapport à celle d'un ordinateur. On ne peut pas toutes les connecter avec un retroprojecteur par exemple, et il faut bien souvent acheter un câble spécifique.

Contrairement à un ordinateur, les tablettes ne permettent pas l'utilisation simultanée d'applications même si cette technologie commence à se développer chez des constructeurs comme Samsung.

Enfin, derrière le terme de « tablette tactile » se cache une gamme très variée allant de produit haut de gamme comme les iPad d'Apple, la gamme surface de Microsoft ou la gamme Galaxy de Samsung (pour lesquels les prix sont de plusieurs centaines d'euros), aux tablettes bas de gamme, souvent vendues en grande surface, sans nom de marque. Ce sont des tablettes de marques blanches. Ces dernières coûtent moins cher (parfois moins de cent euros) mais sont bien moins performantes et ne permettent pas de faire tourner toutes les applications disponible sur les différents stores.

Ainsi la tablette possède des inconvénients et des avantages comme tout outil. L'orthophoniste fera le choix de son matériel en fonction de sa pratique. Si une partie de sa clientèle est à domicile, l'aspect nomade de la tablette peut l'intéresser. S'il reste en cabinet, il peut préférer un ordinateur plus puissant et ayant une plus grosse capacité, permettant de contenir un grand nombre de logiciels.

2. L'utilisation des tablettes dans le handicap : exemple de l'autisme

Le domaine de l'autisme est sans doute le domaine dans lequel l'utilisation de tablette tactile est la plus grande. Les sites spécialisés recensent plus de 300 applications dédiées uniquement aux patients autistes. Auticel (éditeur spécialisé dans la réalisation d'application pour personnes autistes), la Fondation Orange et l'Unapei ont créé en janvier 2014 le site applications-autisme.com qui référence 100 applications et qui permet une recherche par catégorie.

Le Centre de Ressources Autisme Languedoc-Roussillon (2014) a réalisé en mars 2014 un document qui liste les sites proposant des applications pour des personnes avec TED, ainsi qu'une liste non exhaustive mais intéressante des applications disponibles par plateforme. Certaines de ces applications ont été développées par des éditeurs spécialisés, d'autres par des associations, par des centres de recherche ou encore par des parents d'enfants autistes eux-mêmes.

La tablette a cet avantage sur l'ordinateur d'être plus intuitive. Il suffit pour l'enfant de toucher le pictogramme directement sur l'écran alors qu'avec un ordinateur il faut apprendre à manier la souris et le clavier avant de pouvoir l'utiliser.

Ainsi même si l'on manque de recul scientifique pour évaluer objectivement les apports des tablettes tactiles avec ces personnes, on observe un réel intérêt pour ce nouvel outil de la part des enfants autistes, de leurs parents et des centres spécialisés.

Toutefois, la tablette tactile n'est pas un outil miracle. Même si les témoignages de parents et de professionnels sont encourageants, nous ne pouvons généraliser son intérêt pour tous les patients autistes.

Tout comme certains enfants seront plus à l'aise avec une méthode de rééducation qu'avec une autre, certains trouveront un intérêt dans la tablette tactile alors que d'autres ne s'y intéresseront pas. Cela vaut pour les enfants autistes mais peut être extrapolé à tout type de patient rencontré en orthophonie.

3. Étude de l'intérêt de la tablette tactile pour des enfants dyslexiques

Les tablettes tactiles intéressent également les chercheurs pour leur utilisation auprès d'enfants dyslexiques. Une étude (Schneps, Thomson, Chen, Sonnert & Pomplun, 2013) a été menée aux USA pour évaluer l'apport de l'iPad et de l'iPod touch (un lecteur mp3 tactile) pour les enfants dyslexiques.

L'intérêt qu'ils ont trouvé à ces outils est qu'on peut arranger la mise en page, la police d'écriture et l'espacement inter-ligne à volonté.

Ils ont utilisé la méthode du « Span Limited Tactile Reinforcement » (SLTR) dans laquelle ils ont utilisé des ipod touch avec une grande police (Times New Roman 42) ils obtenaient une ligne composée de 3.40 mots en moyenne contre près de 14 mots sur le papier (écrit en Times New Roman 14). L'enfant faisait défiler le texte grâce à l'écran tactile.

Ils ont testé l'efficacité de cette technique sur 103 élèves de secondaire diagnostiqués dyslexiques et suivant des cours dans une école spécialisée dans le handicap aux USA. Ils avaient donc plusieurs années d'entraînement à la lecture derrière eux avant de passer ce protocole.

Ils ont remarqué que la méthode SLTR sur un dispositif portable avec un écran de petite taille facilitait la lecture en améliorant la vitesse de lecture et la compréhension du texte pour une partie des élèves soumis au protocole. Ces améliorations concernent les lycéens ayant des troubles de l'attention visuelle. Ceux n'ayant pas de troubles de l'attention visuelle ont de meilleurs résultats en compréhension après avoir lu sur du papier.

Ainsi des dispositifs comme les tablettes 7 pouces ou les smartphones à grand écran peuvent faciliter la lecture d'une partie des enfants dyslexiques.

L'utilisation des tablettes tactiles dans la sphère du handicap ne s'arrête pas aux personnes autistes ni aux enfants dyslexiques, mais elle concerne aussi les déficients visuels, ainsi que les handicaps moteurs par exemple.

Les constructeurs comme Apple dédient une partie de leur site aux adaptations mises en place sur leurs produits pour les personnes handicapées.

D. Intérêt des orthophonistes pour les tablettes numériques

L'intérêt pour la tablette tactile est manifeste. Même si aucun ouvrage ou étude ne vient objectiver l'intérêt des orthophonistes pour ces outils, plusieurs blogs ou articles d'orthophonistes font état de leur utilisation en séance.

Nous pouvons citer le site très fourni www.ortho-n-co.fr où une orthophoniste référence des applications et leur utilisation.

Ainsi que le groupe Facebook « orthos-applications » qui compte 1500 membres.

N'ayant pas trouvé de statistiques concernant l'intérêt des orthophonistes pour les nouvelles technologies et notamment les tablettes tactiles, nous avons réalisé un questionnaire.

Nous avons donc cherché à travers ce questionnaire, à connaître le rapport que les orthophonistes entretiennent avec les technologies numériques dans leur exercice de l'orthophonie que ce soit en séance ou pour la gestion du cabinet (comptabilité, agenda...).

Ce questionnaire portant sur la pratique des orthophonistes ne fut adressé qu'à des orthophonistes en exercice, quel que soit le type d'exercice (libéral, salariat, exercice mixte) ou les pathologies rencontrées (SSR, IME...).

1. Présentation du questionnaire

Le questionnaire que nous avons proposé comporte de nombreuses questions qui parfois concernent uniquement les orthophonistes possédant un matériel en particulier. Nous avons donc réalisé plusieurs « chemins » correspondant à différents profils.

Par exemple, à la question à choix unique : Avez-vous l'un de ces appareils chez vous?

4 choix sont proposés à l'orthophoniste :

- téléphone intelligent (smartphone)
- tablette tactile
- smartphone et tablette tactile
- aucun de ces appareils

Si l'orthophoniste coche l'une des 3 premières réponses, il accède à des questions sur le système d'exploitation de son appareil et autres questions nécessitant la possession de ces outils.

S'il répond « aucun de ces appareils », ces questions ne lui sont pas proposées et il passe à la suite du questionnaire.

Pour faciliter sa diffusion et l'analyse des résultats, nous avons réalisé le formulaire via un module de Google drive. Le questionnaire passait donc par internet. Il était accessible sur ordinateur, smartphone ou tablette tactile.

Passer par ce générateur de formulaire nous a permis de créer les différents chemins et de ne proposer que les questions intéressant la personne qui remplissait le formulaire.

Toutefois, lors de sa mise en ligne, un chemin était défectueux malgré notre vigilance. Nous avons pu réparer le problème rapidement et les résultats ont été corrigés en tenant compte de cette défaillance.

Moyens de diffusion

Nous avons envoyé le lien du questionnaire via Facebook sur les groupes « dyscalculie info » (4300 membres), « orthos-infos » (9000 membres), « orthos-applications » (1500 membres) et « bibliortho » (1200 membres) le 04 novembre 2013.

Dans la semaine qui a suivi, nous avons transmis le lien aux étudiants du centre de formation de Nantes pour diffusion auprès de leurs maîtres de stage. Ainsi qu'au secrétariat du centre de formation de Nantes pour diffusion aux étudiants orthophonistes des autres centres de formation de France afin qu'ils transmettent ce lien à leurs maîtres de stage.

Enfin, nous avons été relayés par le site « ortho-n-co » qui a mentionné le questionnaire dans un article daté du 18 novembre 2013.

La période de recueil de résultat a duré du 04 novembre 2013 au 04 février 2014. Toutefois la dernière réponse date du 23 janvier 2014.

Compte tenu de tous les moyens de diffusion utilisés, il nous est difficile d'estimer le nombre de personnes qui a eu accès au lien du questionnaire. Même si les groupes Facebook regroupent un nombre important d'orthophonistes il n'est pas certain que tous aient lu le message posté le 04 novembre 2013. De même nous ne pouvons savoir combien d'étudiants ont relayé l'information à leurs maîtres de stage. Nous estimons tout de même avoir touché plus de 5000 orthophonistes grâce à cette large diffusion.

2. Présentation des résultats

2.1 Échantillon

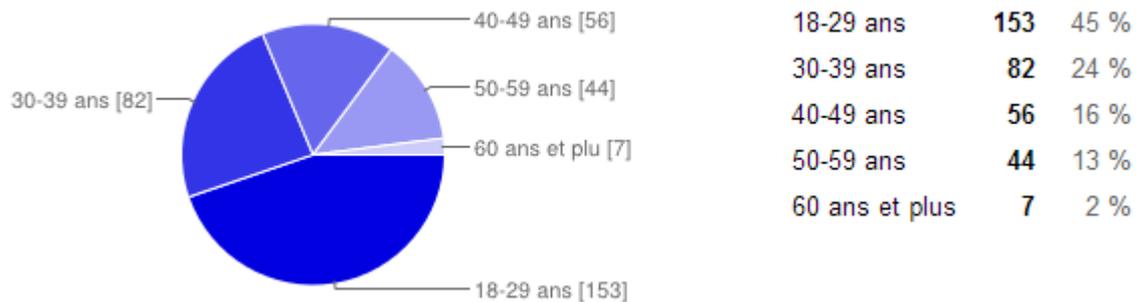
Nous avons obtenu 342 réponses.

Sexe des participants

97% des personnes ayant répondu sont des femmes. Ce qui correspond à la moyenne nationale de 96.3% (DREES, 2012).

Tranche d'âge des participants

Dans quelle tranche d'âge vous trouvez-vous?



Graphique n°1 : répartition des participants par tranche d'âge

Nous avons une surreprésentation des jeunes orthophonistes : 45% ont entre 18 et 29 ans dans notre étude contre 16.3% pour la moyenne nationale (DREES 2012). Cette surreprésentation peut s'expliquer par le moyen de diffusion utilisé. En effet, beaucoup de nouveaux orthophonistes Nantais de la promotion 2013 ont répondu à notre questionnaire. L'autre raison est le choix de diffuser le questionnaire par les groupes Facebook. En 2012, la tranche d'âge des 18-34 ans représentait 50% des utilisateurs Facebook selon Socialbakers (2014). Même s'il n'y a pas de statistique sur l'âge des orthophonistes sur Facebook, nous pouvons estimer qu'elle est sensiblement proche de la moyenne nationale. Ainsi plus de jeunes orthophonistes ont été concernés par le message posté sur Facebook.

Lieu d'exercice des participants

Nous avons pu observer dans notre échantillon une surreprésentation de trois départements que sont : la Loire-Atlantique (7% contre 2.5% de moyenne nationale), la région du Rhône

(7% contre 4.6%) et la région de Haute-Garonne (11% contre 3.2%)

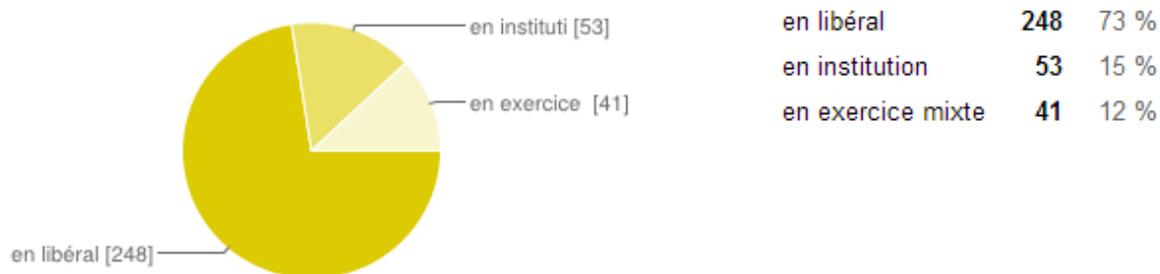
La Loire-Atlantique a été particulièrement sollicitée par l'envoi du questionnaire aux maîtres de stages des étudiants nantais, ce qui explique ce décalage.

Le département du Rhône est le lieu d'exercice de l'auteur du site ortho-n-co.

La surreprésentation de la Haute-Garonne reste sans explication.

Type d'exercice des participants

Vous exercez...



Graphique n°2 : répartition des participants par type d'exercice

Nous sommes assez proches de la moyenne nationale qui est de 80.7% des orthophonistes qui ont un exercice libéral ou mixte en France métropolitaine (DREES, 2012).

2.2 Intérêt général pour les technologies numériques

Nous avons interrogé l'intérêt des orthophonistes pour les technologies numériques ainsi que la place qu'ils accordent à ces technologies dans un cabinet d'orthophonie sur une échelle de 0 à 10.

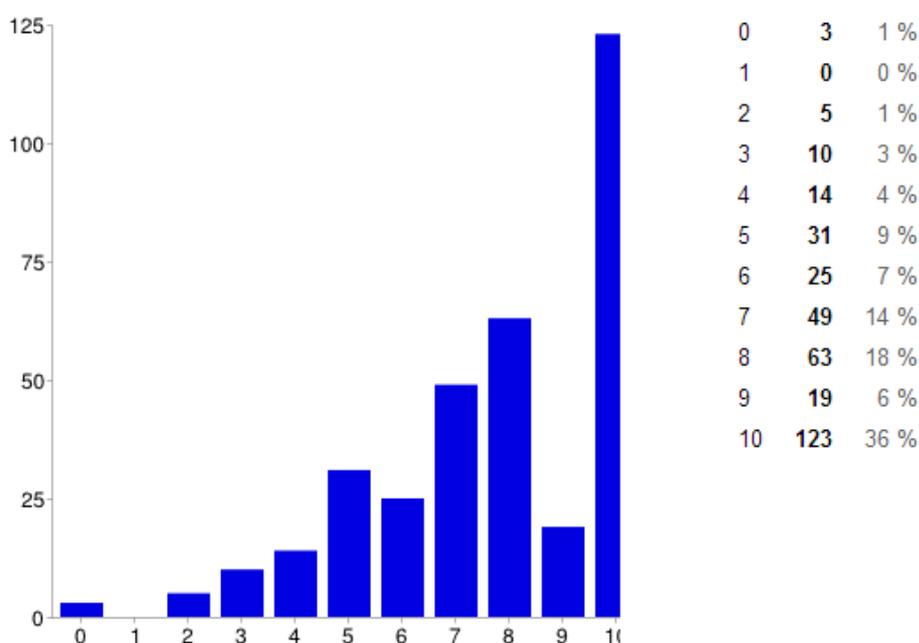
Il était précisé en début de questionnaire que par « technologies numériques » nous entendons : les ordinateurs, tablettes tactiles et téléphones intelligents (smartphones).

Diriez vous que les technologies numériques vous intéressent...



Graphique n°3 : répartition des réponses des participants concernant leur intérêt pour les technologies numériques

Pensez vous que les technologies numériques ont leur place dans un cabinet d'orthophonie?



Graphique n°4 : répartition des réponses des participants concernant la place des technologies numériques dans le cabinet d'orthophonie

Notons qu'une grande partie des réponses ayant été recueillie suite à la diffusion sur les groupes Facebook (au moins 100), nous avons donc un grand nombre de personnes très intéressées par les technologies numériques. Ce mode de diffusion peut constituer un biais pour l'interprétation de ces données.

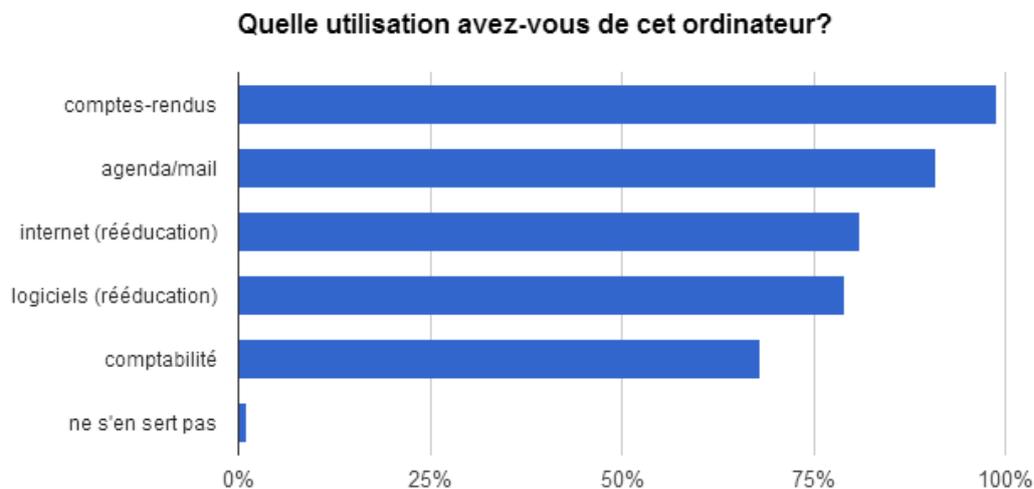
Toutefois 67% des orthophonistes sondés sont beaucoup ou énormément intéressés par les technologies numériques et 81% trouvent qu'elles ont leur place dans un cabinet d'orthophonie (score entre 6/10 et 10/10).

2.3 Équipement

→ Ordinateur : 100% des orthophonistes qui ont répondu sont équipés d'un ordinateur chez eux ou sur leur lieu de travail. 95% en ont un chez eux et sur leur lieu de travail. 2.5% en ont uniquement chez eux et 2,5% uniquement sur leur lieu de travail.

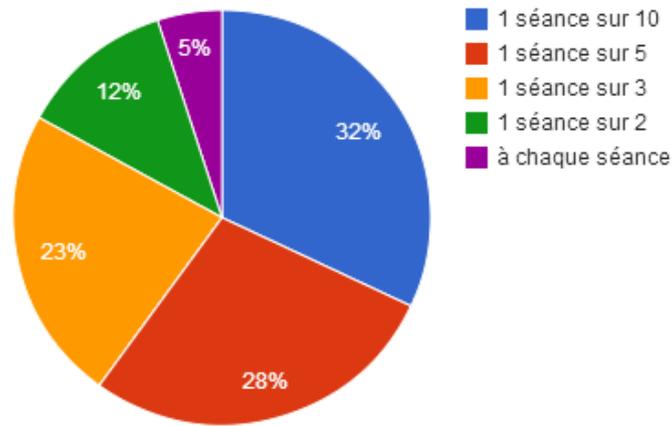
Les orthophonistes ayant un ordinateur sur leur lieu de travail l'utilisent (plusieurs choix possibles) :

- ◆ pour faire leurs comptes-rendus (99%)
- ◆ pour gérer leur agenda ou répondre aux mails (91%)
- ◆ pour aller sur internet en rééducation (81%)
- ◆ pour lancer des logiciels de rééducation (79%)
- ◆ pour leur comptabilité (68%)
- ◆ ne leur sert pas dans leur travail (1%)



Graphique n°5 : répartition des réponses des participants concernant des domaines d'utilisation de leur ordinateur

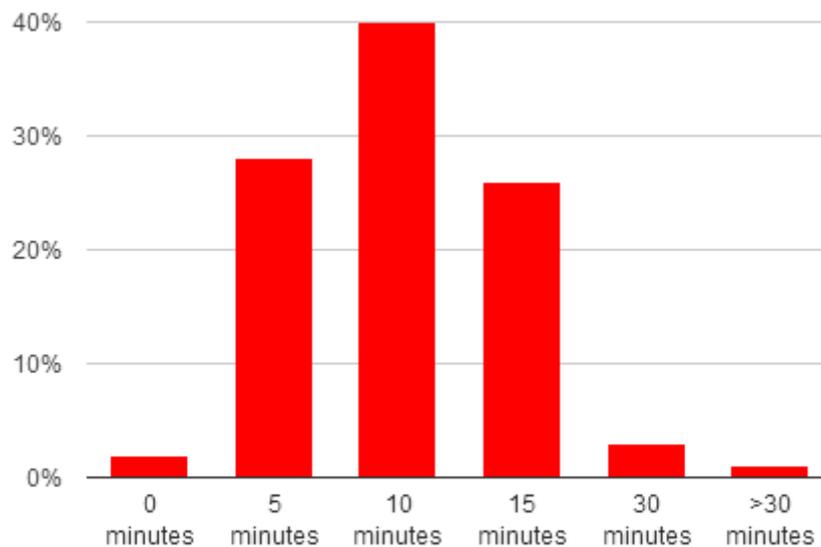
Nous avons interrogé la fréquence d'utilisation de l'ordinateur en séance :



Graphique n°6 : fréquence d'utilisation de l'ordinateur en séance

L'utilisation de l'ordinateur est occasionnelle pour une grande majorité des orthophonistes.

Le temps moyen d'utilisation de l'ordinateur en séance est entre 5 et 15 minutes pour 94% d'entre eux.



Graphique n°7 : temps moyen d'utilisation de l'ordinateur en séance

→ Smartphone et tablette tactile.

26% des sondés possèdent un smartphone, 11% une tablette tactile et 41% les deux.

Ce taux élevé de 52% d'orthophonistes qui possèdent une tablette est biaisé par le choix de

diffusion du questionnaire. Nous avons ciblé des groupes susceptibles de contenir des orthophonistes équipés comme « ortho-applications ».

Nous avons voulu connaître le système d'exploitation de leur équipement :

- ◆ 53% possèdent un produit tournant sous iOS
- ◆ 37% possèdent un produit tournant sous Android.
- ◆ 5% possèdent un produit tournant sous Windows phone
- ◆ 2% possèdent un produit tournant sous Blackberry
- ◆ 4% possèdent un produit tournant sous un autre système d'exploitation ou n'en connaissent pas le nom.

Nous leur avons demandé si au moins un de leur patient de moins de 12 ans était équipé de tablette tactile.

- ◆ 69% répondent oui
- ◆ 10% non
- ◆ 21% ne savent pas

Nous avons interrogé les personnes ayant répondu oui pour connaître leur estimation du nombre de patients concernés. Les réponses étant libres, il est difficile d'obtenir des données statistiques de ces réponses puisque certains ont répondu en chiffre (1 ; 12 ; 30...) d'autres ont répondu par des pourcentages (allant parfois jusqu'à 90%) d'autres enfin ont répondu par du texte plus ou moins précis (beaucoup; au moins un; je ne sais pas...) Ces deux derniers types de réponses ne nous donnent pas d'information suffisante sur le nombre d'enfants possédant une tablette tactile puisqu'on ne peut évaluer le nombre d'enfants de moins de 12 ans de ces patientèles.

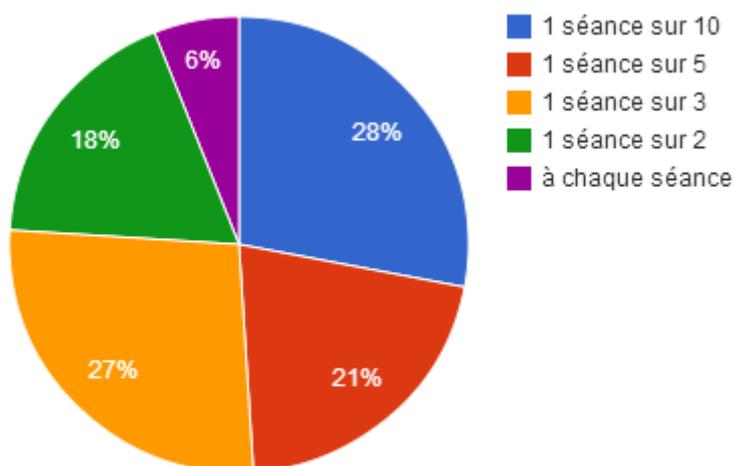
Toutefois nous avons regroupé les données chiffrées par tranches et observé que la majorité des réponses sont réparties dans la tranche 1 à 10.

Ces données ne peuvent être représentatives de l'ensemble des orthophonistes puisqu'elle ne représente qu'un échantillon de 34 réponses.

2.4 Utilisation en séance de la tablette tactile ou du smartphone

Nous avons interrogé l'utilisation de la tablette ou du smartphone en séance pour les 107 orthophonistes qui nous ont dit utiliser des applications en rééducation.

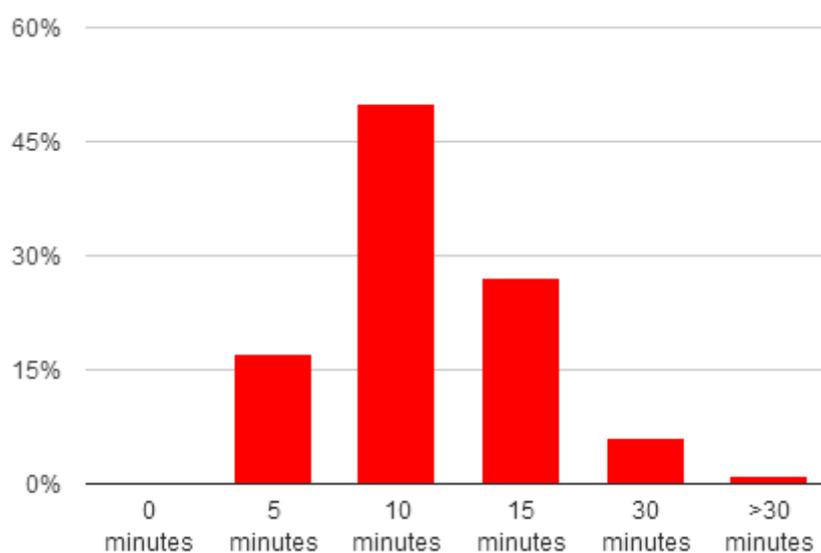
Fréquence d'utilisation



Graphique n°8 : fréquence d'utilisation de la tablette tactile ou du smartphone en séance

Les tablettes et smartphones sont utilisés en séance un peu plus souvent que les ordinateurs.

Temps d'utilisation



Graphique n°9 : temps moyen d'utilisation de la tablette tactile ou du smartphone en séance

La durée d'utilisation est également la même que pour l'ordinateur. 94% l'utilisent entre 5 et 15 minutes.

A la question de savoir si la tablette est plus pratique que l'ordinateur en séance, 63% des orthophonistes qui se sont exprimés ont répondu que la tablette était plus pratique que l'ordinateur. 5% lui préfèrent l'ordinateur et 32% trouvent ces deux outils aussi pratiques.

2.5 Les applications en rééducation

Sur les différents magasins d'application, la recherche d'application s'effectue par mots clés ou par catégorie.

En entrant le mot clé « **orthophonie** » nous n'obtenons qu'une trentaine de titres.

Le terme « **logopédie** » est encore moins référencé avec moins de vingt titres.

« **Speech therapy** » renvoie lui à 300-400 titres d'applications.

Toutefois, de la même manière qu'ils utilisent des jeux ne provenant pas d'éditeurs spécialisés, les orthophonistes utilisent, en rééducation, des applications non spécifiques à l'orthophonie, et donc non référencées sous ces termes.

Connaissance des applications

Nous avons interrogé les orthophonistes possédant une tablette ou un smartphone sur leur connaissance d'applications spécialement conçues pour la rééducation en orthophonie. A ce stade, nous avons 267 répondants.

- ◆ 43% savent que de telles applications existent mais n'en utilisent pas
- ◆ 40% en utilisent en rééducation
- ◆ 14% n'en ont jamais entendu parler mais seraient intéressés
- ◆ 2% n'en connaissent pas et n'en voient pas l'utilité

Les personnes n'en utilisant pas ont été interrogées sur les raisons pour lesquelles elles ne s'en servent pas. Elles pouvaient donner plusieurs réponses :

Je n'en connais pas	66	36 %
Elles sont trop chères	24	13 %
Je ne les trouve pas intéressantes	10	5 %
Elles ne sont pas adaptées à ma patientèle	12	7 %
J'utilise d'autres applications que je préfère	14	8 %
Parce que je n'aime pas leur design	2	1 %
Autre	55	30 %

Ainsi le manque d'informations sur les applications existantes semble être un frein à l'utilisation de tablettes ou smartphones en séances.

Nous avons interrogé ces 267 orthophonistes sur leur utilisation en séance d'applications non spécifiques à l'orthophonie :

- ◆ 22% ont déjà utilisé des jeux
- ◆ 21% ont déjà utilisé des applications destinées à l'éducation
- ◆ 12% ont déjà utilisé d'autres types d'applications
- ◆ 44% n'en ont jamais utilisé

Utilisation des applications

Nous avons voulu connaître l'utilisation que les orthophonistes ont de leurs tablettes ou smartphones actuellement. Nous avons interrogé le domaine d'utilisation ainsi que l'âge des patients avec lesquels ils l'utilisent.

- ◆ Dans quel domaine utilisez-vous votre tablette ou votre smartphone en séance?
 - rééducation du langage oral : 66%
 - rééducation du langage écrit : 62%
 - rééducation de la mémoire : 47%
 - rééducation neurologique : 44%
 - vous l'utilisez comme moyen alternatif et augmentatif de la communication : 26%
 - rééducation des troubles logico-mathématiques et du calcul : 25%

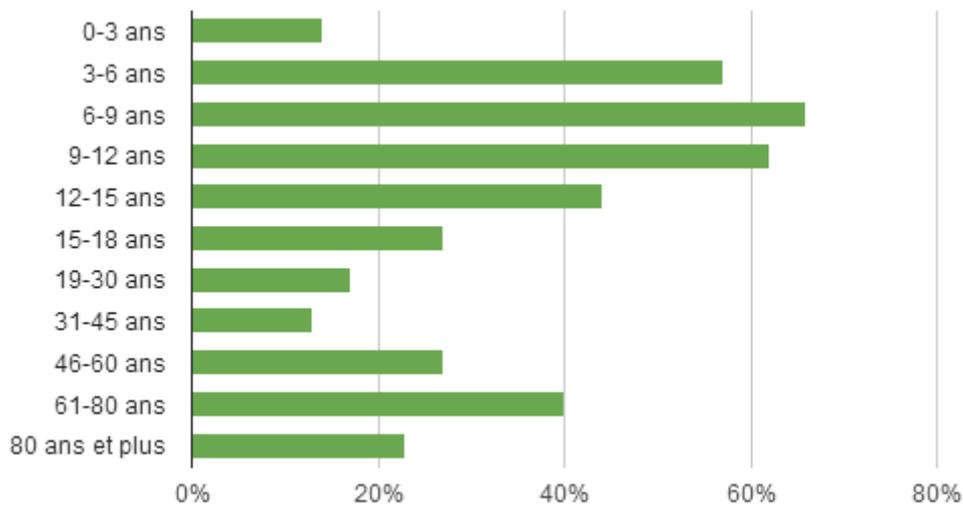
- surdité : 12%
- r ducation de la voix : 8%
- bégaiement : 4%
-  ducation à la voix œsophagienne ou trachéo-œsophagienne : 1%
- autre : 4%

Les domaines où l'utilisation des tablettes et smartphones est la plus forte sont les réductions du langage oral et écrit avec plus de 60% des orthophonistes. Toutefois ce sont deux domaines qui regroupent de nombreuses pathologies ce qui peut expliquer un score aussi élevé.

On observe que des pathologies plus précises comme la r ducation de la voix, le bégaiement ou l'éducation à la voix œsophagienne ou trachéo-œsophagienne ont des résultats nettement moins élevés. Cela peut s'expliquer par exemple, par un manque d'applications dédiées.

◆ Quelle est la tranche d'âge des patients avec qui vous utilisez votre tablette ou votre smartphone?

- 0-3 ans : 14%
- 3-6 ans : 57%
- 6-9 ans : 66%
- 9-12 ans : 62%
- 12-15 ans : 44%
- 15-18 ans : 27%
- 19-30 ans : 17%
- 31-45 ans : 13%
- 46-60 ans : 27%
- 61-80 ans : 40%
- 80 ans et plus : 23%



Graphique n°10 : tranches d'âge des patients avec qui les orthophonistes utilisent leur tablette tactile ou leur smartphone

Nous observons que les orthophonistes utilisent plus leurs appareils mobiles avec des enfants et adolescents (3-18 ans). La tranche d'âge 61-80 ans semble très représentée, mais ce résultat est biaisé par la large tranche d'âge qu'elle regroupe.

Les souhaits des orthophonistes en matière d'applications

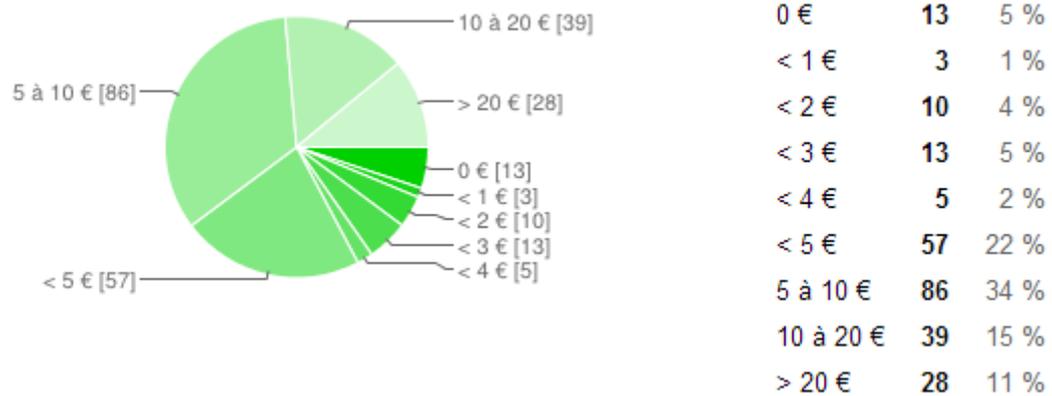
Au moyen d'une question à réponse ouverte, nous avons demandé aux orthophonistes dans quel domaine ils souhaitaient voir des applications se développer.

Nous avons obtenu des réponses couvrant tous les domaines de l'orthophonie.

Nous ne pouvons pas retranscrire tous les domaines cités, toutefois, certaines réponses reviennent plus souvent :

Les orthophonistes plébiscitent des applications dans le domaine du langage écrit (lecture, dyslexie, dysorthographe...; 30%) mais également dans le langage oral (lexique, articulation, phonologie...; 21%), la neurologie (18%), les communications alternatives (6%), la mémoire (5%), le calcul et les logico-mathématiques (4%)...

Nous avons interrogé le prix qu'ils jugent juste pour une application utilisable en rééducation.



Graphique n°11 : prix que les orthophonistes sont prêt à payer pour une application utilisable en rééducation

Ainsi 60% seraient prêts à payer plus de 5€ une application qu'ils jugent utile. Toutefois certains rajoutent en commentaire qu'il faudrait que cette application soit paramétrable par l'orthophoniste.

Ainsi la tablette tactile est en plein essor et sa popularité n'est pas près de diminuer. Que ce soit dans la sphère privée ou dans le domaine de l'éducation ou de l'orthophonie. Les orthophonistes s'y intéressent de plus en plus, et sont nombreux à penser que la tablette peut représenter un outil de plus pour la prise en charge des patients.

Mais il y a encore beaucoup de choses à faire. L'orthophoniste manque encore d'applications spécialisées, créées pour ses patients. La tablette tactile, grâce à son aspect ludique, bénéficie d'un bon accueil de la part des patients en séance. Elle ouvre également la voie à l'utilisation d'applications spécialisées, hors du cabinet, au domicile des patients. Il est en effet plus pratique pour le patient d'apporter sa tablette que son ordinateur en séance. Et ainsi de faire du lien entre l'entraînement à la maison et les séances d'orthophonie.

III. L'entraînement intensif

A. Effets de l'entraînement intensif

1. Différentes études existantes

Certaines pathologies structurelles comme la dyslexie, nécessitent une prise en charge intensive et sur le long terme.

Le rythme classique est de 1 à 2 séances de 30 à 45 minutes par semaine, rarement plus en raison des emplois du temps chargés des professionnels, des disponibilités de la famille et de l'enfant. Or les recherches neuroscientifiques tendent à prouver qu'une prise en charge plus fréquente, quotidienne et intensive sur de plus courtes périodes serait plus bénéfique pour les patients.

Ce sont des conditions difficiles à satisfaire en cabinet libéral comme en institution.

1.1 Études menées sur la dyslexie

Michel Habib (2002) fait le résumé de trois études conduites successivement visant à évaluer l'efficacité chez des enfants dyslexiques d'un entraînement à la conscience phonologique en parole acoustiquement modifiée.

Pour créer ces entraînements, Habib s'est servi de l'étude menée par Tallal et al. (cité par Habib, 2002) qui est un travail de référence dans le domaine de l'entraînement, même si le contenu des travaux a pu être contesté par certains.

L'équipe de Tallal a créé un programme d'entraînement basé sur un jeu informatique audiovisuel, le logiciel Fastforward®, destiné aux enfants souffrant de troubles du langage. Ce logiciel avait pour objectif de remédier à un éventuel trouble du traitement auditif. Il comportait des exercices travaillant le traitement des informations auditives brèves et en succession rapide. L'entraînement était proposé tous les jours pendant plusieurs semaines.

Le format de présentation jeu vidéo est attrayant pour les enfants mais ne permet pas d'établir quel composant a le plus d'effet entre le contenu du programme et le jeu vidéo en lui-même. Ils ont obtenu des résultats encourageants, mais les exercices n'étaient ciblés ni sur le public, ni sur une composante précise du langage oral. Néanmoins, cette étude pionnière dans ce domaine nous ouvre la voie pour des recherches plus approfondies sur la remédiation neurodéveloppementale.

Les équipes Françaises menées par Michel Habib se sont concentrées sur les enfants dyslexiques et sur des exercices portant sur la conscience phonologique.

La première étude menée par Habib, Espesser, Rey, Giraud, Bruas & Gres en 1999 (cité par Habib, 2002), a porté sur douze enfants dyslexiques âgés de 10 à 12 ans répartis en deux groupes de six sujets. Le premier groupe « expérimental » a reçu un entraînement en parole modifiée et l'autre, le groupe « témoin », a reçu un entraînement en parole non modifiée. Chaque enfant était entraîné individuellement une heure par jour, cinq jours par semaine pendant cinq semaines consécutives.

L'importance de l'effet de l'entraînement pour le groupe expérimental a été évaluée à 20% d'amélioration en conscience phonologique.

La seconde étude (Habib, 2002), portait sur 29 enfants de 5 à 12 ans, souffrant de dyslexie phonologique, recrutés dans la patientèle de dix orthophonistes. Trois tranches d'âges différentes ont été dégagées. Ces trois tranches correspondaient aux trois groupes expérimentaux (groupe des 5-6 ans, groupe des 7-8 ans, groupe des 9-12 ans). Cette étude reprenait les mêmes paramètres que la première étude, à la différence qu'elle portait sur 6 semaines et que la durée d'entraînement était réduite à 15 minutes. Les séances d'entraînement ont été réalisées chez l'orthophoniste une à deux fois par semaine, et le reste du temps au domicile du patient avec les parents. Le matériel était adapté suivant l'âge du patient.

L'importance de l'effet de l'entraînement pour le groupe expérimental a été évaluée à 15% d'amélioration en conscience phonologique. Cette étude a également montré que 15 minutes d'entraînement par jour étaient aussi efficaces qu'une heure.

La troisième étude avait pour objectif de comparer l'effet de l'entraînement de deux sortes de tâches toujours d'ordre phonologique, elle portait sur 23 enfants dyslexiques âgés de 9,5 ans en moyenne, comparés à 10 enfants de même âge chronologique et à 12 enfants de même âge lexique.

Dans le rapport Inserm, Habib (2007) résume également plusieurs études menées sur l'entraînement de processus spécifiques impliqués dans la dyslexie. Kujala, Karma, Ceponiene, Belitz, Turkkila, et coll. (cité par Habib, 2007), ont sélectionné par tirage au sort

48 enfants dyslexiques de 7 ans, qu'ils ont divisés en deux groupes : un expérimental qui recevra un entraînement spécifique et un témoin.

Les enfants du groupe expérimental s'entraînaient 10 minutes deux fois par semaine, pendant 7 semaines, sur un jeu vidéo. Ils devaient apprendre l'association entre des sons ayant différentes caractéristiques (durée, intensité, hauteur) et des représentations graphiques de ces sons (traits de taille, épaisseur et position différentes). Cet entraînement exerçait la transcription auditivo-graphique, ce qui diffère du contenu des autres études citées jusqu'alors.

Les résultats de cette étude sont positifs puisque le groupe expérimental montre une amélioration significative par rapport au groupe témoin sur des tâches de lecture de mots.

Outre les aspects spécifiques de chaque programme d'entraînement qui avait pour cible de rééducation la dyslexie, nous nous intéressons particulièrement aux bénéfices de l'entraînement dans ces différentes études. Selon Habib (2002), la pratique d'un entraînement intensif, en grande partie réalisé au domicile du patient, est une solution qui devrait se développer dans les années qui viennent. Les tâches répétitives sont ainsi relayées à la maison. Ce qui dégage du temps en séance d'orthophonie pour aborder des difficultés où la présence de l'adulte est nécessaire à l'enfant. D'autant plus que l'entraînement ciblé a prouvé son efficacité.

1.2 Études menées sur la dyscalculie

Dehaene & Wilson, (2006b), ont développé un logiciel appelé « la course aux nombres » destiné aux enfants dyscalculiques. Ils ont mené plusieurs études pilotes pour tester leur logiciel, et ont ainsi rédigé des articles sur le contenu et les concepts théoriques et techniques sous-tendant leur logiciel.

L'étude axée sur le contenu de l'entraînement portait sur neuf enfants de 7 à 9 ans ayant des difficultés en mathématiques. Le protocole consistait en une demi-heure d'entraînement quatre fois par semaine pendant cinq semaines. Les enfants s'entraînaient à la comparaison numérique, ainsi qu'aux faits arithmétiques d'additions et de soustractions simples. Les enfants ont été testés avant et après le protocole sur différentes épreuves (comptage, transcodage, compréhension de la base 10, énumération de points, additions, soustractions et comparaison numérique symbolique [chiffres arabes] et non-symbolique [points]).

Les résultats après la période d'entraînement montrent une amélioration sur certains subtests qui suggère que l'entraînement améliore la comparaison de nombres. Ces résultats sont à modérer dans la mesure où il n'y a pas de groupe contrôle. Néanmoins ils sont encourageants et permettent d'avancer dans la recherche neurodéveloppementale.

L'article (Dehaene & Wilson, 2006a) reprend la notion d'entraînement intensif et son effet sur le cerveau.

Pour obtenir des changements cérébraux sur le long terme, les chercheurs ont développé des « jeux adaptatifs ». Ce sont des jeux qui contiennent un algorithme capable de s'adapter aux compétences de chaque enfant et ainsi rester dans la zone proximale de développement de celui-ci afin de garantir un entraînement personnalisé et agréable pour l'enfant.

Cette technique de remédiation a déjà fait ses preuves et a été vérifiée grâce à l'imagerie médicale qui montre des changements dans l'organisation cérébrale après entraînement avec des « jeux adaptatifs ».

L'outil informatique (ordinateur ou tablette tactile) et les jeux vidéo sont également des atouts dans la mesure où les enfants sont majoritairement attirés par ces nouvelles technologies. Cela permet de proposer des programmes d'entraînement qui auraient habituellement ennuyé les enfants et qu'ils acceptent grâce à ce support attrayant et ludique. Cela permet également une délocalisation de l'entraînement, à la maison ou à l'école.

Plusieurs études ont été menées sur l'intérêt de l'entraînement intensif. Même si ces études concernent majoritairement les enfants dyslexiques, nous pouvons élargir l'interprétation des résultats en nous focalisant sur le concept d'entraînement et non sur la pathologie rééduquée.

2. La plasticité cérébrale

Nous avons vu à travers plusieurs études que l'entraînement a un effet bénéfique sur les résultats des patients testés. Nous pouvons nous interroger quant aux mécanismes qui agissent sur nos performances cognitives. La plasticité cérébrale est un de ces mécanismes entrant en jeu lors de l'entraînement.

Wikipédia (2014b) définit la plasticité neuronale⁹ comme : « En neurobiologie, la plasticité désigne la modification d'une propriété ou d'un état face à une modification de l'environnement (stimulus externe). [...] L'apprentissage modifie la force des connexions entre les neurones et modifie les réseaux neuronaux en favorisant l'apparition, la destruction ou la réorganisation non seulement des synapses mais également des neurones eux-mêmes. C'est l'ensemble de ces phénomènes qui peuvent être regroupés sous le terme de plasticité neuronale. »

Dehaene (2013) insiste sur le fait que la plasticité cérébrale est une faculté, mobilisable tout au long de la vie, qui nous permet d'apprendre.

Les nouvelles techniques d'imagerie médicale ont permis de montrer, en scannant les cerveaux des enfants, qu'une zone cérébrale peut très vite être constituée. De plus, on a vu qu'une longue période d'apprentissage ou d'entraînement n'est pas nécessaire, pourvu qu'elle soit répétée souvent. Quinze minutes par jour suffisent pour qu'il y ait un effet sur la mémoire à long terme.

« Il vaut mieux répartir peu sur la durée que beaucoup en un court laps de temps » (Dehaene, 2013, p.3).

L'auteur insiste sur le fait que le cerveau n'est pas fait pour alterner les périodes d'activité et de passivité (par exemple la semaine d'école et le week-end), le cerveau a besoin d'être stimulé quotidiennement. Ainsi, les serious games¹⁰ seraient une solution intéressante pour continuer la stimulation le week-end.

Nous pouvons faire le parallèle avec les effets de la musique sur le cerveau. Particulièrement les effets de la pratique musicale intensive sur le cerveau des musiciens.

Habib & Besson (2008) se sont intéressés à cette question.

Il est établi que la pratique musicale provoque des effets profonds et durables sur le cerveau.

La musique nécessite de longues heures d'entraînement pour la maîtrise d'un morceau. L'enchaînement répété de gammes ou d'un mouvement particulier peut être considéré comme la pratique d'une tâche répétée.

Des études ont été menées chez l'animal pour observer l'effet de la pratique d'une tâche répétée sur le cerveau. Les résultats montrent qu'une pratique répétée optimise les circuits

⁹ Autre nom de la plasticité cérébrale.

¹⁰ Jeu sérieux (traduction littérale), logiciel qui combine une intention « sérieuse », de type pédagogique ou d'entraînement, avec un côté ludique.

neuronaux, et donc modifie profondément le cerveau. Ces constats peuvent se généraliser à l'humain, à la pratique musicale et à l'entraînement intensif en général.

Bangert & Altenmüller (2003) (cité par Habib & Besson, 2008), démontrent également qu'un entraînement de 20 minutes chez des apprentis joueurs de clavier, est suffisant pour provoquer un changement dans l'organisation cérébrale.

Le caractère intensif et quotidien d'un entraînement paraît aujourd'hui intéressant et souhaitable. Néanmoins, il ne faut pas écarter les prises en charge sur le plus long terme et moins intensives, car elles permettent également d'obtenir des résultats.

L'utilisation d'outils, tels que les jeux vidéo, est intéressante dans le cadre d'un programme d'entraînement, le contenu pouvant être paramétrable et contrôlable par le professionnel et attrayant pour le patient.

De même, il ne faut pas écarter des supports de type « papier/crayon », car ils permettent de maintenir la qualité de la relation thérapeute-patient. Néanmoins il faut élargir le champ des outils. Les nouvelles technologies évoluant, il est judicieux de s'en servir pour proposer une prise en charge variée et adaptée à chaque patient.

B. L'entraînement à la maison

Le domicile représente des conditions de rééducation écologiques pour l'enfant. En effet il est dans un environnement familial, qui ne représente normalement pas une source de stress pour lui. Néanmoins on peut y retrouver des distracteurs importants : télévision, ordinateur, fratrie, bruits divers...

De plus, s'entraîner à la maison nécessite une autonomie que certains enfants n'ont pas, ainsi qu'une famille impliquée et concernée par cet entraînement au domicile.

1. L'autonomie

1.1 Définition

L'autonomie est une compétence à développer chez les enfants.

Le dictionnaire Robert définit ce terme comme une : « Aptitude à vivre sans l'aide d'autrui. » (Autonomie, 2009).

Ainsi, dans le domaine de l'entraînement, l'autonomie est l'aptitude à travailler sans l'aide d'autrui. Meirieu, dans son petit dictionnaire de pédagogie (2012), propose également une définition, selon lui la véritable autonomie est un « apprentissage à la capacité de se conduire soi-même ». L'autonomie fait intervenir trois dimensions :

- La définition d'un champ de compétences pour le professionnel. En effet l'éducateur ou le thérapeute a une expertise dans son domaine. Cela lui permet de transmettre à l'enfant les clefs de l'autonomie pour cette compétence précise.
- Clarifier les valeurs que l'on cherche à promouvoir en encourageant l'autonomie (réfléchir avant d'agir, connaître la portée de ses actes ...).
- Une bonne appréciation du niveau de développement de la personne, pour lui proposer des tâches réalisables, mais suffisamment difficiles pour maintenir une stimulation cognitive.

1.2 Observance

On ne peut parler d'entraînement à la maison sans parler d'observance. Cette notion est utilisée dans le domaine médical pour décrire le respect d'un traitement par les patients.

L'observance thérapeutique est définie par Fischer (s.d.) sur son site internet comme : « la nature particulière de la relation entre médecin et patient est d'ordre normatif du fait qu'elle établit un cadre de compétence médicale socialement reconnue et qui confère aux personnels soignants et aux médecins en particulier une autorité leur permettant de prescrire et d'imposer au patient un ensemble de traitements qui impliquent des comportements à suivre. On désigne ainsi sous le terme d'observance thérapeutique la conformité d'un patient à suivre le traitement qui lui a été prescrit et à tenir compte des recommandations médicales. Dans le vocabulaire médical international, l'observance thérapeutique est désignée par le terme de compliance qui met l'accent sur le comportement d'un patient qui se soumet aux prescriptions et aux orientations médicales. » (Observance thérapeutique, para.1)

Cette notion d'observance nous intéresse dans la mesure où les patients sont en autonomie pour réaliser un entraînement qui peut être de différente nature. Ainsi ils sont libres de respecter ou non les conditions du programme d'entraînement, de la même manière qu'un patient respecte ou non le traitement qui lui a été prescrit, suivant les bénéfices qu'il en retire.

L'orthophoniste qui veut proposer à un patient de suivre un entraînement en autonomie, doit tâcher de le rendre intéressant et ludique afin d'améliorer cette observance.

2. Implication de la famille

On peut se demander quel est l'environnement idéal pour ces entraînements intensifs. L'école pourrait être un lieu approprié pour la réalisation d'intervention quotidienne, facilitant les petits groupes voire les prises en charge en individuel. Cependant, un manque important de personnel empêche de mettre en place ce type de dispositif.

La solution alternative est donc une pratique mixte, quelques séances chez l'orthophoniste, une à deux fois par semaine, et le reste du temps au domicile du patient. Ou toutes les séances au domicile mais cela implique une participation active et fiable de la part de la famille.

L'idéal serait la création de structures scolaires spécialisées, avec des classes à effectif réduit. Les enfants pourraient se trouver une partie du temps dans leur classe de niveau et le reste du temps dans la classe spéciale, ce qui leur permettrait de revoir les notions non comprises et d'accentuer le travail sur les domaines déficitaires. Ils pourraient également recevoir les remédiations adaptées à chaque cas avec des thérapeutes présents dans l'établissement. Ce type de structures serait idéal pour les enfants présentant de grosses difficultés ou un trouble structurel tel que la dyslexie qui nécessitent des adaptations pour suivre une scolarité normale. Pour les enfants ayant des troubles plus légers, la solution de l'entraînement à la maison reste une bonne alternative.

3. Le travail hors la classe

Le travail hors la classe (classiquement appelé « devoirs à la maison ») est devenu une habitude pour les élèves depuis l'école primaire (où le travail donné porte principalement sur des leçons à connaître, des récitations...) jusqu'aux études supérieures (où le travail écrit prend une place plus importante.).

Ce temps de travail hors la classe est un bon exemple de l'implication familiale dans un entraînement à la maison.

3.1 Des familles impliquées

Une étude sur le travail hors la classe a été menée entre 2005 et 2007 dans des écoles de la région bordelaise et parisienne (Caillet & Sembel, 2009) l'analyse de questionnaires remplis par des parents d'élèves de CP à CM2 nous donne des informations intéressantes sur

l'implication des familles dans ces travaux à la maison.

Plus de 90% des élèves se font aider dans les devoirs (Caillet & Sembel, 2009). Ils observent que cette aide est plus proposée par la mère seule (27%) que par le père seul (4.5%), mais elle est assurée pour la majorité par deux parents ou plus (41.5%).

La majorité des enfants travaillent une demi-heure maximum (51.5%), 34.5% y consacrent une heure maximum et 14.5% plus de temps.

De plus trois quarts des enfants travaillent tous les jours et 15% un jour sur deux.

3.2 Qui aide l'enfant, et qui en fait la demande ?

L'enquête « Éducation et famille » de l'Étude Permanence sur les Conditions de Vie des ménages (EPCV) de l'INSEE (Gouyon, 2004) a mesuré l'aide aux devoirs d'élèves de CP à la terminale, de l'année 2002-2003. Cette étude révèle que l'aide des parents est d'avantage une aide de la mère (14h par mois pour la mère, contre 6h par mois pour le père). Et que cette aide diminue quand le niveau d'étude augmente. En terminale l'aide n'est plus que de 3h par mois pour la mère et de 2h par mois pour le père.

De plus la proposition d'aide est presque toujours initiée par les parents pour les enfants d'école primaire. Au collège et au lycée, la demande est toujours principalement initiée par les parents, mais les enfants sont de plus en plus demandeurs.

Ainsi les enfants d'école primaire sont très souvent aidés, par leurs deux parents, même si la mère a une place plus importante dans cette aide. Ils travaillent presque tous les jours et sur des temps parfois longs, pouvant dépasser une heure. Le travail hors la classe prend donc un temps considérable dans l'emploi du temps extra-scolaire des enfants.

3.3 Différences des catégories socio-professionnelles

L'étude de Caillet & Sembel (2009) sur l'analyse de questionnaires, les a amenés à répartir les parents en trois catégories socioprofessionnelles : les catégories favorisées, les catégories moyennes et les catégories populaires.

Ainsi plus de 60% des enfants de catégories moyennes réalisent leurs devoirs en moins d'une demi-heure. Leur pratique du travail hors la classe est également plus régulière que celle des autres catégories. Le travail fourni par les enfants de catégories moyennes correspond plus

aux attentes scolaires en matière de devoirs.

Les enfants de catégories favorisées travaillent un peu moins souvent mais plus longtemps.

Ils travaillent plus souvent seuls que les autres enfants (28% contre 23% en moyenne) mais ne sont pas pour autant en décrochage scolaire.

Les enfants des catégories populaires travaillent plus longtemps que les enfants des deux autres catégories. Toutefois certains enfants de cette catégorie sont en difficulté car ils travaillent uniquement le week-end (10.5% contre 0% dans les deux autres catégories).

3.4 Quelles conditions de travail, et comment organiser les aides apportées à l'enfant ?

Meirieu (2000) écrit que tous les enfants n'ont pas les mêmes conditions de travail. Certains peuvent bénéficier d'un bureau dans une chambre isolée, au calme, alors que d'autres doivent travailler au salon, avec les frères et soeurs qui regardent la télévision à côté.

Ils ne disposent pas non plus des mêmes ressources. Tous ne peuvent pas, par exemple, avoir accès à un ordinateur ou à une encyclopédie pour effectuer des recherches.

Toutefois, l'auteur note que ces disparités ne sont pas forcément corrélées avec le niveau socio-culturel.

L'académie de Caen (2008) a mis en ligne un fichier à destination des parents et des enseignants qui donne dix conseils clés pour aider l'enfant dans le travail hors la classe.

Il est préconisé par exemple d'installer l'enfant dans un lieu agréable pour lui, de travailler à heure fixe, pendant une durée définie à l'avance, dans un environnement calme, avec tout le matériel nécessaire...

Mettre l'enfant dans de bonnes conditions de travail est indispensable pour permettre à l'enfant de travailler efficacement.

Toutefois Meirieu (2000) rappelle que chaque enfant a un rapport personnel au temps, certains travaillent vite sur des temps très courts alors que d'autres sont plus lents. L'enfant a un rapport personnel à l'espace, il peut préférer travailler dans une ambiance bruyante, sur un coin de table de la cuisine ou, au contraire, isolé dans sa chambre, au calme. Le rapport aux autres varie également d'un enfant à l'autre. Certains travaillent mieux en groupe alors que d'autres ne peuvent être efficaces qu'en travaillant seuls. Ainsi ces recommandations générales doivent être adaptées à chaque enfant, en tenant compte de ses préférences.

Les difficultés rencontrées par l'enfant font du travail à la maison un enjeu particulier. Meirieu (2000) préconise d'impliquer l'enfant dans le choix de l'aide à lui apporter. Les parents devraient discuter avec l'enfant des objectifs du mois en termes de résultats, et des aides à apporter pour chaque matière (fréquence, durée, avec quel parent...). Meirieu appelle cela la « pédagogie du contrat ». Ce contrat passé avec l'enfant définit également les vérifications mises en place par les parents (contrôle des devoirs tous les soirs, contrôle uniquement des maths...).

L'auteur souligne que les enfants peuvent gérer en autonomie une partie de leurs matières s'ils ont envie de s'investir, et ce dès l'école primaire. L'important étant de toujours faire le bilan à la fin du « contrat », afin d'ajuster la réponse aux difficultés de l'enfant.

L'orthophoniste qui proposerait un travail « hors le lieu de rééducation » devra nécessairement tenir compte des mêmes paramètres que les professeurs lorsqu'ils proposent du travail hors la classe.

Les points importants concernant l'environnement à adapter à la réflexion et au travail sont les mêmes que pour les devoirs. Il faut veiller à mettre l'enfant dans de bonnes conditions pour travailler.

D'autre part l'orthophoniste qui doit faire attention à ne pas surcharger un peu plus l'emploi du temps extra-scolaire de l'enfant, car cet entraînement vient s'ajouter à un temps de devoirs parfois très long pour des enfants en difficulté. Il faut donc restreindre l'entraînement à un temps court et le rendre le plus ludique possible.

PROBLÉMATIQUE ET HYPOTHÈSES

I. Problématique

À travers nos assises théoriques nous avons remarqué que la dyscalculie est une notion qui ne fait pas consensus. La notion de troubles du calcul est plus générale et englobe les notions de dyscalculie et d'innumérisme. Nous avons également vu que la mise en place des stratégies de calcul afin d'atteindre une flexibilité stratégique est un phénomène qui est long et laborieux chez les patients présentant des troubles du calcul. Nous nous intéressons particulièrement à cet aspect.

D'autre part, la tablette tactile se démocratise. Les foyers s'équipent de plus en plus. Les professionnels de l'éducation et les orthophonistes s'emparent de ce nouvel outil pour proposer aux enfants des activités plus ludiques. Conscients des potentialités des tablettes, nous avons voulu l'utiliser comme support.

Enfin, la recherche neurodéveloppementale prône de plus en plus l'intensivité dans les rééducations.

En effet, selon les différentes recherches, un entraînement de 15 minutes par jour, réparti sur une durée limitée (5 à 6 semaines) et renouvelé, serait très efficace pour modifier l'organisation cérébrale et ainsi engranger des compétences ou des savoirs en mémoire à long terme.

Nous nous sommes aperçus qu'il existait peu d'applications pour tablette tactile conçues par des orthophonistes, permettant de réduire les troubles du calcul, et encore moins les difficultés d'acquisition des stratégies de calcul. Il n'existe pas non plus de programme d'entraînement spécialisé dans la mise en place des stratégies de calcul.

Ce qui nous a amenés à dresser la problématique suivante :

l'entraînement à la mise en place des stratégies de calcul, à la maison, via tablette tactile, aide-t-il l'enfant présentant des troubles du calcul à acquérir une meilleure compréhension et une meilleure mémorisation des faits arithmétiques ?

Pour vérifier ceci, nous proposons un programme d'entraînement intensif qui exerce la mise en place des stratégies de calcul, afin d'améliorer la mémorisation et la récupération des faits

arithmétiques.

L'objectif est d'amener l'enfant à un niveau expert avec une flexibilité stratégique maximale, où l'enfant a plusieurs stratégies à sa disposition et où il est capable de choisir la moins coûteuse et/ou la plus rapide.

II. Hypothèses

A. Hypothèse générale

Nous nous proposons de vérifier l'hypothèse suivante : l'entraînement à la mise en place des stratégies de calcul, à la maison, via tablette tactile, aide l'enfant présentant des troubles du calcul à acquérir une meilleure compréhension et une meilleure mémorisation des faits arithmétiques.

B. Hypothèse opérationnelle

L'utilisation de l'application *Samba dans la jungle des nombres* sur tablette tactile, à la maison durant cinq semaines à raison de cinq séances de quinze minutes par semaine, en plus d'un suivi orthophonique, améliore les performances d'un enfant atteint de troubles du calcul et permet une meilleure compréhension et une meilleure mémorisation des faits arithmétiques.

PARTIE PRATIQUE

I. Méthodologie

Pour des raisons de calendrier ainsi que des contraintes matérielles, nous ne pouvons proposer notre programme d'entraînement qu'à un nombre restreint de sujets.

C'est pourquoi, la méthode du cas unique se présente comme la solution la plus adaptée à notre démarche expérimentale.

Comme le notent Sockeel et Anceaux (2008), cette méthode est très riche dans la mesure où elle permet le développement de techniques nouvelles. Elle fournit cependant principalement des données subjectives, essentiellement descriptives.

Rossi (1997), Sockeel et Anceaux (2008) rappellent que ce type de méthode cherche à décrire la relation causale existant entre une variable indépendante, le programme d'entraînement nous concernant, et des variables dépendantes que sont la compréhension et la mémorisation des faits arithmétiques, et ce à partir de l'étude d'un seul sujet, ou de l'étude de plusieurs sujets pris un par un.

Il n'y a pas de groupe contrôle, l'efficacité du traitement se vérifie donc grâce à la comparaison des réponses du sujet, avant et après le traitement. Cette procédure est nommée plan A-B.

La méthode du cas unique comporte certains défauts. Il est difficile de contrôler les biais externes, tels que l'environnement ou les facteurs historiques (événements dans la vie du sujet). Il est également difficile d'isoler l'efficacité du traitement de l'influence de divers facteurs comme l'évolution spontanée des compétences du sujet. Il n'est donc pas possible de généraliser les résultats.

Néanmoins cette méthode nous permet d'avancer sur un terrain encore très peu exploré.

II. Population

A. Critères d'inclusion

- enfant scolarisé en CE2 ou CM1 (avec ou sans redoublement)
- enfant suivi en orthophonie pour une rééducation des troubles du calcul ou du raisonnement logico-mathématique
- enfant possédant une tablette tactile

Pour pouvoir intégrer la population de l'étude, l'enfant doit obligatoirement remplir ces trois critères.

B. Critère d'exclusion

- présence d'une déficience intellectuelle
- présence d'un handicap sensitif (surdité, cécité, ...)
- présence d'une dyspraxie

C. Les enfants retenus

Les orthophonistes contactées nous ont présentés des enfants répondant aux critères d'inclusion et d'exclusion de notre protocole, et pouvant tirer profit de l'entraînement proposé.

Nous avons retenu 7 enfants pour participer au protocole. 5 sont en CM1 et 2 CE2. 6 enfants sur les 7 sont des filles. Le garçon est en CM1. Tous les enfants sont suivis en cabinet libéral.

Enfant 1 : Oc ane¹¹

Fille de 8 ans 11 mois scolarisée en CE2

Sa tablette :

- système d'exploitation : Andro d (Lexibook)
- format : 7 pouces

¹¹ Les prénoms des enfants ont été changés pour garantir l'anonymat. L'âge donné correspond à l'âge de l'enfant lors du début du protocole.

Enfant 2 : Julie

Fille de 8 ans 7 mois scolarisée en CE2

Sa tablette :

- système d'exploitation : Android
- format : 7 pouces

Enfant 3 : Estelle

Fille de 10 ans scolarisée en CM1

Sa tablette :

- système d'exploitation : Android puis iOS (nécessité de changer pendant le protocole car la première ne fonctionnait plus)
- format : 10 pouces puis 8 pouces

Enfant 4 : Marion

Fille de 10 ans scolarisée en CM1

Sa tablette :

- système d'exploitation : Android
- format : 8 pouces

Enfant 5 : Camille

Fille de 9 ans 11 mois scolarisée en CM1

Sa tablette :

- système d'exploitation : Android
- format : 10 pouces

Enfant 6 : Eva

Fille de 9 ans et 4 mois scolarisée en CM1

Sa tablette :

- système d'exploitation : Android
- format : 7 pouces.

Enfant 7 : Léo

Garçon de 9 ans et 8 mois scolarisé en CM1

Sa tablette :

- système d'exploitation : iOS
- format : 10 pouces.

III. Programme d'entraînement

A. Programme

Notre programme d'entraînement se base sur l'utilisation d'une application pour tablette tactile.

Nous avons pour cela créé un protocole de vingt-cinq séances réparties sur cinq semaines. Durant cet entraînement, l'enfant doit se connecter à l'application cinq jours par semaine pour réaliser les exercices du jour.

Le choix de réaliser 5 semaines d'entraînement se justifie par le besoin de disposer de suffisamment de temps pour aborder les différents thèmes de l'application de manière approfondie.

Nous abordons 5 stratégies différentes, 5 semaines étaient donc nécessaires pour respecter le nombre de 3 à 4 exercices par jour. De plus, plusieurs études (Habib et al., 1999 ; Barbier, 2003) ayant proposé des programmes d'entraînement présentaient une durée approximative de 5 semaines (entre 4 et 6 semaines).

Concernant le rythme hebdomadaire, plutôt que d'imposer un entraînement de sept jours par semaine, nous avons privilégié un entraînement de cinq jours par semaine avec deux jours de repos pour l'enfant. Nous souhaitons donner une certaine flexibilité aux parents et à l'enfant. En effet les activités extra scolaires ou les week-ends peuvent entraîner une impossibilité pour l'enfant de réaliser ses exercices chaque jour.

Néanmoins nous avons limité ce repos à deux jours par semaine afin de garder un rythme soutenu. Dehaene (2013) souligne l'importance de faire travailler le cerveau très régulièrement pour qu'il y ait un véritable apprentissage et donc un effet sur la mémoire à long terme.

Brissiaud (1999), dans une de ses conférences, insiste également sur l'importance de s'entraîner tous les jours au calcul mental.

De même, en référence à Dehaene (2013), nous avons choisi une durée maximale de quinze minutes par jour d'entraînement.

Habib (2002) démontre également, grâce à deux études consécutives qu'il a menées, que

quinze minutes d'entraînement par séance étaient aussi efficaces qu'une heure. Quinze minutes semblaient donc la durée idéale pour notre protocole.

Calendrier du protocole

6 enfants ont démarré l'entraînement le 31 mars 2014 pour l'achever le 04 mai 2014 soit 5 semaines après.

Le 7^e enfant ayant été recruté plus tardivement, n'a commencé le programme d'entraînement que le 02 avril 2014, pour une date de fin prévue pour le 07 mai 2014.

En raison de vacances, un enfant a dû interrompre le protocole durant une semaine. Ce qui a repoussé d'autant la date de fin du protocole.

B. Exercices

1. Les stratégies travaillées

Nous avons créé un programme d'entraînement des stratégies utiles pour le calcul mental. Pour cela nous avons ciblé 5 stratégies :

- l'utilisation des **doubles** pour résoudre une addition.

Lorsqu'on est en présence d'un calcul de type $x+(x+1)$, il est plus facile de le résoudre en calculant $(x+x)+1$. De sorte que $8+9$ sera calculé $(8+8)+1$ soit $16+1=17$.

Les doubles peuvent être rapidement identifiés, ce qui améliore la vitesse de calcul.

- l'utilisation de **toutes les manières de calculer une dizaine** pour réaliser une addition.

Des paires de nombres qui, additionnés donnent 10, permettent également d'accélérer le résultat. On rencontre 5 paires ayant chacune deux formes d'apparition (hormis $5+5$) :

$1+9$ et $9+1$

$2+8$ et $8+2$

$3+7$ et $7+3$

$4+6$ et $6+4$

$5+5$

- le **passage par la dizaine** pour réaliser une addition et une soustraction.

Le passage par la dizaine consiste à substituer un terme de l'opération par 10 pour aller plus vite. Cette technique est efficace pour des calculs où l'un des termes est proche de 10, soit 8, 9, 11, 12. Ainsi un calcul comme $16+9$ peut être transformé en $(16+10)-1$.

- les **tables de multiplications**.

La connaissance des tables de multiplication accélère la résolution de multiplications plus complexes.

- la **décomposition additive** pour les additions plus complexes.

Cela correspond à la décomposition d'un calcul compliqué en plusieurs calculs plus simples. Brissiaud (1999) parle de décomposition/recomposition, il s'agit de décomposer une opération et de la recomposer en utilisant des faits arithmétiques connus.

Ainsi pour un calcul comme : $72+43$ on peut recomposer en $72+3+30+10$, de sorte qu'on additionne chaque terme un par un dans le sens de la lecture.

Répartition des stratégies sur les 5 semaines de protocole

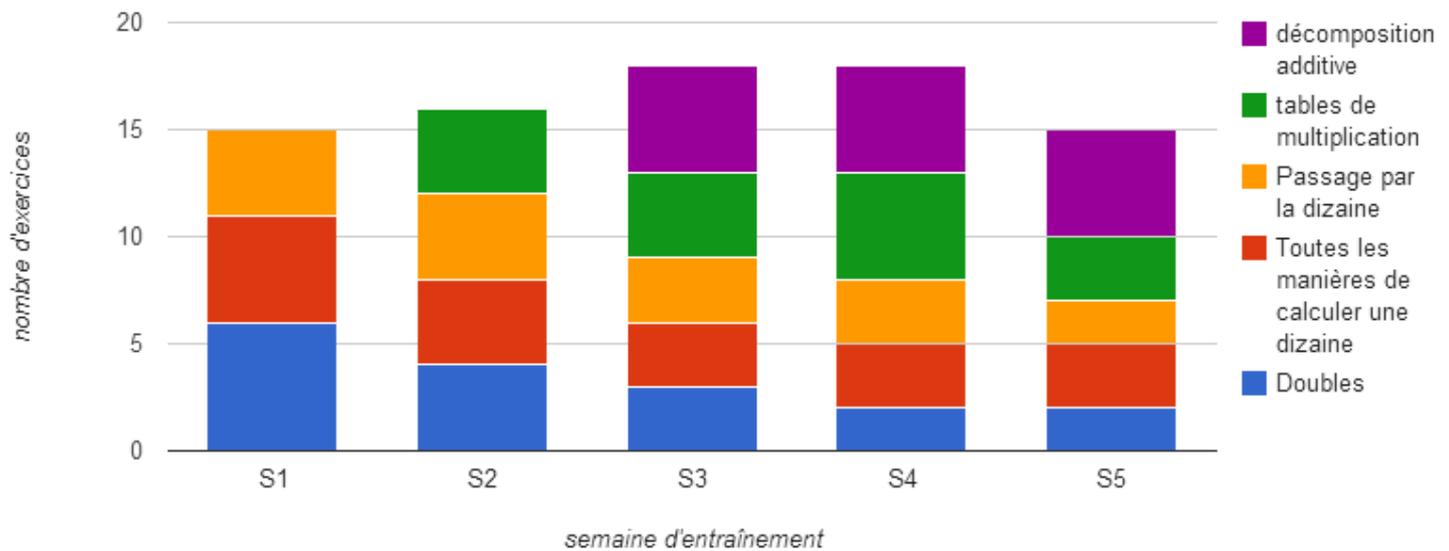
Les stratégies n'ont pas toutes été proposées dès la première semaine. Cela afin de ne pas submerger l'enfant au début de l'entraînement.

Selon Siegler (2010), plusieurs stratégies sont en compétition entre elles et, avec l'expérience, certaines vont être plus fréquemment utilisées alors que d'autres seront moins utilisées. L'auteur a ainsi créé un modèle représentant des vagues qui se chevauchent. Les vagues symbolisant les stratégies.

Le choix de l'ordre d'introduction des stratégies a donc été décidé en fonction de la difficulté à s'approprier les stratégies. Les plus simples à percevoir sont introduites tôt dans le protocole et s'estompent au fur et à mesure avec de moins en moins d'exercices chaque semaine.

Les stratégies les plus difficiles à maîtriser sont introduites plus tardivement mais concernent un nombre d'exercices important chaque semaine.

De plus la stratégie de la décomposition additive reprend des éléments vus lors du passage à la dizaine et de toutes les manières de calculer une dizaine. L'entraînement à ces deux stratégies lors des semaines 1 et 2, aide à comprendre la décomposition additive introduite lors de la semaine 3.



Graphique n°12 : répartition des exercices par technique et par semaine

Évolution de la difficulté

Nous avons cherché à augmenter la difficulté des exercices de manière homogène chaque semaine.

Chaque stratégie évolue indépendamment des autres en terme de difficulté :

- Les **doubles** :

Nous avons jugé intéressant de travailler les doubles allant de 1 à 15 ainsi que tous les doubles de multiples de 5 allant jusqu'à 100. Afin de ne pas submerger l'enfant avec des doubles compliqués, nous les avons introduits progressivement, de la manière suivante :

- Semaine 1 : nous introduisons les doubles de 1 à 10.
- Semaine 2 : en plus des doubles de 1 à 10, nous introduisons les doubles de 11 à 15.
- Semaine 3 : seuls les doubles formés avec des dizaines allant jusqu'à 100 sont abordés.
- Semaine 4 : seuls les doubles formés avec les « demi-dizaines » (25-35-45...)

allant de 25 à 95 sont abordés.

- Semaine 5 : nous proposons un mélange de tous les doubles.

Ce choix s'explique également par le fait que, connaître les doubles de 1 à 10 permet de retrouver très facilement les doubles de dizaines.

Les multiples de 5 terminant par 5 que nous appelons les « demi-dizaines », sont introduites à la fin car leur résolution est facilitée par l'utilisation des doubles de dizaines.

Par exemple : 25 est entre 20 et 30, juste au milieu. Donc le double de 25 sera compris entre 40 et 60, juste au milieu, soit 50.

- **Toutes les manières de calculer une dizaine :**

Cette stratégie a pour but de faire calculer l'enfant plus rapidement lorsqu'il repère une paire de nombres qui font 10. Dans un premier temps, nous ne lui proposons que des paires de nombres à 1 chiffre qui donnent 10 une fois additionnées. Puis nous généralisons aux autres dizaines jusqu'à 50.

Dans un second temps nous lui proposons des soustractions. Selon le même schéma. Les opérations remarquables en premier puis généralisées aux autres dizaines.

- Semaine 1 : nous ne proposons que des additions donnant 10.

- Semaine 2 : nous introduisons des additions donnant 20.

- Semaine 3 : nous introduisons les additions donnant une autre dizaine jusqu'à 50.

- Semaine 4 : nous ne proposons que des soustractions qui donnent 10.

- Semaine 5 : nous introduisons les soustractions pour les autres dizaines jusqu'à 50.

- **Le passage par la dizaine :**

Cette stratégie a pour objectif de faire calculer l'enfant plus rapidement lorsqu'il rencontre un calcul de la forme $x+9$ ou $x+8$. Nous avons transposé à l'écrit cette stratégie uniquement utilisée mentalement. Nous décomposons la stratégie en plusieurs étapes, d'abord une association systématique entre le calcul $x+9$ ou $x+8$ avec sa correspondance $(x+10)-1$ ou $(x+10)-2$. Puis nous introduisons les résultats pour que l'enfant associe ces trois formes écrites.

- Semaine 1 : nous proposons des additions de $3+9$ à $8+9$ ainsi que $4+8$ à $6+8$, avec pour seule correspondance un calcul de la forme $(x+10)-1$ ou -2 .

- Semaine 2 : nous ajoutons des termes à 2 chiffres, de $13+9$ à $15+9$ ainsi qu'une correspondance avec un résultat ou un calcul de la forme $(x+10)-1$ ou 2 .

- Semaine 3 : nous introduisons des intrus et ajoutons des termes jusqu'à $17+9$.

- Semaine 4 : nous faisons évoluer la difficulté au moyen de techniques plus complexes : choix multiples dans le calcul à trou, calcul flash ...

- Semaine 5 : nous proposons une correspondance uniquement entre calcul de la forme $x+9$ et résultat, ainsi que des intrus.

- Les **tables de multiplications** :

Nous avons 4 semaines d'entraînement. Nous avons réparti les tables de 2 à 9 sur les trois premières semaines afin d'en travailler 2 ou 3 à la fois. Nous avons commencé par les tables posant le moins de difficultés aux enfants.

La dernière semaine est consacrée à un mélange des tables les plus difficilement retenues par les enfants.

- Semaine 2 : exercices sur les tables de 2,3,5

- Semaine 3 : exercices sur les tables de 4,6,7

- Semaine 4 : exercices sur les tables de 8,9

- Semaine 5 : exercices sur les tables de 4,6,7,8,9

- La **décomposition additive** :

Nous avons souhaité entraîner la décomposition additive pour des nombres allant jusqu'à 150. La décomposition additive concerne les grands nombres. Nous commençons l'entraînement au delà de 50 afin de manipuler des nombres suffisamment grands. Nous avons réparti cet entraînement sur 3 semaines.

- Semaine 3 : les exercices concernent les calculs ayant un total compris entre 50 et 100.

- Semaine 4 : les exercices concernent les calculs ayant un total compris entre 100 et 150.

- Semaine 5 : les exercices concernent les calculs ayant un total compris entre 50 et 150.

2. Les techniques utilisées

Lavergne Boudier & Dambach (2010) citent une liste d'objets multimédia qui mettent l'apprenant en situation d'agir et augmentent leur motivation à utiliser un jeu.

Ils décrivent un système de cochage à choix fermé (oui/non, vrai/faux) ou un cochage multichoix; un système de « trous » à combler; un système de réponse brève; un système de « drag and drop » (qui consiste à déplacer un objet); un système par association (relier des objets deux à deux).

Nous nous sommes appuyés sur cette liste d'objets multimédia pour créer les exercices. Nous avons utilisé le système de trous à combler, le système par association et adapté le système de cochage multichoix.

Nous avons ajouté d'autres techniques s'inspirant de ces systèmes comme « associer par couleur » qui s'apparente à un système par association où la liaison est figurée par une couleur identique.

Ainsi, 9 techniques ont été utilisées pour varier les exercices :

- **Associer des paires par couleur** (système par association) : L'enfant doit associer deux cartes allant ensemble au moyen de couleurs différentes.

- **Relier les colonnes** (système par association) : L'enfant est en présence de deux colonnes. Il doit relier les termes de chaque colonne qui vont ensemble.

- **Calcul flash** (système de cochage multichoix) : Un calcul apparaît durant quelques secondes. Lorsqu'il disparaît, plusieurs propositions s'affichent. L'enfant doit choisir le bon résultat.

- **Mémoire** : Fonctionnement classique du mémoire. Les cartes à associer sont faces cachées. L'enfant les retourne deux à deux. Il juge alors si la paire est bonne en cliquant sur un bouton « valider » ou s'il juge que les deux cartes ne vont pas ensemble, il clique sur le bouton « retourner ».

- **Dominos** (système de cochage multichoix) : L'enfant doit continuer une suite de dominos, en respectant la règle des dominos classiques.

- **Compléter des boîtes** (système de cochage multichoix) : Des boîtes sont présentées à l'enfant. Il est inscrit le nombre maximum d'éléments que peut contenir une boîte. Cette boîte est déjà partiellement remplie. L'enfant doit choisir la bonne proposition qui complète la boîte.

- **Mémoire multiplicatif** (système de cochage multichoix) : Une carte est présentée à l'enfant avec le résultat d'une multiplication. Dans deux colonnes, il doit trouver les bons termes qui, multipliés, donnent le résultat présenté.

- **Calcul à trou** (système de trous à combler / Système de cochage multichoix) : Un calcul, dont il manque une partie, est présenté à l'enfant. L'enfant doit choisir le morceau qui complète le calcul parmi plusieurs propositions qui lui sont faites.

- **Remettre dans le bon ordre** (système de trous à combler) : Les termes et les signes d'une opération sont mélangés. L'enfant doit les remettre dans l'ordre pour obtenir une opération correcte.

Chaque technique a servi pour différents thèmes. Le tableau ci-dessous décrit la répartition des techniques en fonction des thèmes.

	Doubles	Toutes les manières de calculer une dizaine	Passage par la dizaine	Tables de multiplications	Décomposition additive	Nombre d'exercices par technique
Associer les couleurs	5		1	3		9
Relier les colonnes	6		6	2		14
Calcul flash	3	2	2	2		9
Mémory	3		2			5
Dominos		5	2	5		12
Compléter des boîtes		3			7	10
Mémory multipliant				4		4
Calcul à trou		7	1		6	14
Remettre dans le bon ordre		1	2		2	5
Nombre d'exercice par stratégie	17	18	16	16	15	

Tableau n°1 : répartition des exercices par technique et par stratégie

Cette distribution a pour objectif de proposer chaque jour à l'enfant, des approches variées pour les différentes stratégies.

Le but est également de ne pas stéréotyper un exercice et d'éviter d'assimiler une technique à

une stratégie particulière. Toutefois certaines techniques comme le memory multipliant ne se prêtent qu'à un seul type de calcul. Ce qui rend son utilisation limitée aux tables de multiplications.

3. Les exercices

Nous avons proposé un total de 82 exercices répartis de la manière suivante :

- Doubles : 17 exercices.
- Toutes les manières de calculer une dizaine : 18 exercices.
- Passage par la dizaine : 16 exercices.
- Tables de multiplications : 16 exercices.
- Décomposition additive : 15 exercices.

Les exercices sont présentés à l'enfant à raison de 3 exercices, parfois 4, par niveau.

La totalité des 82 exercices sont reproduits dans le document en annexe, intitulé « Les 82 exercices » (Annexe n°1)

4. Didacticiel

Nous avons créé un didacticiel pour présenter les techniques à l'enfant.

Sockeel & Anceaux (2008) décrivent les prérequis d'un pré-test, dont nous nous sommes inspirés pour créer le didacticiel. Le pré-test doit donc être une épreuve d'un type très semblable à l'expérience proprement dite. En revanche, si le pré-test est trop proche de l'expérience, cela peut produire des effets d'interférence sur les résultats de l'expérimentation puisqu'il peut y avoir un effet d'apprentissage par exemple.

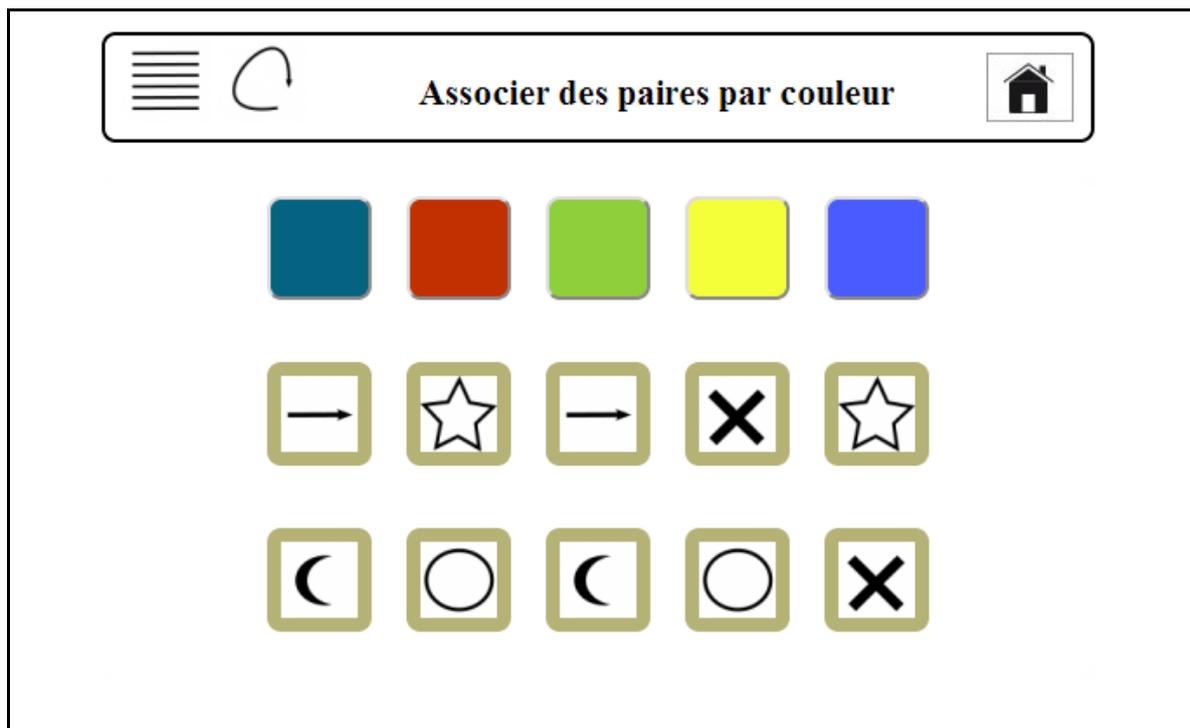
Ainsi, le pré-test et l'expérience doivent posséder les mêmes bases théoriques, travailler les mêmes processus psychologiques, sans pour autant trop se ressembler, pour éviter de biaiser les résultats.

Ainsi, pour concentrer l'attention de l'enfant sur la méthode de résolution de l'exercice et non sur le calcul, nous avons choisi de manipuler des formes ou des couleurs et non des nombres durant le didacticiel.

Le didacticiel comporte un exemple pour chaque technique utilisée dans l'application :

- Associer des paires par couleur
- Relier des colonnes
- Calcul flash
- Mémoire
- Dominos
- Remplir des emplacements (compléter des boîtes)
- Mémoire multipliant
- Calcul à trou
- Remettre dans le bon ordre

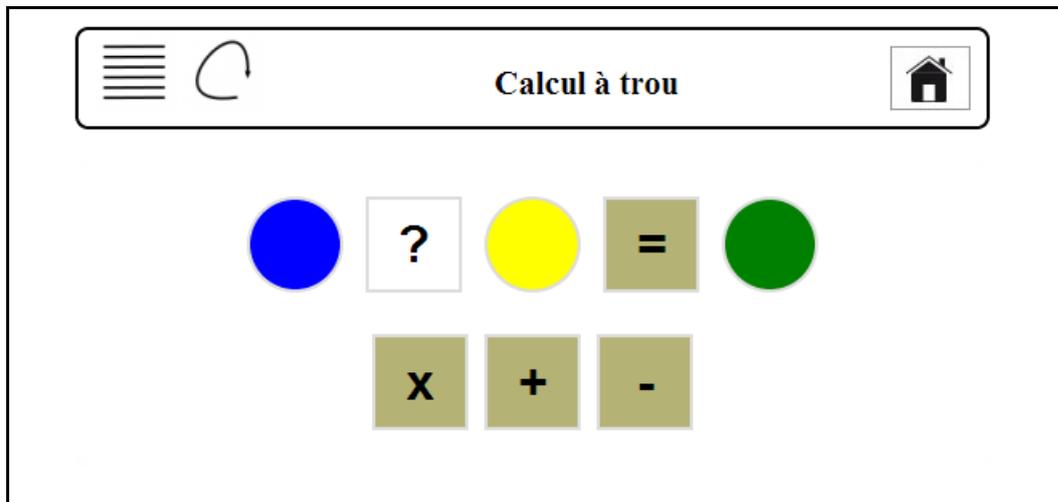
Par exemple il faut associer par couleur deux formes semblables pour la technique « Associer des paires par couleur ».



Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°1 :

didacticiel - Associer des paires par couleur

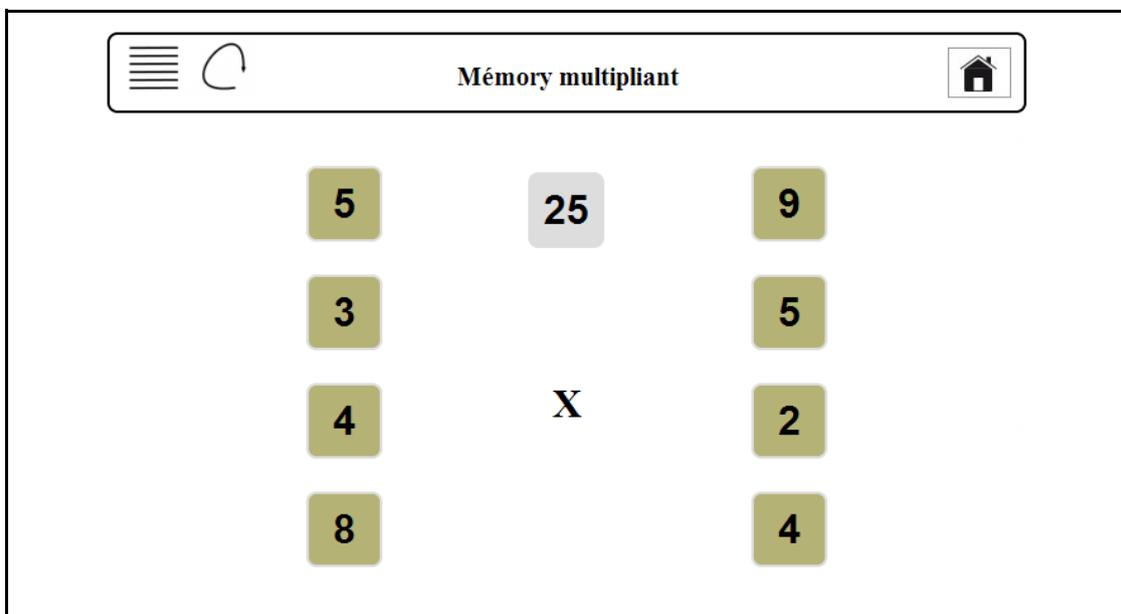
Pour la technique « Calcul à trou », l'enfant doit compléter une opération dont les termes sont des couleurs. Un signe est manquant. Il doit le retrouver parmi 3 propositions.



Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°2 :
didacticiel - Calcul à trou

Toutefois, pour la technique du « Memory multipliant » il nous a été impossible de proposer un exercice n'utilisant pas de nombres étant donnée la nature de cette technique.

Ainsi il a été proposé à l'enfant de retrouver les termes à multiplier pour donner le résultat recherché (ici 25). Il devait cliquer sur une case de la colonne de gauche puis sur une case de la colonne de droite.



Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°3 :
didacticiel - Memory multipliant

Ce didacticiel a été présenté durant la séance de bilan pré-protocole. Pour certains enfants, cette séance a eu lieu 15 jours avant le début du protocole. Ainsi des améliorations graphiques ont été apportées aux exercices, afin d'apporter de la lisibilité, et de faciliter la compréhension de la consigne. Par exemple, pour le memory multipliant, la colonne de gauche a été coloriée en rouge, et celle de droite en bleu, de la manière suivante :

Mémory multipliant

La carte grise est le résultat d'une opération. Il faut que tu retrouves les bons nombres de cette opération. Pour cela, choisis la bonne carte bleue et multiplie-la avec la bonne carte rouge.

2	48	7
6	X	8
4		9
5		10

Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°4 :

semaine 4, jour 4 - Mémory multipliant

C. Application

Nous avons choisi d'utiliser la tablette tactile comme support d'entraînement.

Pour cela nous avons confié la conception d'une application à Arnaud BUNEL, ingénieur en informatique et développeur.

1. Généralités

L'application a pour titre « Samba dans la jungle des nombres ».

Tout le programme d'entraînement passe par cette application. C'est à partir de cette application que l'enfant réalise ses exercices chaque jour. Elle comprend la totalité des éléments nécessaires à l'entraînement. Il n'a besoin d'aucun autre outil extérieur.

L'application développée et présentée aux enfants était une première version dont le graphisme n'était pas optimisé.

De plus, l'accès à l'application ne se fait pas via les magasins d'application des différents OS mobiles. Pour accéder à *Samba dans la jungle des nombres* il faut connecter la tablette tactile à internet et ouvrir une page via le navigateur internet de la tablette.

Le choix s'est porté sur une application mobile web¹² afin d'être compatible avec le maximum de modèles de tablette possible. Le seul prérequis est donc que la tablette soit équipée d'un navigateur web récent.

L'utilisation de la page internet est similaire à l'utilisation d'une application, à la différence que l'affichage n'est pas automatiquement en plein écran et qu'une connexion à internet est indispensable.

C'est pourquoi nous utilisons le terme « application » et non le terme de « page internet » ou « site internet ».

Chaque utilisateur se voit attribuer un « compte utilisateur » auquel il accède au moyen d'un identifiant et d'un mot de passe fourni par le développeur.

¹² Application pour appareil mobile (smartphone ou tablette tactile) passant par le navigateur internet.

2. Architecture de l'application

Samba dans la jungle des nombres est répartie en 6 pages :

- *Page d'accueil*

C'est à partir de cette page que l'utilisateur entre sur sa session. Il peut y entrer son identifiant et son mot de passe. Une fois connecté, 3 boutons apparaissent :

- « changer d'utilisateur » : permet de fermer son compte.
- « accès aux exercices » : permet d'accéder au plateau de jeu.
- « didacticiel » : permet d'accéder au didacticiel.

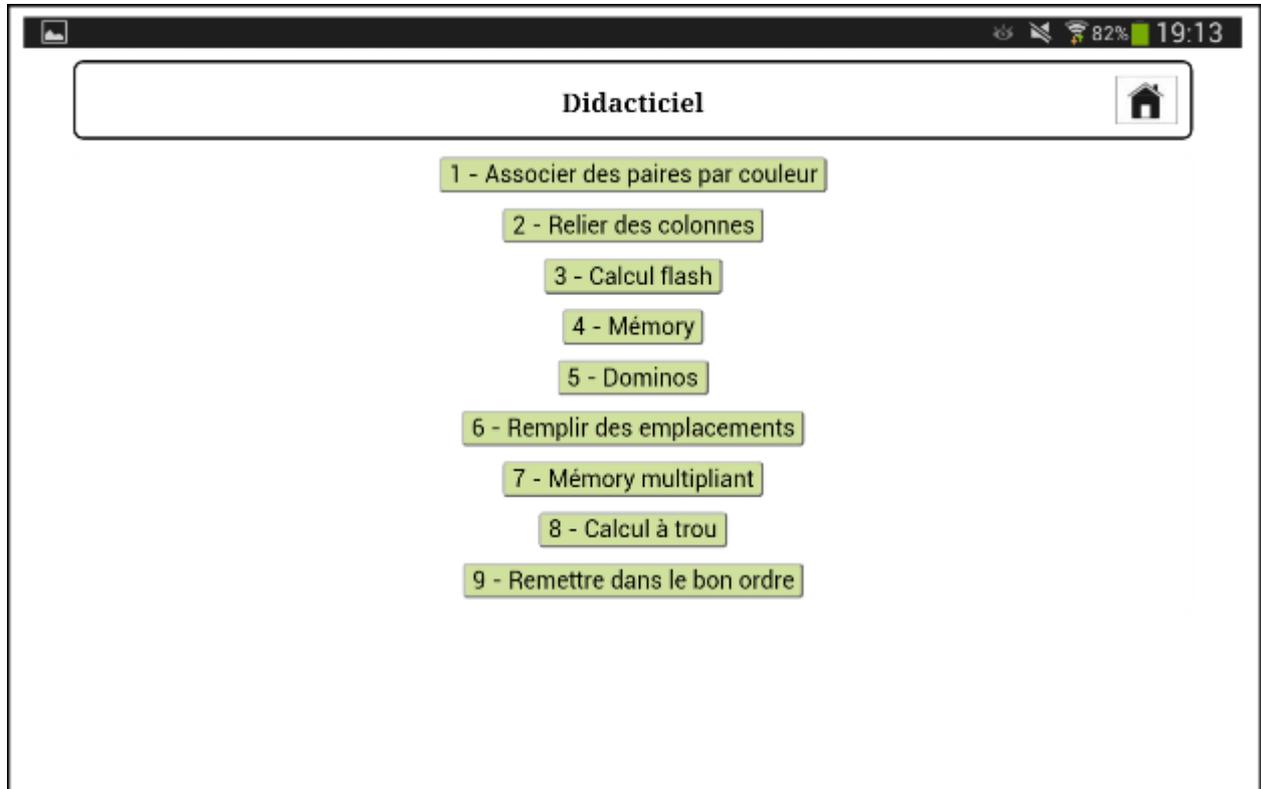


Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°5 :

page d'accueil

- *Page de didacticiel*

A partir de cette page, l'utilisateur peut accéder aux exercices du didacticiel. Un bouton en forme de maison permet de retourner à la page d'accueil.

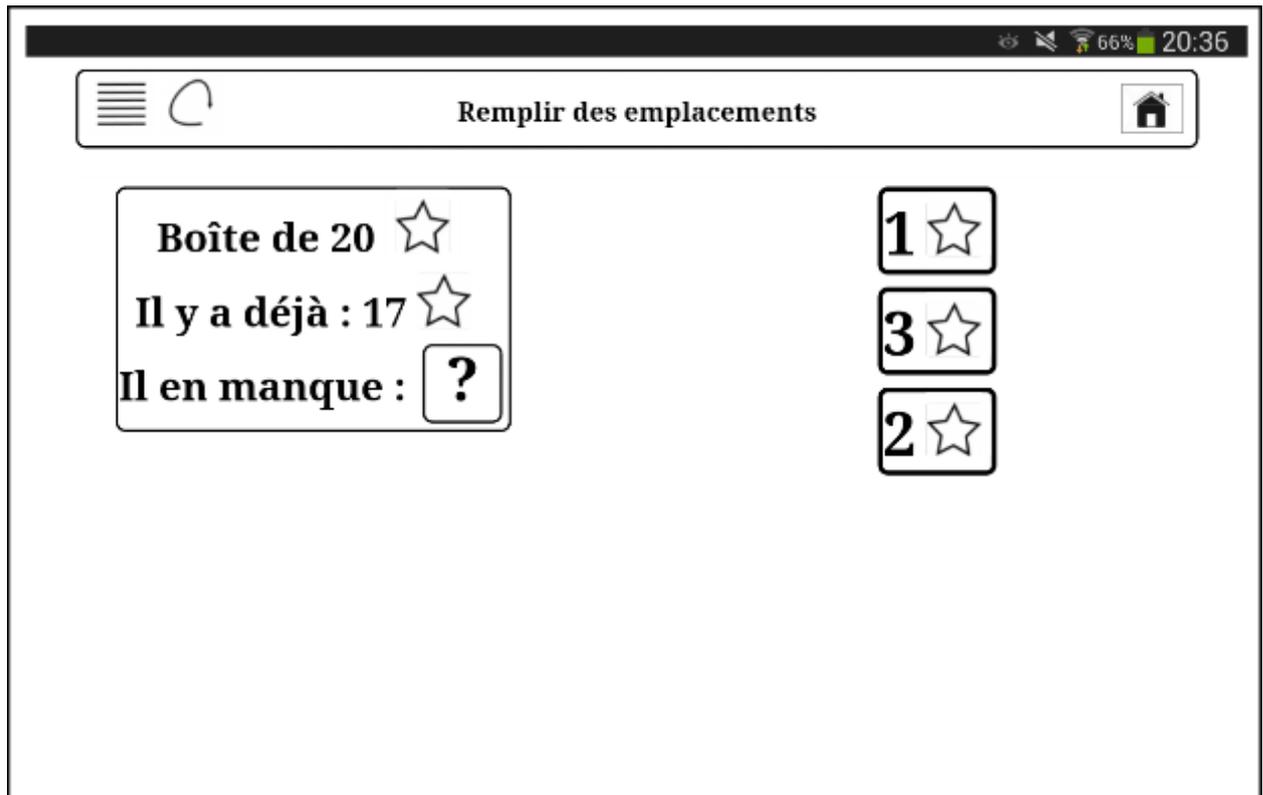


Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres n°6* :
page de didacticiel

- *Page d'exercice (didacticiel)*

L'exercice apparaît au centre de la page.

Tout en haut de la page un cadre contient le titre de l'exercice ainsi qu'un bouton pour revenir au sous-menu (empilement de lignes horizontales), un bouton pour refaire l'exercice (en forme de flèche) et un bouton pour revenir au plateau directement (bouton en forme de maison).



Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres n°7* :
page d'exercice du didacticiel - compléter des boîtes

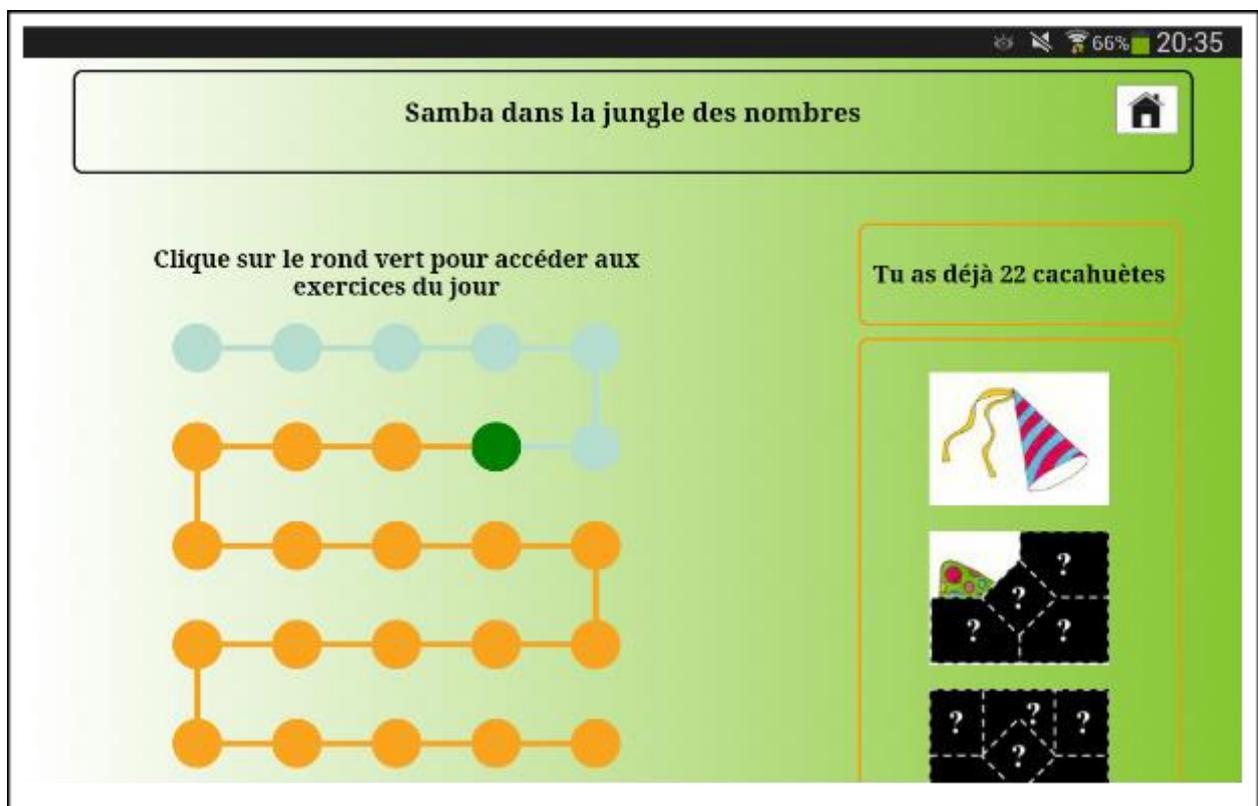
- *Le plateau de jeu*

A partir de cette page, l'utilisateur a accès à plusieurs informations :

- Le circuit des 25 niveaux est accessible. Un niveau est représenté par une boule. Une boule verte indique le niveau actuel, une boule orange est un niveau à venir, une boule bleue représente un niveau terminé. En cliquant sur la boule verte, l'utilisateur est dirigé vers la page de sous-menu.

- Il a accès au niveau de cacahuète et aux objets déjà récupérés ou à récupérer.

Un bouton en forme de maison permet de retourner à la page d'accueil.



Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°8 :

plateau de jeu

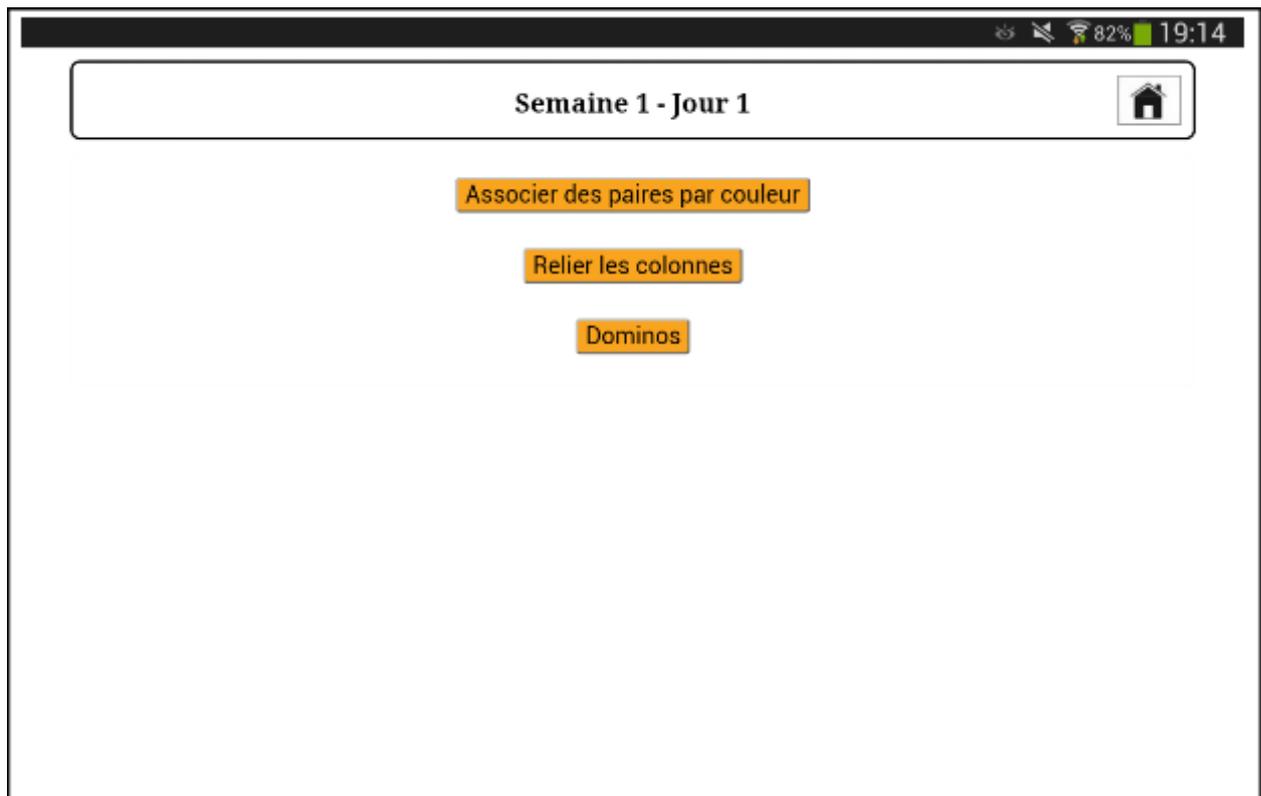
- *Le sous menu*

Sur cette page sont répertoriés tous les exercices accessibles pour ce niveau.

L'utilisateur peut accéder aux exercices en cliquant sur le bouton représentant un exercice.

L'ordre d'accès aux exercices n'est pas fixé. L'utilisateur peut commencer par celui qu'il désire.

Un bouton en forme de maison permet de retourner au plateau de jeu.



Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°9 :
page de sous-menu

- *La page d'exercice*

L'exercice apparaît au centre de la page.

Tout en haut de la page un cadre contient le titre de l'exercice ainsi qu'un bouton pour revenir au sous-menu (empilement de lignes horizontales) et un bouton pour revenir au plateau directement (bouton en forme de maison).



Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°10 :
page d'exercice - exemple d'exercice entraînant les doubles par la technique d'association par
couleur

Le graphique ci-dessous présente les différents chemins que l'utilisateur peut emprunter pour se déplacer sur l'application une fois qu'il s'est identifié, ainsi que les différents boutons sur lesquels il doit cliquer pour naviguer d'une page à une autre. Cet organigramme n'est pas explicitement donné à l'enfant. Toutefois la fonction de chaque bouton est expliquée dans un fichier d'aide transmis à l'enfant (Annexe n°6).

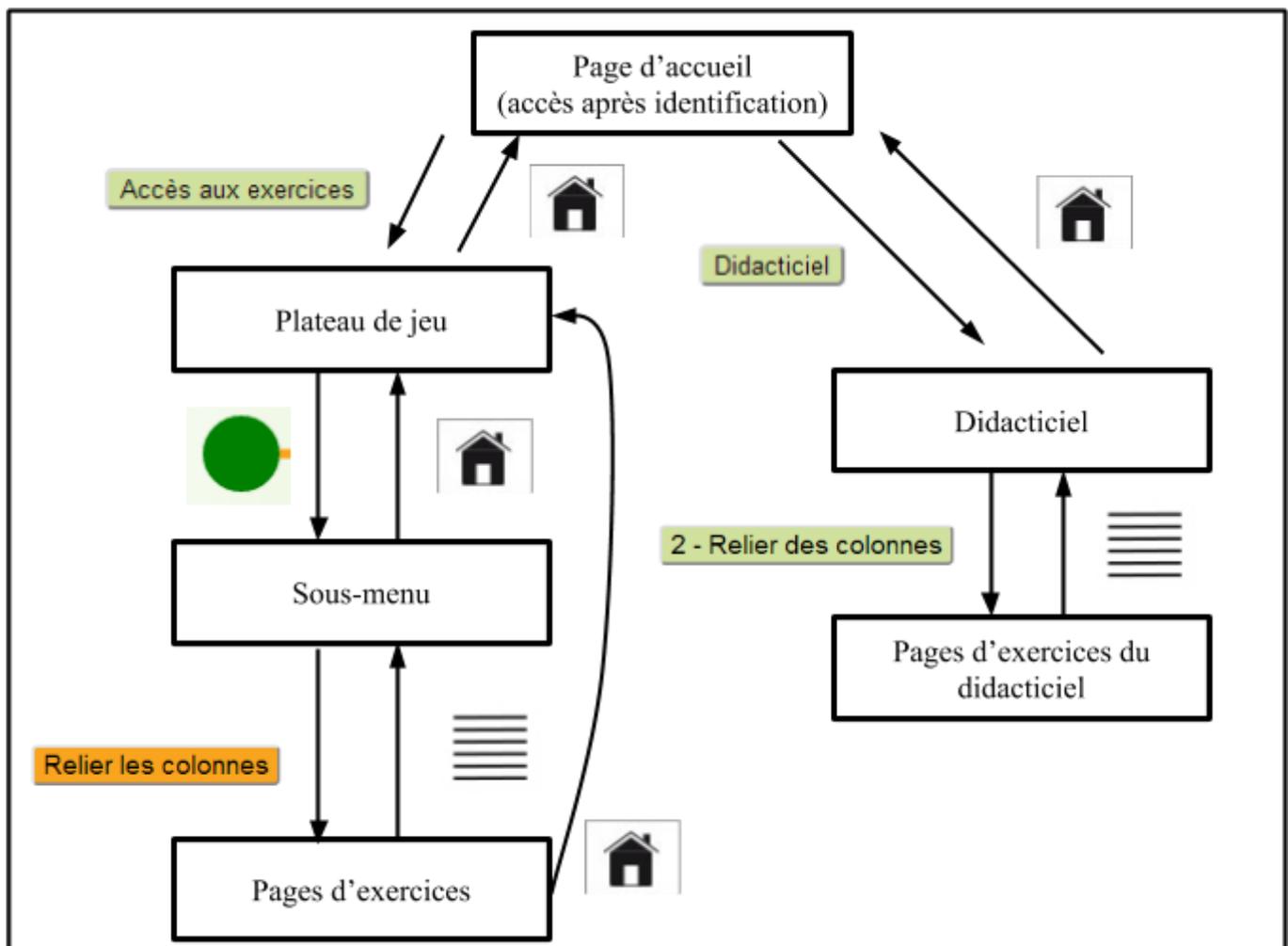


Figure n°3 : organigramme de l'application, lien entre les différentes pages et boutons permettant de naviguer entre elles

3. Design et histoire

Lavergne Boudier & Dambach (2010) donnent les caractéristiques d'un « jeu multimédia ».

Il faut que le jeu ait :

- un scénario, une histoire fictive qui sert de support aux apprentissages spécifiques.
- des indicateurs de victoire correspondant à des objectifs atteints. Ces indicateurs peuvent être des pièces d'un puzzle, des objets à collectionner...
- des modèles d'apprentissages structurés pour être introduits naturellement dans le scénario.

Afin d'impliquer l'enfant dans le protocole et lui donner envie de continuer chaque jour les exercices, nous avons inventé une histoire pour renforcer le côté ludique. Cette histoire peut convenir aux deux sexes et a été étudiée pour être intéressante et compréhensible pour des enfants d'âge primaire.

3.1 Les personnages

Nous avons introduit deux personnages :

- Samba : le perroquet, c'est le héros de l'histoire.
- le singe farceur : le « méchant » de l'histoire contre qui Samba doit lutter.

3.2 L'histoire

L'histoire est racontée à l'enfant sous forme d'une planche de bande dessinée qui lui est fournie avant le début de l'entraînement (annexe n°2). Cette BD introduit les personnages et les objets.

Sur cette première planche, l'enfant apprend que Samba s'est fait inviter au carnaval. Il prépare ses affaires et s'envole vers le lieu de la fête. Mais en chemin il se fait assommer et voler son sac par le singe farceur. Il s'envole alors à la poursuite de son agresseur pour récupérer ses affaires.

Durant l'entraînement, l'enfant récupère des objets et des cacahuètes que nous présenterons plus tard. Il poursuit le singe farceur chaque jour.

Une seconde planche de bande dessinée apparaît une fois qu'il a fini le dernier exercice de l'entraînement (annexe n°3). Cette planche rappelle à l'enfant qu'il a réalisé ses objectifs (cacahuètes et objets), et le félicite pour le travail accompli. Cet accomplissement est symbolisé par l'arrivée au carnaval du perroquet déguisé, chargé d'un gros sac de cacahuètes.

4. L'évaluation

Lavergne Boudier & Dambach (2010) décrivent également l'évaluation qui doit être intégrée au scénario.

Ils distinguent 3 formes d'évaluation :

- l'évaluation prédictive : qui permet de choisir un programme adapté au profil de l'apprenant.
- l'évaluation sommative : qui sert de bilan. Il permet de valider une étape ou l'entraînement s'il est placé à la fin.
- L'évaluation formative : qui consiste à proposer un complément de formation en fonction des erreurs de l'apprenant.

Cette évaluation peut être matérialisée par l'achèvement d'un puzzle, la sortie d'un labyrinthe...

Dans notre programme, nous avons choisi de matérialiser cette évaluation grâce à deux systèmes :

- des objets à récupérer chaque jour.
- des cacahuètes à récupérer à chaque exercice.

Ces deux systèmes sont des évaluations de type sommative mais qui ne bloquent pas la progression de l'enfant. Elles ont valeur d'indication de bon déroulement de son entraînement.

◆ Les objets

Dans l'histoire, le perroquet cherche à récupérer ses objets.

Nous avons créé 5 objets : le chapeau de fête, le noeud papillon, le masque, la bouteille de jus de pomme pétillant, les confettis.

Chaque objet est découpé en 5 fragments, de sorte que l'enfant récupère un fragment d'objet

chaque jour, une fois tous les exercices finis. Il obtient donc un objet complet en fin de semaine.

Les objets obtenus et les objets cachés sont visibles sur le plateau de jeu.

L'objectif de ce système est de favoriser l'observance de l'enfant en lui donnant envie de revenir le lendemain pour récupérer un autre fragment.

◆ Les cacahuètes

Samba est un perroquet gourmand qui adore les cacahuètes !

Ainsi nous avons mis en place un système de « récompense » pour le perroquet qui reçoit 1 à 3 cacahuètes par exercice en fonction de la réussite de l'enfant.

Un exercice très bien réalisé fera gagner 3 cacahuètes, un exercice moins bien réalisé fera gagner 2 cacahuètes et un exercice encore moins bien réalisé n'en fera gagner qu'une seule.

Calcul des cacahuètes en fonction des techniques :

Le choix des erreurs à pénaliser se fait en fonction des techniques :

- **Associer des paires par couleur** : une erreur correspond à une paire mal associée.

- **Relier les colonnes** : une erreur correspond à une paire mal associée.

- **Calcul flash** : une erreur correspond à une mauvaise case cochée. L'enfant peut donc faire plusieurs erreurs par calcul. S'il clique sur une mauvaise case, elle s'entourera de rouge, signifiant son erreur.

- **Mémory** : pour le memory, on ne comptabilise pas le nombre d'erreurs, mais le nombre de paires retournées. C'est à dire à chaque fois qu'il clique sur le bouton « retourner ».

- **Dominos** : une erreur est comptabilisée lorsque l'enfant clique sur un mauvais domino.

- **Compléter des boîtes** : une erreur correspond à une mauvaise case cochée. L'enfant peut donc faire plusieurs erreurs par boîte. S'il clique sur une mauvaise case, elle s'entourera de rouge, signifiant son erreur.

- **Mémoire multipliant** : une erreur correspond à une paire mal associée.

- **Calcul à trou** : une erreur correspond à une mauvaise case cochée. L'enfant peut donc faire plusieurs erreurs par calcul. S'il clique sur une mauvaise case, elle s'entourera de rouge, signifiant son erreur.

- **Remettre dans le bon ordre** : une erreur correspond à un élément placé au mauvais endroit.

Un message avertit l'enfant qu'il a fait une erreur. Il voit s'afficher à l'écran une phrase comme « ce n'est pas ça » ou « ce n'est pas le bon domino ».

Plus l'enfant fait d'erreurs, moins il aura de cacahuètes. Des seuils ont été définis pour chaque exercice. Ces niveaux sont recensés dans le document « les 82 exercices » (Annexe n°1).

Score total :

Chaque jour l'enfant peut voir le nombre total de cacahuètes qu'il a gagné depuis le début de l'entraînement. Ce total se trouve sur le plateau de jeu, au dessus des objets.

Le nombre minimum de cacahuètes qu'un enfant peut obtenir est de 82 (1 cacahuète pour chacun des 82 exercices).

Le nombre maximum de cacahuètes qu'il peut obtenir est de 246 (3 cacahuètes pour chacun des 82 exercices).

L'objectif est de récompenser la réussite de l'enfant. Cela lui permet aussi de voir s'il a bien réussi un exercice grâce à un système simple et non pénalisant. Enfin, cela nous permet d'entraîner la motivation de l'enfant à faire « du mieux qu'il peut », et ainsi éviter autant que possible les réponses au hasard.

5. Suivi de l'activité : accès administrateurs

Afin de suivre l'évolution des enfants, le développeur a créé des comptes « administrateur » pour les étudiants.

Ces comptes ont accès à trois pages de plus que les comptes des enfants testeurs.

- *Page d'accès à tous les exercices*

A partir de laquelle, les administrateurs ont accès à tous les exercices de leur choix sans respecter le déroulement chronologique de l'entraînement. Cela permet un contrôle plus rapide des exercices.

- *Page de suivi de l'activité*

Cette page recense l'activité de tous les comptes de manière chronologique, en temps réel.

Prénom ou Nom	Semaine	Exercice	Durée (h:mm:ss)	Nb échecs	Date
Patient2		LOGIN			jeudi, 1 mai 2014 13:49:38
Patient2		LOGIN			jeudi, 1 mai 2014 13:49:25
Patient2	5	s5j5e3	0:00:57	2	jeudi, 1 mai 2014 13:18:45
Patient2	5	s5j5e2	0:00:50	0	jeudi, 1 mai 2014 13:17:42
Patient2	5	s5j5e1	0:00:22	0	jeudi, 1 mai 2014 13:16:45
Patient2		LOGIN			jeudi, 1 mai 2014 13:15:53
Patient2	5	s5j4e3	0:01:44	3	mercredi, 30 avr. 2014 23:28:58
Patient2	5	s5j4e2	0:00:39	0	mercredi, 30 avr. 2014 23:26:00
Patient2	5	s5j4e1	0:00:58	0	mercredi, 30 avr. 2014 23:24:39
Patient2	5	s5j3e3	0:01:15	0	mercredi, 30 avr. 2014 21:41:39
Patient2	5	s5j3e2	0:00:43	4	mercredi, 30 avr. 2014 21:40:19
Patient2	5	s5j3e1	0:00:27	0	mercredi, 30 avr. 2014 21:39:31
Patient2		LOGIN			mercredi, 30 avr. 2014 21:38:54

Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°11 :
page de suivi de l'activité - exemple d'activité du patient 2 (compte testeur)

Cette page permet de contrôler l'avancement des enfants et d'avoir accès à trois informations essentielles pour l'orthophoniste :

- le code de l'exercice réalisé par l'enfant. Un code de type SxJyEz (S pour semaine, J pour jour et E pour exercice) permet à l'administrateur de connaître l'exercice réalisé par l'enfant. Cela nous renseigne également sur la date et l'heure à laquelle a été réalisé

l'exercice.

- le temps passé pour chaque exercice. Un chronomètre se déclenche quand l'enfant ouvre une page exercice. Il s'arrête lorsque le message « bravo tu as fini cet exercice » apparaît.

- le nombre exact d'erreurs de l'enfant.

Ces deux dernières informations combinées nous permettent de savoir quelles stratégies ont posé problème à l'enfant. Elles nous permettent également d'observer l'évolution de l'enfant sur les 5 semaines d'entraînement.

- *page information utilisateurs*

Cette page renseigne sur le niveau à réaliser (le niveau 3 correspond au 3e jour d'entraînement, le niveau 4 au 4e jour etc. Le niveau 26 indique que l'entraînement est terminé.) et sur leur total de cacahuètes à ce jour.

C'est aussi de cette page que l'administrateur peut modifier le délai entre deux niveaux.

Information Utilisateurs			
Prénom / Nom	Délai entre 2 niveaux (jour:heure:minute)	Niveau courant	Nb total cacahuètes
Arnaud Bunel (1)		1	0
Marie Bunel (2)		1	0
Maxime Bizot (3)		1	0
Patient1 Patient1 (4)	0j 00 h 03 mn	1	
Patient2 Patient2 (5)	0j 00 h 03 mn	26	244
Patient3 Patient3 (6)	0j 00 h 00 mn	7	22
██████████	0j 16 h 00 mn	26	204
██████████	0j 16 h 00 mn	25	230
██████████	0j 16 h 00 mn	26	229
██████████	0j 16 h 00 mn	26	236
██████████	0j 16 h 00 mn	26	213
██████████	83j 08 h 00 mn	1	
██████████	0i 16 h 00 mn	26	227

Capture d'écran de l'application *Samba dans la jungle des nombres* n°12 :
page information utilisateurs

L'enfant doit réaliser au maximum un niveau par jour. Afin de respecter ce délai entre les niveaux, un chronomètre se déclenche une fois le dernier exercice du niveau achevé. Ce chronomètre bloque l'application pendant un temps défini par l'administrateur.

Le temps de verrouillage a été fixé à 16h. Il contraint l'enfant à ne faire qu'un niveau par jour (même s'il complète un niveau à 8h le matin avant d'aller à l'école, il ne pourra rejouer qu'à minuit.) D'autre part il n'est pas trop long pour permettre à un enfant qui joue à 22h, de jouer dès 14h le lendemain. Ce qui permet de jouer à des horaires différents chaque jour, en fonction des disponibilités familiales.

D. Méthode

Notre protocole se déroulera en trois étapes :

1. Bilan pré-protocole et présentation du protocole

Dans un premier temps, nous devons faire l'état des lieux des connaissances de l'enfant et du fonctionnement de sa pensée mathématique.

Pour cela nous réalisons une rencontre précédant l'entraînement.

Cette rencontre s'effectue en présence de l'enfant, des parents de l'enfant ainsi que de l'orthophoniste en charge de l'enfant si elle le désire.

Au cours de cette rencontre d'une heure et demie, le protocole et l'application sont présentés à l'enfant, aux parents et à l'orthophoniste. Pour cela, nous avons demandé à l'enfant d'apporter sa tablette.

1.1 Présentation du protocole

La séance commence par la présentation du protocole aux familles. Il leur est expliqué tous les paramètres de l'entraînement :

- la durée : 15 minutes d'entraînement pendant 25 séances réparties équitablement sur 5 semaines.

- le temps de repos de 2 jours par semaine à respecter (ni plus ni moins).

- les conditions d'entraînement : l'enfant doit réaliser cet entraînement sur tablette

tactile, seul, sans aide de ses parents, dans un endroit calme. De plus il doit pouvoir faire tous les exercices en une seule fois, donc ne doit pas répartir les exercices dans la journée.

Si l'enfant et la famille sont d'accord, nous convenons ensemble d'une date de début et de fin de l'entraînement et nous faisons signer une demande d'accord parental.

1.2 Signature de l'accord parental

Une demande d'accord parental est signée par les parents (annexe n°4). Ce document, en plus de recueillir l'accord parental nécessaire à la mise en place du protocole, reprend les principales informations concernant le protocole proposé à l'enfant :

- le contexte (mémoire de fin d'étude d'orthophonie) ainsi que l'objectif de ce protocole.

- la durée du protocole (5 semaines) et les dates de début et de fin.

- le nombre de séances par semaine (5 séances).

- la durée d'une séance (15 minutes).

- la date de la séance de bilan pré-protocole.

- la date de la séance de bilan post-protocole.

- des recommandations quant aux conditions de l'entraînement à la maison (faire les exercices seul, sans aide, dans un environnement calme.)

- les coordonnées des étudiants proposant le protocole (numéro de téléphone).

Ce document est daté et signé en double exemplaire. L'un allant aux parents, l'autre aux étudiants.

1.3 Présentation de l'application et du didacticiel

L'application est présentée à l'enfant et aux parents.

Nous lui fournissons l'identifiant ainsi que le mot de passe pour accéder à son compte utilisateur. Une fois connecté à l'application sur sa tablette, nous lui présentons la page d'accueil avec ses différents boutons.

Le bouton « accès aux exercices » renvoyait vers un message annonçant que cette page serait accessible plus tard. Cette page n'était accessible qu'au début du protocole afin que l'enfant commence les exercices à la date prévue.

Le didacticiel est présenté à l'enfant. Il nous permet de proposer toutes les techniques que l'enfant sera amené à utiliser durant l'entraînement. De plus il permet à l'enfant de se familiariser avec les boutons permettant la navigation dans l'application (comme le bouton maison pour revenir à la page d'accueil et le bouton représentant des lignes horizontales pour revenir au sous-menu.)

A l'issue de cette présentation qui prend un tiers du temps de l'entretien, les parents quittent la salle. Nous proposons à l'enfant le bilan de pré-protocole.

1.4 Bilan pré-protocole

Ce bilan est composé d'épreuves du ZAREKI-R (Von Aster & Dellatolas, 2006), du Numérical (Gaillard, 2000), et de la BALE (Bosse, Jacquier-Roux, Lequette, Pouget, Valdois & Zorman, 2010).

Nous avons choisi de ne faire passer que six épreuves sur les douze contenues dans le bilan complet du ZAREKI-R.

Nous avons éliminé les épreuves d'estimation (positionnement de nombres sur une échelle, estimation visuelle de quantités, estimation qualitative de quantités en contexte) qui ne concernent pas directement les compétences que nous cherchons à développer dans notre protocole d'entraînement. Les problèmes arithmétiques présentés oralement n'ont pas été proposés puisqu'ils ne concernent pas le calcul directement.

Nous avons remplacé l'épreuve de mémorisation et répétition orale de chiffres par l'épreuve de Mémoire de travail de la BALE qui comprend un module de mémorisation verbale en plus.

Enfin, nous avons choisi de remplacer l'épreuve de calcul mental de la batterie ZAREKI-R, par celle du Numérical, qui est plus complète. Cette épreuve propose des calculs pour les 4 opérations (contre 3 pour le ZAREKI-R) ainsi qu'un module supplémentaire « calcul et numération » évaluant de grands termes (cent et mille).

Nous avons choisi de faire passer les épreuves de lecture et de compréhension écrite de la BALE. Ce choix s'explique par le fait que dans notre entraînement, les consignes sont données à l'écrit. Nous avons donc exclu les épreuves de langage oral. De plus l'enfant est en autonomie, il ne peut donc pas demander d'aide à ses parents pour lire. Il doit donc

comprendre et lire correctement pour pouvoir réaliser les exercices. Nous avons par conséquent exclu la lecture de logatomes, qui a pour unique objectif d'évaluer la voie d'assemblage, or cette aptitude ne nous intéresse pas directement pour notre protocole.

→ Les épreuves du ZAREKI-R, (Von Aster & Dellatolas, 2006) :

◆ Dénombrement de points

Objectif : Évaluer les compétences de comptage de l'enfant, ainsi que sa maîtrise des principes de Gelman et la correspondance terme à terme.

Partie 1 : évaluer les capacités de comptage de l'enfant.

Partie 2 : évaluer la correspondance entre la séquence verbal, le pointage et le dénombrement. Ainsi que la capacité à donner le dernier nombre dit comme étant le résultat du dénombrement.

Passation : L'enfant doit compter des points présentés sur des feuilles.

Les consignes sont fixées par les auteurs. Ainsi la consigne à donner à l'enfant pour la partie 1 est : « Sur cette feuille, il y a des points noirs. J'aimerais que tu les comptes. Quand tu as fini de les compter, dis-moi combien il y a de points. »

Pour la partie 2 nous donnons à l'enfant comme consigne : « Maintenant tu comptes les points noirs à voix haute, en les touchant avec ton doigt en même temps que tu comptes. Quand tu as fini de les compter, tu écris ici combien tu as trouvé. » Nous fournissons une feuille blanche et un crayon à l'enfant pour qu'il inscrive le résultat.

Cotation : La cotation s'effectue sous deux formes. Une première forme quantitative : un point est attribué par bonne réponse. Cette cotation qualitative donne une note sur 3 points pour chaque partie, ce qui donne une note pour l'item sur 6 points.

Une seconde forme qualitative : pour la partie 1, nous notons le temps mis par l'enfant, si l'enfant utilise son doigt, s'il compte à l'oral ainsi que ce qu'il dit et fait. Pour la partie 2, nous notons si la séquence verbale, et la correspondance entre la séquence verbale et le pointage sont correctes. Nous notons également si chaque point a été compté (et s'il ne l'a été qu'une seule fois) et si la réponse écrite correspond à la réponse orale.

◆ Comptage oral à rebours

Objectif : évaluer les compétences de comptage de l'enfant ainsi que sa connaissance de la chaîne verbale orale, et son niveau d'élaboration.

Passation : Cet item se déroule en deux étapes. La première est un comptage à rebours à partir de 23 jusqu'à 1. La consigne à donner à l'enfant est : « J'aimerais que tu comptes en arrière en commençant à 23 jusqu'à 1. Vas-y, commence : 23, 22... »

Dans la deuxième étape, on demande à l'enfant de compter de 67 à 54. La consigne à donner à l'enfant est : « Maintenant, tu comptes en arrière en commençant à 67. Vas-y, commence ». Il faut stopper l'enfant une fois arrivé à 54.

Cotation : L'examineur doit noter ce que l'enfant fait et dit dans un cadre prévu à cet effet.

La cotation quantitative se fait par comptage :

- 2 points si le comptage à rebours est exact
- 1 point si l'enfant fait une seule erreur
- 0 point s'il fait plus d'une erreur

Ce qui donne un total sur 4 points pour les deux comptages à rebours.

◆ Dictée de nombres

Objectif : évaluer les compétences de transcodage d'une forme verbale orale à une forme écrite en chiffres arabes.

Passation : L'enfant doit écrire un nombre que l'examineur lui donne oralement.

La consigne à donner à l'enfant est : « Je vais te dire des nombres et tu vas les écrire sur cette feuille. Par exemple si je te dis "deux" tu l'écris ici. Maintenant un autre, écoute bien... ».

Si l'enfant est jeune et ne connaît pas un nombre il doit quand même essayer de l'écrire. L'examineur doit alors rajouter : « Si tu ne sais pas comment écrire le nombre que je te dis, parce que tu ne l'as pas encore appris à l'école, essaie quand même. Écris ce que pourrait être ce nombre pour toi. »

Une répétition par item est possible, mais il faut répéter le nombre dans sa totalité.

Cotation : L'examineur doit noter ce que l'enfant fait et dit dans un cadre prévu à cet effet.

On compte 2 points pour chaque réponse correcte, 1 point s'il y a eu répétition mais que la réponse est correcte, 0 point pour chaque réponse incorrecte ou non réponse.

8 nombres sont donnés à l'enfant. Le score est donc sur 16 points.

◆ Lecture de nombres

Objectif : évaluer les compétences de transcodage d'une forme écrite en chiffres arabes à une forme verbale orale.

Passation : L'examineur présente à l'enfant des feuilles avec un nombre écrit en chiffres arabes que l'enfant doit lire.

La consigne à donner à l'enfant est : « Maintenant je vais te montrer des nombres et j'aimerais que tu lises à voix haute. » Un exemple est donné à l'enfant (on lui fait lire 2).

Si l'enfant est jeune et ne connaît pas un nombre il doit quand même essayer de le lire. L'examineur doit alors rajouter : « Si tu ne connais pas le nombre que je te montre parce que tu ne l'as pas encore appris à l'école, essaie quand même. Dis ce que pourrait être ce nombre pour toi. »

Cotation : L'examineur doit noter ce que l'enfant fait et dit dans un cadre prévu à cet effet.

On compte 2 points pour chaque réponse correcte, 1 point pour une réponse initialement incorrecte mais corrigée spontanément, 0 point pour chaque réponse incorrecte ou non réponse.

8 nombres sont présentés à l'enfant. Le score est donc sur 16 points.

◆ Comparaison de deux nombres présentés oralement

Objectif : Évaluer la capacité de comparaison à partir d'un matériel verbal oral. Cette épreuve nous donne également des indications sur les capacités de maintien en mémoire.

Passation : L'enfant doit trouver le plus grand des deux nombres donnés oralement par l'examineur. La consigne à donner à l'enfant est : « Je vais te dire deux nombres et tu dois trouver lequel est le plus grand. Chacune de mes mains tient un nombre. Par exemple, ici je te dis "1" (l'examineur montre sa main gauche en la fermant) et ici je te dis "100" (l'examineur montre sa main droite en la fermant). Le plus grand des deux nombres se trouve ici (montrer la main droite fermée). Touche la main qui tient le nombre le plus grand.»

Pour les enfants plus jeunes, l'examineur rajoute : « s'il y a des nombres que tu ne connais pas, essaie quand même de deviner lequel est le plus grand. »

Une répétition par item est possible mais les deux nombres doivent être répétés.

Cotation : L'examineur doit noter ce que l'enfant fait et dit dans un cadre prévu à cet effet.

Il faut compter 2 points pour chaque réponse correcte, 1 point pour une réponse correcte après répétition, 0 point pour une réponse incorrecte.

◆ Comparaison de deux nombres écrits

Objectif : Évaluer la capacité de comparaison à partir de la forme écrite des nombres.

Passation : Les nombres sont présentés dans un tableau avec 2 nombres par ligne.

La consigne à donner à l'enfant est : « Sur cette feuille il y a 10 lignes et, sur chacune, j'ai écrit deux nombres. J'aimerais que tu les compares et que tu entoures celui qui est le plus grand des deux. » Un exemple est donné avec 1 et 100 écrits sur une première ligne.

Pour les enfants plus jeunes, l'examineur rajoute : « S'il y a des nombres que tu ne connais pas, essaie quand même de deviner lequel est le plus grand. »

Cotation : L'examineur doit noter ce que l'enfant fait et dit dans un cadre prévu à cet effet.

L'examineur attribue 1 point par réponse correcte, 0 point pour une réponse incorrecte.

Il y a 10 paires de nombres à juger, ce qui donne une note sur 10.

→ Numérique (Gaillard, 2000) - Calcul oral.

Objectif : Évaluer les capacités de l'enfant à réaliser des calculs, donnés à l'oral et sans support écrit. Relever les procédures utilisées par l'enfant. Estimer le stock de faits arithmétiques de l'enfant.

Passation : L'examineur demande à l'enfant de réaliser des calculs oralement. La consigne à donner à l'enfant est : « Je vais te demander de faire des calculs. Tu me réponds comme tu penses que c'est juste ». Une répétition est possible.

Cotation : L'examineur doit écrire tout ce que dit et fait l'enfant, relever ses hésitations et les pauses par des points (un point = une seconde). Il doit également noter les procédures

utilisées par l'enfant, en tenant compte des mouvements des doigts.

Il y a 24 items :

- items 1 à 4 : additions
- items 5 à 9 : soustractions
- items 10 à 12 : multiplications
- items 13 à 19 : calculs et numération
- items 20 à 24 : divisions/fractions

On compte un point par item, ce qui donne une note sur 24.

→ BALE (Jacquier-Roux, Lequette, Pouget, Valdois & Zorman, 2010)

◆ Mémoire de travail

Objectif : évaluer l'empan mnésique de l'enfant, à la fois avec des chiffres (endroit et envers) et avec des mots.

Passation :

- Empan de chiffres endroit : on demande à l'enfant : « Tu écoutes bien les chiffres que je vais te dire puis tu les répètes exactement dans le même ordre. » On teste alors l'empan endroit de l'enfant. Les chiffres sont énoncés en respectant un écart d'une seconde entre chaque chiffre. On arrête lorsque l'enfant a deux échecs pour une suite de même nombre de chiffres.
- Empan de chiffres envers : Dans un second temps on demande à l'enfant : « Maintenant tu me les répètes exactement en ordre inverse ». Les chiffres sont donnés à la même vitesse.
- Empan de mots : On procède de la même manière avec les mots.

Cotation :

- Empan de chiffres endroit : L'empan correspond au nombre de chiffres de la plus longue suite donnée juste.
- Empan de chiffres envers : L'empan correspond au nombre de chiffres de la plus longue suite donnée correctement à l'envers.
- Empan de mots : L'empan correspond au nombre de mots de la plus longue suite donnée juste.

◆ Lecture de texte : Le Géant Égoïste

Objectif : Évaluer les capacités de lecture de l'enfant ainsi que sa vitesse de lecture.

Passation : On donne à l'enfant une feuille avec un texte. On lui demande de lire le mieux possible jusqu'à ce qu'on lui dise stop, au bout d'une minute. L'examineur suit la lecture sur la fiche correspondante. Il faut démarrer le chronomètre au premier mot lu.

Cotation : Barrer les mots mal lus ou sautés isolément. Ils sont comptabilisés en erreurs. Une hésitation, une reprise ou une ligne sautée ne sont pas comptés comme des erreurs.

Le score de l'enfant (MCLM : Mots Correctement Lus par Minute) correspond au nombre de mots lus en une minute moins le nombre d'erreurs.

◆ Lecture de mots fréquents irréguliers

Objectif : Analyser les capacités de lecture de mots fréquents irréguliers en observant le type d'erreurs (notamment les régularisations) que l'enfant produit, ainsi que sa vitesse de lecture.

Passation : Épreuve chronométrée. Demander à l'enfant de lire les mots de la colonne le mieux possible. Si l'enfant n'arrive pas à lire un mot au bout de 5 secondes, on le fait passer au suivant.

Cotation : Noter les erreurs de l'enfant (ce qu'il a mal lu). S'il régularise un mot irrégulier noter [R]. Noter le score de réussite sur 20 et le temps en secondes pour la colonne.

◆ Lecture de mots fréquents réguliers

Objectif : Analyser les performances de lecture de l'enfant, en comparaison avec la lecture des mots fréquents irréguliers, déterminer l'efficacité de la voie d'adressage.

Analyser les capacités de lectures de mots fréquents réguliers en observant le type d'erreurs que l'enfant produit, ainsi que sa vitesse de lecture.

Passation : Épreuve chronométrée. Demander à l'enfant de lire les mots de la colonne le mieux possible.

Cotation : noter les erreurs de l'enfant (ce qu'il a mal lu). Noter le score de réussite sur 20 et le temps en secondes pour la colonne.

◆ Lecture de mots peu fréquents irréguliers

Objectif : Analyser les capacités de lectures de mots peu fréquents irréguliers en observant le type d'erreurs (notamment les régularisations) que l'enfant produit, ainsi que sa vitesse de lecture.

Passation : Épreuve chronométrée. Demander à l'enfant de lire les mots de la colonne le mieux possible.

Cotation : Noter les erreurs de l'enfant (ce qu'il a mal lu). S'il régularise un mot irrégulier noter [R]. Noter le score de réussite sur 20 et le temps en secondes pour la colonne.

◆ Lecture de mots peu fréquents réguliers

Objectif : Analyser les capacités de lectures de mots peu fréquents réguliers en observant le type d'erreurs que l'enfant produit, ainsi que sa vitesse de lecture.

Passation : Épreuve chronométrée. Demander à l'enfant de lire les mots de la colonne le mieux possible.

Cotation : Noter les erreurs de l'enfant (ce qu'il a mal lu). Noter le score de réussite sur 20 et le temps en secondes pour la colonne.

◆ Compréhension de l'écrit, épreuve tirée de la batterie E.CO.S.SE. (Lecocq, 1996)

Objectif : Évaluer les capacités de lecture de phrases ainsi que la compréhension écrite par la recherche de l'image correspondante.

Passation : Épreuve chronométrée. Quatre images sont présentées avec une phrase au centre. Il s'agit de lire la phrase du milieu dans un premier temps sans voir les images. Pour cela il faut utiliser un cache occultant pour ne laisser apparaître que la phrase. Une fois la phrase lue, on enlève le cache pour découvrir les images et demande à l'enfant de désigner la case correspondant à l'image.

Cotation : On note la lecture avec une notation du « tout » ou « rien ». 1 point si la phrase est bonne, 0 s'il y a une erreur, quelle que soit l'erreur.

On note également l'image désignée par l'enfant.

L'enfant a un point si l'item est bien lu avec l'image correctement désignée.

Il y a 10 planches + 2 planches uniquement pour les CM2. Soit un score sur 10 ou 12 en fonction de l'année de scolarisation de l'enfant.

Ce bilan permet de réaliser le profil de l'enfant. Nous pourrions ainsi comparer les évolutions de l'enfant après les 5 semaines d'entraînement, lors du bilan post-protocole.

2. Test de l'application auprès de trois adultes et une enfant de CM1

Pour tester notre application avant le lancement du protocole, nous avons fait appel à plusieurs personnes.

Ces tests se sont déroulés en plusieurs fois et de manière informelle. Les conditions n'étaient pas représentatives de celles du protocole d'entraînement.

Nous voulions vérifier le bon fonctionnement de l'application tant pour le contenu (compréhension des consignes, incohérences éventuelles) que pour la technique (enchaînement des exercices, bugs éventuels).

Grâce à l'aide de ces quatre personnes, trois adultes et une enfant de CM1, nous avons étudié ensemble la clarté de la présentation, l'intelligibilité des questions et la maniabilité de l'outil.

Les remarques que nous avons recueillies nous ont permis de corriger des problèmes techniques mis en évidence durant ces tests. Nous avons aussi adapté des consignes jugées trop imprécises par les testeurs.

3. Entraînement de 5 semaines

3.1 Mail de début de protocole

Quelques jours avant le début du protocole, un mail a été envoyé aux enfants testeurs. (Annexe n°5)

Ce mail contenait la première planche de BD permettant d'introduire l'histoire de l'application. (Annexe n°2) Il contenait également des instructions pour réaliser les exercices le premier jour ainsi qu'un fichier d'aide. (Annexe n°6)

3.2 Les 5 semaines d'entraînement

Durant les 5 semaines d'entraînement, les enfants ont eu accès à l'application en autonomie au moyen de leur compte utilisateur.

Les étudiants ont accédé à la progression de l'enfant grâce à leur compte administrateur et à la page « suivi de l'activité ». Cette phase de recueil de données a permis de consigner les temps d'exécution et les erreurs commises par les enfants.

3.3 Mail de fin de protocole

Une fois les 5 semaines d'entraînement terminées un mail de félicitations est adressé à l'enfant. (Annexe n°7)

Ce mail rappelle à l'enfant qu'il lui reste un entretien d'une heure et demie où sera réalisé le bilan post-protocole. De plus il lui rappelle qu'il doit remplir un questionnaire où il donne son avis sur plusieurs aspects de l'entraînement.

3.4 Questionnaire de recueil des impressions

Un questionnaire est remis aux familles ayant participé au protocole. Ce questionnaire permet de revenir sur plusieurs points du protocole et de l'application.

Nous avons réalisé deux versions :

- Une version destinée à l'enfant. (Annexe n°8)
- une version destinée aux parents. (Annexe n°9)

Ces questionnaires sont qualitatifs.

Le questionnaire enfant l'interroge sur les aspects propre à l'entraînement, sur les exercices qu'il a préférés, ceux qu'il n'a pas aimés, sur sa motivation, sur le rythme d'entraînement et la quantité d'exercices proposés.

Pour faciliter le remplissage par l'enfant, nous avons eu recours à une échelle de smiley pour plusieurs questions. Chaque visage (5 visages allant de « en colère » à « très souriant ») est accompagné d'une phrase courte répondant à la question.

Le questionnaire parent est divisé en deux parties :

- une première partie les concernant directement. Il les interroge sur leur ressenti par rapport à l'entraînement, aux contraintes que cela a pu engendrer. Il pose aussi la question du format de l'entraînement tant sur la durée que sur la période d'entraînement ou sur les aides externes apportées. Ils sont aussi interrogés sur l'aide qu'ils ont pu apporter à leur enfant.

- la seconde partie concerne leur enfant. Nous interrogeons, de leur point de vue, la motivation de leur enfant, les difficultés qu'il aurait pu rencontrer et l'intérêt de l'application pour leur enfant.

Ces questionnaires sont transmis aux familles par l'intermédiaire des orthophonistes au cours de la semaine 5. Cela permet de laisser le temps à la famille de les remplir avant le rendez-vous post-protocole.

4. Bilan post-protocole et recueil des impressions

Au terme des 5 semaines d'entraînement, un rendez-vous est pris avec l'enfant et ses parents pour réaliser un bilan post-protocole et recueillir les impressions des parents et de l'enfant sur les 5 semaines écoulées.

Nous récupérons à cette occasion les questionnaires transmis durant la semaine 5. Nous complétons ces questionnaires par des questions apparues lors de l'analyse finale des résultats. Ces questions permettent un approfondissement de l'analyse qualitative de l'entraînement.

Le bilan post-protocole reprend les éléments du bilan pré-protocole décrit précédemment à l'exception des épreuves de lecture et de compréhension de la BALE, puisqu'elles ont servi à établir le profil de l'enfant et que notre entraînement ne portait pas sur ces habiletés.

- les épreuves du Zareki-R (Von Aster & Dellatolas, 2006) :
 - Dénombrement de points
 - Comptage oral à rebours
 - Dictée de nombres

- Lecture de nombres
 - Comparaison orale de nombres
 - Comparaison écrite de nombres
-
- L'épreuve du Numérique (Gaillard, 2000) : Calcul oral.

 - L'épreuve de la BALE : (Mémoire de travail Jacquier-Roux, Lequette, Pouget, Valdois & Zorman, 2010).

IV. Analyse des résultats

A. Étude de cas : Océane

Océane est en CE2, elle a été suivie depuis fin 2011 pour un retard de parole et de langage puis pour du langage écrit jusqu'en juin 2013. Après une pause de 2 mois suite au départ de son orthophoniste, la nouvelle orthophoniste prenant la suite de la rééducation a réalisé un bilan logico-mathématique suivi d'une prise en charge en septembre 2013. Le travail a essentiellement porté sur la numération avec des problèmes ou des jeux : le sens du nombre (cardinalité, ordinalité, unité, dizaine) et le sens des opérations (additions, soustractions, multiplications). Océane a également travaillé sur la compréhension écrite.

Océane a très peu confiance en elle en partie à cause d'une année de CE1 difficile où elle a été fortement dévalorisée par la maîtresse. Le redoublement du CE1 a été proposé mais refusé par la famille. Océane se retrouve dans la même situation cette année en CE2. Les parents d'Océane ont eux-mêmes eu des parcours scolaires à redoublements mal vécus ce qui explique cette réticence.

Océane présente un QI proche de la limite faible, elle a énormément besoin de stimulation, ce qu'elle montre dans sa quête d'approbation. La famille est impliquée et consciente du besoin en orthophonie, mais il y a peu de stimulation à la maison.

Océane est une petite fille qui s'accroche. Elle est consciente de ses difficultés et s'investit dans la rééducation. Elle a énormément besoin d'être guidée car elle est très impulsive.

Océane n'a pas eu de séances d'orthophonie durant le protocole car le début du programme correspondait à l'aboutissement d'un travail de 7 mois avec son orthophoniste qui a jugé qu'une pause serait intéressante. Le programme sur tablette représentait un bon moyen d'entraîner les compétences travaillées préalablement. Océane s'est bien emparée de l'entraînement sur la tablette tactile.

1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole

Généralité sur les bilans

Le bilan orthophonique est une étape importante dans la prise en charge d'un patient. Il fournit des données chiffrées permettant au professionnel d'apprécier les troubles du patient

et de lui préparer un accompagnement thérapeutique adapté.

Le bilan est tout aussi important dans notre protocole. Il nous permet d'apprécier l'évolution de l'enfant en évaluant ses performances à plusieurs épreuves.

Toutefois, que ce soit lors du bilan orthophonique qui précède la prise en charge ou lors des bilans pré-protocole et post-protocole, l'analyse de l'orthophoniste ne peut se borner à la simple observation des résultats chiffrés. Il doit prendre en compte l'environnement dans lequel le bilan a eu lieu ainsi que le stress que cela représente pour un enfant en difficulté. En effet, nous allons mesurer et observer comment l'enfant fonctionne dans un domaine où il se sent moins bon que ses camarades de classe, que ce soit parce qu'il observe ses notes moins bonnes que celles de son voisin ou parce que le professeur pointe ses difficultés pour qu'il les travaille plus. Cela le met dans une position d'échec qui peut le perturber.

Marie-Pierre Thibault écrit que « Le patient peut être stressé, il répond à des sollicitations qui sortent souvent du champ de ses habitudes, et qui pour certains subtests, peuvent paraître très loin des réalités de sa vie quotidienne. » (Thibault, 2002, p. 164)

Il nous faut alors combiner l'analyse quantitative à l'analyse qualitative des résultats fournis par l'enfant pour mettre en lumière le fonctionnement de l'enfant.

D'autre part, le bilan évalue le patient tel qu'il se présente devant nous à un instant T. L'enfant répond aux questions que nous lui posons en fonction de là où il en est, de ce qu'il connaît, mais également en fonction de ce qu'il sait de la personne qui l'interroge. Thibault (2002) rajoute que nous testons l'enfant dans une situation particulière, en fonction de ses possibilités à cet instant.

Nous nous proposons toutefois d'analyser et de discuter les résultats obtenus par les enfants aux deux bilans.

Analyse des bilans d'Océane

Les deux bilans d'Océane se sont déroulés au cabinet d'orthophonie. Ils ont eu lieu des lundis après-midi. Océane était très stressée au bilan pré-protocole, elle répondait aux questions de manière impulsive et demandait une approbation à chaque fois. En séance de rééducation, son orthophoniste retrouve toujours cette impulsivité et ce manque de confiance, en revanche l'anxiété observée était sans doute due à la situation de bilan.

Au bilan post-protocole, elle semblait moins stressée mais avait toujours besoin d'approbation pour les réponses dont elle n'était pas sûre. Néanmoins elle semblait plus confiante en elle.

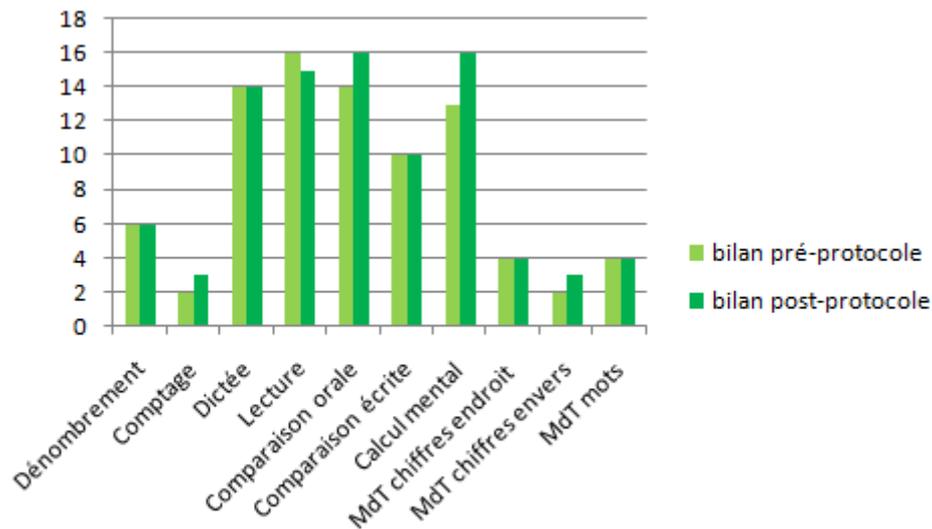
Pour chaque enfant, nous avons reporté les résultats des bilans pré-protocole et post-protocole dans un même tableau pour plus de lisibilité. Les cases grisées correspondent aux résultats qui ont évolué positivement au deuxième bilan.

Il y a eu un changement d'étalonnage pour le bilan du Zareki-r puisque Océane a eu son anniversaire entre les deux bilans, pour le bilan pré-protocole elle entre dans la catégorie 8 ans - 8 ans 11 mois et se retrouvait donc parmi les plus âgés de sa catégorie, alors que pour le bilan post-protocole elle entre dans la catégorie 9 ans - 9 ans 11 mois et se retrouvait donc parmi les plus jeunes. Nous avons souhaité comparer les deux étalonnages pour le deuxième bilan. On remarque que le passage dans la catégorie 9 ans - 9 ans 11 mois est légèrement défavorable à Océane mais elle ne présente pas pour autant de score pathologique. On observe également qu'en dictée, malgré un score qui n'évolue pas, elle passe sous la moyenne lorsqu'elle est comparée aux enfants de 9 ans à 9 ans 11 mois.

	Bilan du 17/03/14		Bilan du 19/05/14		
	score	écart-type	score	écart-type	écart-type
	<i>Zareki-r</i>				
	(étalonnage 8 ans - 8 ans et 11 mois)		(étalonnage 9 ans - 9 ans et 11 mois)		(étalonnage 8 ans - 8 ans et 11 mois)
Dénombrement	6/6	0,67	6/6	0,78	0,67
Comptage	2/4	-0,69	3/4	0	0,08
Dictée	14/16	0,17	14/16	-0,28	0,17
Lecture	16/16	0,57	15/16	0	0,21
Comparaison orale	14/16	0,55	16/16	1,17	1,45
Comparaison écrite	10/10	0,73	10/10	0,57	0,73
	<i>Numérique</i>				
Calcul mental	13/24		16/24		
	<i>BALE</i>				
MdT chiffres endroit	4	-0,57	4	-0,57	
MdT chiffres envers	2	-1,88	3	-0,74	
MdT mots	4	0,42	4	0,42	
Épreuves supplémentaires du bilan du 17/03/14					
	score	écart-type	temps (secondes)	écart-type	
Lecture de mots fréquents irréguliers	14/20	-1,03	37	-0,32	
Lecture de mots fréquents réguliers	20/20	0,62	25	0,12	
Lecture de mots peu fréquents irréguliers	8/20	-0,65	40	0,39	
Lecture de mots peu fréquents réguliers	13/20	-2,1	35	0,16	
Compréhension de l'écrit	5/10	-1,65	173	-0,92	
Lecture de texte (mots correctement lus en 1mn)	58	-1,09			

Tableau n°2 : résultats et écarts-types des bilans pré-protocole et post-protocole

De même le graphique ci-dessous correspond à l'évolution de l'enfant pour les épreuves présentées au bilan pré-protocole et au bilan post-protocole. Nous avons réalisé ce graphique pour chaque enfant.



Graphique n°13 : comparaison des résultats d'Océane aux bilans de pré-protocole et de post-protocole pour chaque subtest.

Les résultats d'Océane se sont améliorés en comparaison orale mais échoue sur les comparaisons de grands nombres. Pendant l'épreuve de calcul mental elle manifeste de l'appréhension face aux grands nombres également et renonce à calculer (elle dit « *Je sais pas* » juste après l'énoncé du calcul). Nous pouvons donc nous interroger sur la représentation qu'elle se fait des grands nombres (le mot « mille » lui pose problème, comment le comprend-elle ?). Elle a amélioré ses scores en calcul mental et en mémoire de travail pour l'empan de chiffres envers. Il est possible que cette amélioration soit due au fait qu'elle soit moins stressée lors du deuxième bilan. Une seconde explication est que le fait de stimuler la mémoire lors de l'entraînement a amélioré ses capacités en mémoire de travail. Au premier bilan, le comptage d'Océane est perturbé. Nous lui demandons de compter en arrière de 67 à 54, elle passe de 62 à 50, puis compte de 50 à 48 avant de se corriger pour revenir à 60 et terminer correctement le comptage. Nous ne pensons pas que ses erreurs soient dues à une méconnaissance de la chaîne numérique verbale mais plutôt à ses hésitations et son impulsivité durant toute cette épreuve. Au deuxième bilan, elle oublie 61 mais le reste du comptage est réussi, Océane paraissait plus détendue. Les trois points en plus du calcul mental correspondent aux multiplications qu'elle n'avait pas réussies au bilan pré-protocole. L'épreuve de lecture de nombres a chuté d'un point, elle a lu « neuf mille soixante-

neuf » pour 969, mais s'est corrigée.

Les résultats de la BALE montrent des difficultés en lecture de mots, particulièrement en lecture de mots peu fréquents réguliers (-2,1 ET). La compréhension semble difficile également, avec un score faible (-1,65 ET).

2. Analyse de l'entraînement

À partir des réponses (voir annexe n°10 et n°11) aux questionnaires enfant et parents que nous avons transmis à chaque enfant, nous pouvons apprécier le déroulement de l'entraînement à la maison.

Nous avons complété ces questionnaires par des questions lors de l'entretien précédant le bilan post-protocole.

2.1 Vécu de l'entraînement

Océane a moyennement aimé l'application, elle a trouvé que l'entraînement était plus difficile à la fin, en partie à cause du nombre conséquent de devoirs qu'elle avait à faire à ce moment-là. De fait, elle a trouvé l'entraînement long et a eu du mal à finir. Néanmoins, le nombre de 3 à 4 exercices par jour lui convenait.

Elle a ressenti plus de difficulté pour les multiplications.

Quand elle ne savait pas, il lui arrivait de répondre au hasard. Elle a beaucoup aimé gagner les cacahuètes. Elle a tout de même eu le sentiment d'avoir fait des progrès.

2.2 Déroulement de l'entraînement à la maison

Océane s'entraînait le soir en rentrant de l'école ou certaines fois le midi, toujours dans sa chambre. Les parents d'Océane n'ont jamais été présents pendant ses séances d'entraînement, « *sinon j'aurais été tentée de l'aider* » nous a confié sa maman.

2.3 Résultats

Nous avons rassemblé dans un tableau les moyennes d'erreurs obtenues pour chaque stratégie. Pour la stratégie des doubles et pour le passage par la dizaine, nous avons calculé

une moyenne sans les erreurs obtenues aux exercices du memory. En effet, la technique pour calculer les erreurs était différente pour le memory, ce qui gonfle artificiellement la moyenne des erreurs pour ces stratégies. Nous pouvons ainsi comparer les résultats obtenus avec la même méthodologie de calcul d'erreurs. La moyenne sans memory (SM) est inscrite, dans le tableau, entre parenthèse.

Les résultats de l'enfant aux stratégies de passage par la dizaine et pour la décomposition additive nous permettent d'apprécier le niveau de compréhension des faits arithmétiques par l'enfant.

Les doubles, la stratégie de calculer une dizaine et les tables de multiplication entraînent le stockage en mémoire de faits arithmétiques par un apprentissage répété.

À l'inverse, la décomposition additive et le passage par la dizaine impliquent la compréhension du principe qui sous-tend la stratégie avant de permettre la mémorisation des faits arithmétiques et la manipulation aisée de ces stratégies.

De plus la décomposition additive utilise des faits arithmétiques acquis grâce au travail d'autres stratégies. Ainsi si l'enfant arrive à décomposer un calcul comme $70 + 63$ en $70 + 30 + 33$, il a compris que la paire $70+30$ (soit 7 dizaines + 3 dizaines) peut lui permettre de calculer plus rapidement cette addition compliquée. Il a su utiliser ce qu'il a vu dans les exercices de la stratégie « calculer une dizaine » (soit que $7+3=10$).

Stratégie	temps moyen par exercice (en minutes)	Nombre moyen d'erreurs par exercice
Doubles	02:24	6.18 (SM 4.64) ¹³
Calculer une dizaine	01:23	2.72
Passage par la dizaine	02:21	7.81 (SM 4.93)
Multiplications	02:36	11.25
Décomposition additive	01:00	4.00

Tableau n°3 : moyennes de temps et d'erreurs par exercice et par stratégie

¹³ SM : « Sans Memory »

Océane est en CE2. Elle a peu abordé les multiplications en classe, ce qui peut expliquer le nombre important d'erreurs pour cette stratégie. De plus on observe un nombre d'erreurs élevé, alors que le temps de réponse est court, ce qui peut être mis en lien avec l'impulsivité d'Océane. Nous pouvons supposer qu'elle avait tendance à cliquer sur une réponse sans être sûre du résultat, sans avoir suffisamment réfléchi au calcul proposé. Le nombre moyen d'erreurs pour les stratégies du passage par la dizaine et de la décomposition additive est quelque peu élevé (son résultat indique qu'elle a fait en moyenne une erreur tous les deux calculs¹⁴). Ce qui nous indique qu'elle n'a pas tout à fait compris le principe qui sous-tend ces stratégies. Le temps moyen par exercice de cette stratégie est très court (1 minute) ce qui nous amène à penser qu'elle a pu cliquer au hasard pour certains exercices.

3. Discussion

Les résultats d'Océane se sont globalement améliorés aux épreuves du Zareki-R ainsi qu'en calcul mental, plus particulièrement sur les multiplications, épreuve qu'elle n'avait pas réussie au premier bilan. Cependant, dans le questionnaire, à la question « Est ce que certains exercices étaient trop durs pour toi ? », elle répond « *les multiplications* ». De plus, de manière générale, elle a trouvé l'entraînement difficile. Nous pouvons supposer que la difficulté ressentie est due à sa classe, Océane étant en CE2. Néanmoins, elle a progressé. Nous pouvons émettre l'hypothèse que les exercices proposés pour les multiplications se situaient dans sa zone proximale de développement.

Océane est stressée lors des bilans et durant l'entraînement. La pression de l'école représente une source de stress externe. Ses troubles en langage oral, écrit et en mathématiques dont elle a conscience viennent ajouter une source interne d'anxiété. Océane ne peut gérer cette pression et y répond par de l'impulsivité. De plus, elle garde des difficultés en langage écrit. Océane présente un tableau clinique complexe. Le protocole d'entraînement est peut-être intervenu trop tôt au regard de la durée de sa prise en charge. Cependant, le côté intensif de l'entraînement a été bénéfique à Océane qui est peu stimulée à la maison.

Toutefois, nous pensons que puisque les stratégies de passage par la dizaine et décomposition additive ne sont pas comprises par Océane, il faudrait reprendre le travail sur ces stratégies en séances, avec la guidance de l'orthophoniste. Ce cadre bienveillant permettrait de rassurer Océane sur ses capacités. Nous pourrions alors lui proposer un nouvel entraînement intensif

¹⁴ Nous avons en moyenne 7 à 8 calculs par exercices. Si Océane fait 4.8 erreurs par exercice. Nous avons $4.8/8 = 0.6$. Soit plus d'une erreur tous les deux calculs.

pour ces deux stratégies pour consolider leur compréhension.

B. Étude de cas : Julie

Julie est en CE2. Elle est suivie depuis mai 2013 avec une pause de deux mois (juillet et août 2013) pour des troubles du calcul. Elle n'a jamais eu d'autre rééducation avant celle-là. Le travail réalisé en séance concerne la numération, le travail autour de la dizaine, de la centaine et des grands nombres (mille, millions). Elle a travaillé les problèmes ne mettant en jeu qu'une seule opération. Elle a également abordé l'espace et le temps.

L'orthophoniste qui la prend en charge note que Julie cherche à se raccrocher à quelque chose qu'elle a déjà fait et donc qu'elle connaît, même si l'exercice ne s'y prête pas. Par exemple dans un problème elle va réaliser une addition même si l'opération recherchée est une multiplication.

Julie est une enfant polie, calme, souriante et volontaire selon son orthophoniste. Toutefois en séance, comme à la maison, elle se laisse mener par ce qu'on lui propose. Elle n'a pas d'envie particulière quant au contenu de la séance et parle peu d'elle-même. Elle semble un peu inhibée.

Julie est une enfant qui se précipite sur un exercice, sans forcément chercher à le comprendre. Une fois face au calcul, elle va prendre un temps assez long pour réfléchir avant de donner une réponse, qu'elle soit bonne ou mauvaise.

À la maison, la mère est très présente dans le travail personnel de Julie. Les devoirs sont faits avec beaucoup d'attention. Les parents rajoutent également d'autres exercices. Lorsque l'orthophoniste propose un exercice à la maison, sa maman lui fait refaire de nombreuses fois.

Durant le protocole, Julie a continué les séances de rééducation. Elle a travaillé exclusivement sur les grands nombres (mille et millions).

1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole

Lors du bilan pré-protocole, Julie nous apparaît comme une enfant réservée. Elle se montre intéressée par l'application et par le didacticiel que nous lui présentons ce jour. Elle est attentive durant tout le bilan. On note toutefois qu'elle n'ose pas dire quand elle ne sait pas.

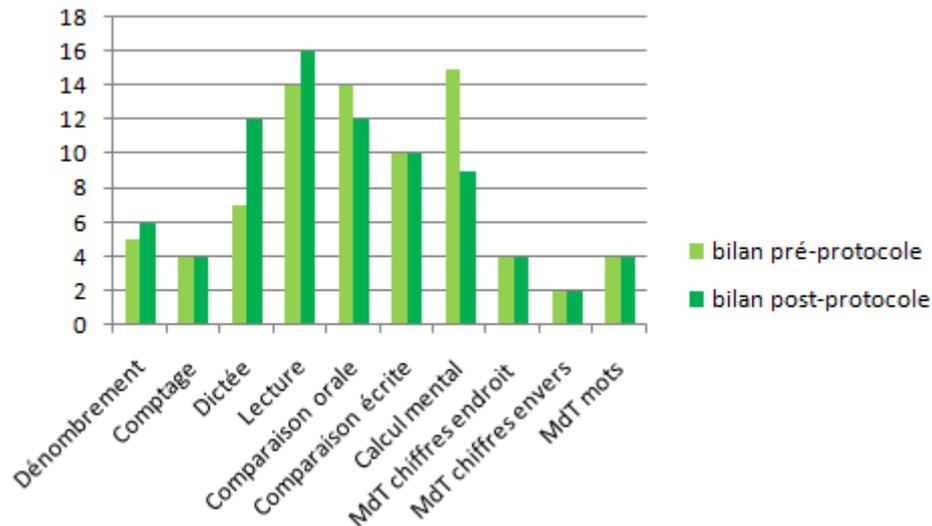
Lors du bilan post-protocole, Julie est très souriante et détendue. Elle nous parle de

l'application avec joie.

Le bilan pré-protocole s'est passé un jeudi matin, le bilan post-protocole un vendredi après-midi, juste après l'école.

	Bilan du 20/03/14		Bilan du 09/05/14	
	score	écart-type	score	écart-type
Zareki-r				
Dénombrement	5/6	-0.44	6/6	0.67
Comptage	4/4	0.85	4/4	0.85
Dictée	7/16	-2.17	12/16	-0.50
Lecture	14/16	-0.14	16/16	0.57
Comparaison orale	14/16	0.55	12/16	-0.36
Comparaison écrite	10/10	0.73	10/10	0.73
Numérique				
Calcul mental	15/24		9/24	
BALE				
MdT chiffres endroit	4	-0.5	4	-0.5
MdT chiffres envers	2	-1.9	2	-1.9
MdT mots	4	0.3	4	0.3
Épreuves supplémentaires du bilan du 20/03/14				
	score	écart-type	temps (secondes)	écart-type
Lecture de mots fréquents irréguliers	15/20	-0.7	30	0.2
Lecture de mots fréquents réguliers	18/20	-0.8	25	0.1
Lecture de mots peu fréquents irréguliers	6/20	-1.2	63	-0.7
Lecture de mots peu fréquents réguliers	16/20	-0.8	40	-0.2
Compréhension de l'écrit	7/10	-0.5	196	-1.6
Lecture de texte (mots correctement lus en 1mn)	54	-1.30		

Tableau n°4 : résultats et écarts-types des bilans pré-protocole et post-protocole



Graphique n°14 : comparaison des résultats de Julie aux bilans de pré-protocole et de post-protocole, pour chaque subtest.

Julie obtient de meilleurs scores pour le dénombrement, la dictée et la lecture. En dictée, Julie fait des erreurs dans la règle d'écriture des nombres : mille deux cents est écrit « 100200 », quatre mille six cent cinquante-huit est écrit « 400068 ».

Toutefois elle perd quelques points en comparaison orale (sur des items différents de ceux ratés au premier bilan) et perd 6 points en calcul mental. Ces points en moins concernent les additions et les soustractions qu'elle avait parfaitement réussies au bilan pré-protocole. Julie prend beaucoup de temps pour réfléchir aux calculs. Elle compte à voix basse et sur ses doigts pour les additions et soustractions lors des deux bilans. Ce fonctionnement est observé en séance par l'orthophoniste.

Elle réussit toutes les multiplications aux deux bilans. Ce résultat aux multiplications est à mettre en lien avec le fait que sa mère lui fait apprendre les tables par coeur.

Les scores en lecture et en compréhension écrite de la BALE sont faibles pour son âge mais pas pathologiques. En lecture elle fait essentiellement des erreurs de régularisation.

2. Analyse de l'entraînement

2.1 Vécu de l'entraînement

Julie a aimé l'entraînement. Elle a trouvé la durée adaptée, mais aurait voulu continuer encore

quelques semaines. Le nombre d'exercices par jour était insuffisant selon elle. Elle réclame 5 exercices ou plus par jour. L'entraînement sur tablette tactile lui a plu, et elle a eu l'impression d'avoir fait des progrès.

Julie appréciait le fait de récupérer des cacahuètes et des objets et a été très contente d'avoir récupéré beaucoup de cacahuètes.

C'est la mère de Julie qui a rempli le questionnaire parents. Elle a trouvé que l'entraînement était d'une durée adaptée et pas contraignant pour la famille sauf le jour des activités extra scolaires. Les vacances au milieu du protocole n'ont pas posé de problème à la famille. Les parents de Julie ne se sont pas servis du document d'aide. Ils trouvent que l'application a beaucoup aidé Julie, notamment au niveau de l'autonomie.

2.2 Déroulement de l'entraînement à la maison

Les parents de Julie n'étaient pas présents pendant les séances d'entraînement. Elle réalisait ses exercices après les devoirs, mais pas à heure fixe. Elle jouait quand elle y pensait. Jamais après 21h. Elle n'a pas fait plus d'erreurs les jours où elle a travaillé tard.

Le mercredi elle jouait plutôt le matin.

Nous avons remarqué que Julie n'a jamais travaillé le week-end, même si elle a pris un jour de retard dès le début. Nous lui avons demandé si c'était un choix personnel ou une demande de ses parents.

C'était une décision de Julie, pour être tranquille le week-end.

Julie faisait ses exercices dans le salon et dans sa chambre. Il lui arrivait de jouer devant la télévision et d'alterner les exercices et la télévision. Nous observons des temps longs à mettre en lien avec ces conditions d'entraînement (Plus de 15 minutes pour un seul exercice, comme pour S4J1E4, voir annexe n°12).

La mère nous dit que Julie prenait environ 30 minutes pour réaliser tous les exercices.

Parfois des cousins étaient présents quand Julie utilisait l'application. Quand cela arrivait, sa mère lui demandait de monter dans sa chambre pour être au calme.

2.3 Résultats

Stratégie	temps moyen par exercice (en minutes)	Nombre moyen d'erreurs par exercice
Doubles	03:04	6.47 (SM 5.00)
Calculer une dizaine	02:25	2.17
Passage par la dizaine	03:57	6.88 (SM 4.78)
Multiplications	02:10	2.81
Décomposition additive	02:46	3.20

Tableau n°5 : moyennes de temps et d'erreurs par exercice et par stratégie

Dans les questionnaires, Julie et ses parents notent que le passage par la dizaine a posé problème. On observe qu'elle fait plus d'erreurs dans les doubles et le passage à la dizaine même sans les exercices du mémory. Ses temps sont également plus élevés pour ces deux stratégies.

Elle a travaillé autour de la dizaine avec son orthophoniste en séance. Elle semble avoir compris et automatisé l'utilisation des paires qui donnent une dizaine comme le montre son score à la stratégie « Calculer une dizaine ».

Au contraire le temps mis pour réaliser les exercices du passage par la dizaine et le nombre d'erreurs important (en moyenne une erreur tous les deux calculs) conforte le constat qu'elle ne maîtrise pas encore cette technique. Elle n'a donc pas tout à fait compris les principes sous-tendant la résolution de cette stratégie.

Concernant la décomposition additive, elle fait beaucoup moins d'erreurs. Sa compréhension semble meilleure pour cette stratégie. Le temps est plus élevé que pour d'autres enfants mais reste dans la moyenne des temps de Julie.

Les multiplications sont bien réussies par Julie. L'orthophoniste nous explique que même si elle connaît très bien ses tables, Julie ne comprend pas parfaitement le mécanisme de la multiplication. Il faudrait tester cette compétence lors de problèmes pour voir si elle donne du sens à ces multiplications.

3. Discussion

Bien que Julie ait augmenté ses scores aux items du Zareki-R, elle perd 6 points à l'épreuve de calcul mental du Numérical. Ces points perdus concernent des additions et des soustractions qui auraient dû être plus faciles à réaliser pour elle après l'entraînement avec Samba.

Une première explication est que le bilan pré-protocole a eu lieu un jeudi matin vers 11h et le bilan post-protocole vers 17h. Thirion & Challamel (s.d.) présentent une courbe des cycles de performance au cours de la journée. Ainsi à 11h, le corps passe dans une phase de fatigue, nous sommes moins efficaces. Alors qu'à 17h, nous entrons dans une phase de grande performance à la fois physique et intellectuelle. Ce qui va à l'encontre des résultats de Julie. Toutefois, le bilan se déroulant juste à la sortie de l'école, nous pouvons penser que Julie a dépensé beaucoup d'énergie pour suivre les cours et a pu se sentir fatiguée lors du bilan post-protocole.

L'autre explication est que Julie ne s'est pas emparée des stratégies proposées à l'entraînement.

Nous pensons que les conditions d'entraînement sont à l'origine de cette non appropriation.

Elle utilisait l'application devant la télévision et lorsque ses cousins étaient chez elle. L'environnement bruyant et surtout la distraction engendrée par la télévision ont pu empêcher l'encodage de faits arithmétiques en mémoire à long terme.

Nous pouvons nous demander si le fait de travailler devant la télévision ne reflète pas un manque d'intérêt de Julie pour cet entraînement. Nous avons vu que Julie est une enfant qui est poussée par sa mère, qu'elle prend peu d'initiatives et est passive dans sa rééducation. On peut se demander si le désir de participer au protocole n'est pas un désir de la mère et non de l'enfant.

Pourtant Julie répond au questionnaire qu'elle désirait continuer et avoir 5 exercices par jour. Mais sa mère impose du travail supplémentaire à Julie afin de pallier ses difficultés. Dans quelle mesure sa demande d'exercices supplémentaires n'est pas une demande de la mère, ou une habitude prise par Julie d'avoir plus d'exercices que ses autres camarades ?

C. Étude de cas : Estelle

Estelle est en CM1, elle a été suivie en orthophonie pour du langage écrit depuis décembre 2011. La prise en charge a duré toute l'année du CE1 et n'a pas été poursuivie ensuite car elle semblait ne plus en avoir besoin. La rééducation logico-mathématique a débuté en décembre 2012 avec l'orthophoniste actuelle. Le travail mené en séance porte sur les structures logiques dans un premier temps : classification, combinatoire, équivalences. Puis Estelle a travaillé sur la numération avec des problèmes ou des jeux. Elle a abordé le sens du nombre (cardinalité, ordinalité, unité, dizaine) et le sens des opérations (additions, soustractions, multiplications). Estelle présente une hypersensibilité et un manque de confiance en elle importants. Elle est très exigeante avec elle-même et préfère ne pas répondre à une question, plutôt que d'être jugée sur ses mauvaises réponses. Son orthophoniste souligne qu'il n'est pas rare qu'Estelle se bloque en séance si elle sent qu'elle est en échec.

D'autre part, suite à un changement d'école au CP, Estelle a développé des troubles d'ordre psychologique qui ont nécessité un suivi par un psychologue. Ces troubles ont envahi les apprentissages et depuis des lacunes persistent. Elle n'a pas redoublé mais cela lui aurait peut-être été bénéfique selon son orthophoniste.

De plus sa situation familiale est compliquée, ses parents sont en instance de divorce et sont en conflit. Ces changements perturbent Estelle.

Estelle n'a pas eu de séances d'orthophonie durant le protocole car le début du programme correspondait à l'aboutissement de 13 mois de travail et à la fin de la prise en charge avec cette orthophoniste puisque Estelle devait déménager peu de temps après. Le programme sur tablette représentait un bon moyen d'entraîner les compétences travaillées préalablement. Estelle s'est bien emparée de l'entraînement sur la tablette tactile.

1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole

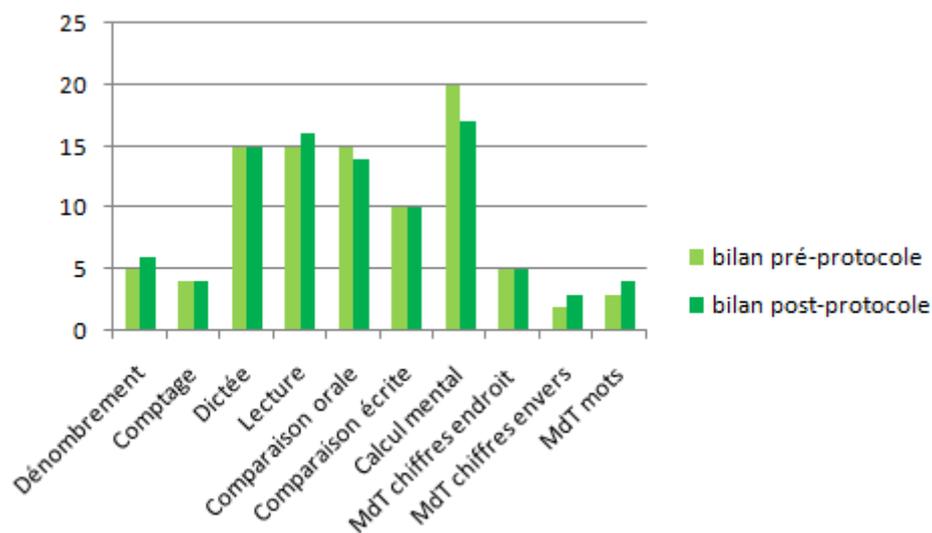
Lors du bilan pré-protocole Estelle était très anxieuse, au point d'avoir les larmes aux yeux quand elle sentait qu'elle ne donnait pas la bonne réponse. Il s'est déroulé un jeudi en fin d'après-midi.

Le bilan pré-protocole a eu lieu au cabinet d'orthophonie mais à la différence des autres enfants, le bilan post-protocole s'est déroulé au domicile de la famille d'Estelle pour des raisons d'emploi du temps. De plus, Estelle était particulièrement stressée au premier bilan. Après discussion avec son orthophoniste, nous avons pensé qu'un environnement familial diminuerait son anxiété.

Le fait de passer le bilan post-protocole chez elle a apaisé Estelle. Elle s'est également imposée moins de pression. Néanmoins cette séance s'est déroulée un samedi, en fin d'après-midi, après son cours de poney. On sentait chez elle une certaine fatigue ce qui pourrait expliquer en partie certains résultats.

	Bilan du 13/03/14		Bilan du 24/05/14	
	score	écart-type	score	écart-type
Zareki-r				
Dénombrement	5/6	-0,57	6/6	0,86
Comptage	4/4	0,78	4/4	0,78
Dictée	15/16	0	15/16	0
Lecture	15/16	-0,5	16/16	0,33
Comparaison orale	15/16	0,41	14/16	-0,05
Comparaison écrite	10/10	0,25	10/10	0,25
Numérique				
Calcul mental	20/24		17/24	
BALE				
MdT chiffres endroit	5	0,6	5	0,6
MdT chiffres envers	2	-1,69	3	-0,61
MdT mots	3	-1,76	3	-1,76
Épreuves supplémentaires du bilan du 13/03/14				
	score	écart-type	temps (secondes)	écart-type
Lecture de mots fréquents irréguliers	18/20	-0,16	15	0,81
Lecture de mots fréquents réguliers	18/20	-2,26	14	0,81
Lecture de mots peu fréquents irréguliers	15/20	0,46	20	0,98
Lecture de mots peu fréquents réguliers	19/20	0,28	22	0,55
Compréhension de l'écrit	8/10	0,11	240	-4,21
Lecture de texte (mots correctement lus en 1mn)	100	-0,1		

Tableau n°6 : résultats et écarts-types des bilans pré-protocole et post-protocole



Graphique n°15 : comparaison des résultats d'Estelle aux bilans de pré-protocole et de post-protocole, pour chaque subtest.

Les résultats d'Estelle se sont améliorés pour le dénombrement, la lecture de nombres et en mémoire de travail pour l'empan de chiffres envers. Lors du premier bilan, Estelle était très stressée. Pour l'épreuve de dénombrement, elle compte d'abord en pointant avec le doigt, puis décide de compter en pointant du regard avec des petits mouvements de tête, mais elle se trompe dans le résultat annoncé. Elle recommence à compter plusieurs fois certains items, chose qu'elle n'a fait qu'une fois lors du deuxième bilan. Pour l'épreuve de comparaison orale, lors du premier bilan elle demande de répéter un item tandis que pour le deuxième bilan, elle demande de répéter deux items, ce qui fait baisser le score d'un point. Sa fatigue peut expliquer ce besoin de répétition, mais on peut également le mettre en lien avec son manque de confiance en elle.

Malgré les précautions pour éviter son stress, elle a de moins bons résultats à l'épreuve de calcul mental au bilan post-protocole. Les points en moins correspondent à des erreurs dans les additions, les soustractions et les multiplications, qu'elle n'avait pas faites au premier bilan. Ces erreurs semblent correspondre à des erreurs dues à la fatigue en effet, elle échoue au second bilan sur des calculs qu'elle avait réussis facilement lors du premier bilan. D'autre part, pour plusieurs calculs où elle a énoncé une mauvaise réponse, elle répond et complète par « *Je ne suis pas sûre* ». Elle s'autorise à donner une réponse inexacte alors qu'elle présente une personnalité qui va à l'encontre de ce genre d'attitude. Les erreurs des divisions restent les mêmes. L'épreuve de calculs et numération est toutefois réalisée très rapidement et

sans erreur. Les deux scores obtenus restent très honorables et sont les meilleurs parmi les 7 enfants.

Estelle ne présente pas de difficultés de lecture ni de compréhension, toutefois elle prend beaucoup de temps dans l'épreuve de la compréhension écrite. En voulant aller trop vite, Estelle a échoué dans l'épreuve de lecture de mots fréquents réguliers.

2. Analyse de l'entraînement

2.1 Vécu de l'entraînement

Estelle a beaucoup aimé l'application. Elle a trouvé que l'entraînement était plus facile au début qu'à la fin et que la durée était suffisante. Le temps d'entraînement de 15 minutes la stressait, elle avait peur de le dépasser. Le nombre de cacahuètes gagnées lui importait beaucoup, elle considérait qu'elle avait raté l'exercice si elle obtenait 2 cacahuètes.

Néanmoins le ressenti global est positif, Estelle pense avoir fait des progrès pour les tables de multiplication.

La maman d'Estelle a pensé que l'entraînement n'était pas trop long et a estimé le temps d'entraînement à 10 minutes par jour. Les parents d'Estelle étant séparés, sa maman aurait préféré une période d'entraînement sur la période scolaire pour éviter les soucis de garde alternée pendant les vacances. Elle a trouvé qu'Estelle avait fait des progrès en autonomie, en confiance en elle et en réactivité.

2.2 Déroulement de l'entraînement

Estelle s'entraînait le soir avant le repas, sur le canapé ou dans sa chambre mais toujours au calme.

2.3 Résultats

Stratégie	temps moyen par exercice (en minutes)	Nombre moyen d'erreurs par exercice
Doubles	02:08	3.53 (SM 0.98)
Calculer une dizaine	01:27	0.78
Passage par la dizaine	03:46	4.68 (SM 1.14)
Multiplications	01:19	0.50
Décomposition additive	01:18	2.60

Tableau n°7 : moyennes de temps et d'erreurs par exercice et par stratégie

Les techniques des dominos et du memory semblaient lui avoir posé problème. Après discussion, il s'est avéré que la stratégie du passage par la dizaine était plus difficile que les techniques en elles-mêmes.

En observant la moyenne du temps passé pour chaque exercice, on remarque qu'elle a mis beaucoup plus de temps avec les exercices de passage par la dizaine que pour les autres exercices (deux à trois fois plus de temps). Ainsi on peut supposer qu'Estelle a bien compris les principes sous-tendant le passage par la dizaine (elle ne fait que peu d'erreurs) mais qu'elle prend encore du temps pour le réaliser. Elle n'a donc pas encore automatisé cette stratégie.

Toutefois ce n'est pas la stratégie pour laquelle elle a fait le plus d'erreurs. Elle semble plus en difficulté avec la décomposition additive. Cependant, même si le nombre d'erreurs pour la décomposition additive est plus important, il reste relativement faible (moins d'une erreur pour trois calculs). On peut alors supposer qu'elle a compris les principes sous-tendant cette stratégie.

On observe qu'Estelle fait en moyenne peu d'erreurs. Nous pourrions le mettre en lien avec son exigence et sa peur de l'échec : elle préfère être sûre de sa réponse avant de cliquer.

3. Discussion

Bien qu'Estelle se soit améliorée sur plusieurs épreuves du Zareki-R, son score en calcul mental a baissé de 3 points. Ses erreurs correspondent à des additions, soustractions et

multiplications non réussies au deuxième bilan. Ces résultats peuvent surprendre, d'autant plus que le score en calcul mental au bilan pré-protocole était particulièrement élevé (20/24) ce qui semble indiquer qu'elle avait compris le mécanisme des opérations abordées. Nous pensons que les conditions du bilan post-protocole ont pu avoir un effet sur les résultats d'Estelle. La fatigue liée à son cours de poney, son manque de confiance et une lassitude ressentie à la fin du bilan peuvent expliquer un certain nombre d'erreurs.

Le stress d'Estelle est d'origine interne, en effet elle est de nature anxieuse, et des facteurs externes tels que la situation familiale accentuent cette angoisse. Elle a énormément besoin de revalorisation.

Estelle a senti avoir fait des progrès grâce à l'entraînement, sa maman l'a également ressenti. En analysant le contenu de l'entraînement, on voit qu'Estelle fait peu d'erreurs et qu'elle est très rapide. L'entraînement lui a donc été bénéfique mais nous pouvons nous demander si l'automatisation des stratégies induites se pérennisera.

Pour poursuivre les bénéfices de l'entraînement, parmi lesquels un gain de confiance, il serait intéressant de continuer le travail sur les stratégies encore fragiles en séance d'orthophonie. Ce travail serait pertinent pour revaloriser Estelle sur ses capacités et dédramatiser l'aspect performance.

D. Étude de cas : Marion

Marion est en CM1, elle a été suivie d'abord par une première orthophoniste pour du langage oral en 2008 à cause d'un retard de parole massif. Elle présentait alors une perte auditive importante avec des otites séreuses anciennes. Elle a eu une pose d'aérateurs transtympaniques et une adénoïdectomie en 2007 qui ont amélioré la situation. La prise en charge s'est arrêtée en juin 2010 lors de la naissance de son petit frère. Elle a repris en décembre 2012 avec l'orthophoniste actuelle principalement pour le raisonnement logico-mathématique mais également pour le langage écrit qui reste à travailler. Marion a travaillé dans un premier temps les structures logiques : classification, combinatoire. Puis elle a travaillé la numération avec des problèmes et des jeux : sens du nombre (ordinalité, cardinalité, unité, dizaine) et sens des opérations (additions, soustractions, multiplications). Elle a abordé le langage écrit au travers de la conscience phonologique et de l'orthographe lexicale. Depuis janvier 2014, Marion bénéficie de l'aide d'une AVS en classe.

Marion est une petite fille timide. En effet, Marion a développé une réticence à s'exprimer à

haute voix, en lien avec ses difficultés de langage oral quand elle était plus jeune. Cela se manifeste en fonction de l'interlocuteur et la situation, mais essentiellement devant plusieurs personnes. Elle a tendance à se bloquer si la situation l'angoisse.

Cette période de protocole correspond à une période difficile dans la vie de Marion. En effet, une scoliose sévère lui a été diagnostiquée depuis peu et elle va devoir porter un corset et faire des séances chez un kinésithérapeute pendant plusieurs années. D'autre part, elle a un suivi orthoptique. On peut comprendre que Marion soit lassée de ces nombreuses prises en charge en cours et à venir et donc qu'elle ne soit pas dans les conditions idéales pour un bilan.

Marion a continué sa prise en charge orthophonique durant le protocole, néanmoins le travail proposé ne ciblait pas directement le calcul mental pendant cette période. Elle a travaillé le langage écrit ainsi que la sériation.

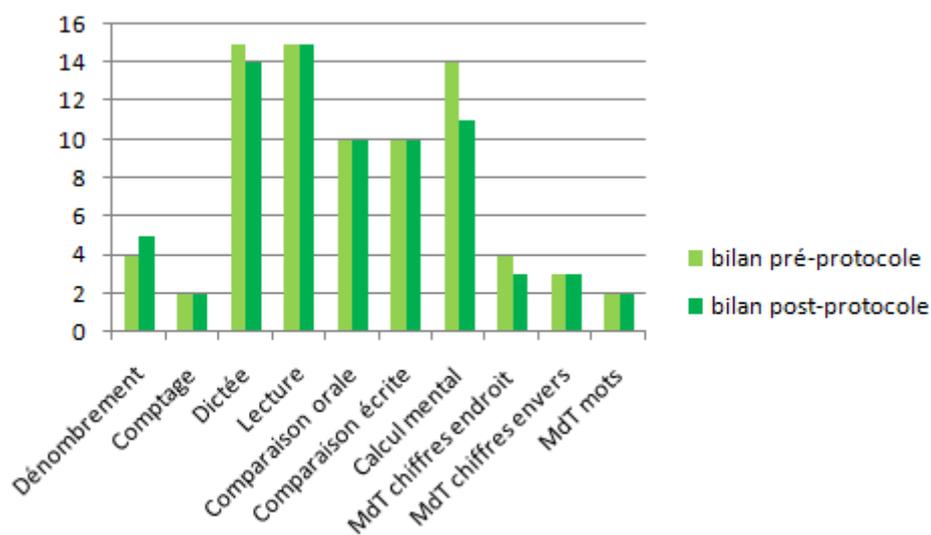
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole

Le bilan pré-protocole s'est déroulé un jeudi en milieu d'après-midi. Marion était détendue et très enthousiaste à l'idée de commencer l'entraînement.

Le bilan post-protocole s'est déroulé un vendredi en fin de matinée. Marion semblait stressée et sur la défensive lors de ce bilan.

	Bilan du 13/03/14		Bilan du 16/05/14	
	score	écart-type	score	écart-type
Zareki-r				
Dénombrement	4/6	-2	5/6	-0,57
Comptage	2/4	-1,44	2/4	-1,44
Dictée	15/16	0	14/16	-0,67
Lecture	15/16	-0,5	15/16	-0,5
Comparaison orale	10/16	-1,86	10/16	-1,86
Comparaison écrite	10/10	0,25	10/10	0,25
Numérique				
Calcul mental	14/24		11/24	
BALE				
MdT chiffres endroit	4	-1,4	3	-3,4
MdT chiffres envers	3	-0,61	3	-0,61
MdT mots	2	-3,93	2	-3,93
Épreuves supplémentaires du bilan du 13/03/14				
	score	écart-type	temps (secondes)	écart-type
Lecture de mots fréquents irréguliers	10/20	-5,36	41	-3,16
Lecture de mots fréquents réguliers	18/20	-2,26	41	-3,9
Lecture de mots peu fréquents irréguliers	6/20	-1,86	42	-1,13
Lecture de mots peu fréquents réguliers	13/20	-2,72	47	-2,53
Compréhension de l'écrit	8/10	0,11	Non renseigné	Non renseigné
Lecture de texte (mots correctement lus en 1mn)	62	-1,37		

Tableau n°8 : résultats et écarts-types des bilans pré-protocole et post-protocole



Graphique n°16 : comparaison des résultats de Marion aux bilans de pré-protocole et de post-protocole, pour chaque subtest.

Les résultats de Marion se sont améliorés sur le dénombrement. Lors du premier bilan, Marion met beaucoup de temps à dénombrer le troisième item (15 points), elle pointe avec la tête puis avec son doigt, mais se trompe quelle que soit la technique utilisée. Le dernier item (18 points) est échoué de la même façon. Lors du deuxième bilan, le dernier item est échoué également mais le reste est réussi. En revanche les épreuves de dictée, de mémoire de travail pour l'empan de chiffres endroit et de calcul mental ont chuté.

Les trois points en moins correspondent à des erreurs dans les soustractions et les divisions. Cependant Marion a amélioré son score aux additions. Elle continue toutefois à compter sur ses doigts.

Marion présente des scores de comparaison orale très bas (scores pathologiques -1,86 E.T.). Nous pouvons supposer qu'elle a une mauvaise représentation du nombre. Elle semble répondre en fonction du nombre de mots énoncés pour les grands nombres (s'il y a plus de mots alors le nombre doit être plus grand).

Mais nous pouvons également les mettre en lien avec sa mauvaise mémoire auditive (empan de mots : 2), d'autant plus que ces scores n'évoluent pas entre les deux bilans.

Nous pensons que le fait de l'évaluer sur le travail qu'elle avait accompli durant ces cinq semaines l'angoissait. Ceci peut en partie expliquer cette baisse de résultat.

Les résultats de Marion pour les épreuves de la BALE sont tous chutés et bien en dessous de la moyenne, sauf pour la compréhension. Les troubles sont encore très présents à l'heure actuelle malgré d'énormes progrès constatés au dernier bilan d'évolution réalisé par l'orthophoniste.

2. Analyse de l'entraînement

2.1 Vécu de l'entraînement

Marion a énormément aimé l'application. Elle a trouvé que l'entraînement était plus facile à la fin qu'au début et aurait bien continué encore. Cependant elle se décourageait lorsqu'elle faisait des erreurs. Le fait de gagner des objets lui a beaucoup plu, elle était curieuse et essayait de deviner l'objet à chaque fois. Elle pense avoir fait des progrès.

Les parents de Marion ont trouvé la durée de l'entraînement adaptée. Ils ont estimé le temps d'entraînement à 10 à 15 minutes par jour, selon la difficulté des exercices. Ils se sont

souvent servis du document d'aide pour reformuler les consignes à Marion. La motivation de Marion a été sentie par ses parents car elle réclamait l'application et savait où elle en était dans son entraînement. Ils ont également l'impression qu'elle a fait des progrès en vitesse de raisonnement.

2.2 Déroulement de l'entraînement à la maison

Marion s'entraînait le soir, quand elle avait assez de temps pour se concentrer. Elle s'installait dans sa chambre ou dans un endroit calme.

La contrainte des 15 minutes par séance d'entraînement bloquait Marion. Le temps est un facteur de stress pour elle en général.

Un de ses parents était présent à chaque fois, en effet elle pouvait avoir besoin de reformulation pour des consignes. Ses difficultés en lecture justifient ce besoin. Toutefois ils ne l'aidaient pas.

2.3 Résultats

Stratégie	temps moyen par exercice (en minutes)	Nombre moyen d'erreurs par exercice
Doubles	02:21	3.00 (SM 0.29)
Calculer une dizaine	02:03	1.44
Passage par la dizaine	03:42	3.69 (SM 2.21)
Multiplications	02:25	4.63
Décomposition additive	02:06	3.27

Tableau n°9 : moyennes de temps et d'erreurs par exercice et par stratégie

On observe que la stratégie du passage par la dizaine a demandé plus de temps de réflexion à Marion sans pour autant entraîner plus d'erreurs, elle semble donc avoir compris les principes qui sous-tendent cette stratégie mais il lui faut encore du temps pour l'automatiser. La stratégie des multiplications a posé problème à Marion puisque le nombre d'erreurs y est le plus élevé. Le nombre d'erreurs de la stratégie de la décomposition additive est quelque peu

élevé (son résultat indique qu'elle a fait en moyenne une erreur tous les trois calculs). Ce qui nous indique qu'elle n'a pas tout à fait compris le principe qui sous-tend cette stratégie. Il lui faut certainement également plus de temps pour se l'approprier.

3. Discussion

Marion présente des scores au Zareki-R légèrement en baisse lors du bilan post-protocole, de même, son score en calcul mental a baissé de 3 points. Pourtant l'analyse qualitative de l'entraînement va à l'encontre de ce résultat. En effet Marion a été enchantée de l'entraînement et a eu la sensation d'avoir progressé, ses parents ont également eu cette impression. La maîtresse l'a même félicitée pour ses résultats en calcul mental.

Notons que le temps est un facteur de stress important chez Marion. Elle a tendance à se bloquer dès qu'il y a un temps limité pour répondre à des questions. Nous pouvons faire l'hypothèse que Marion a besoin de plus de temps pour s'approprier les stratégies induites. On peut se demander si une ou deux semaines supplémentaires d'entraînement seraient profitables à Marion. Néanmoins, pour réduire son stress, il faudrait mettre en place certains aménagements, comme ne pas lui imposer un temps limite de 15 minutes d'entraînement par jour ou ne pas fixer de date d'échéance à l'avance. De plus, lui laisser plus de temps diminuerait la pression engendrée par ses difficultés en langage écrit.

De même, elle semble avoir besoin de plus de temps pour se séparer de ses stratégies de secours (compter sur ses doigts par exemple). Notre entraînement seul ne permettra pas à Marion de cesser d'utiliser ces stratégies de secours très coûteuses en temps. Un travail sur le long terme avec l'orthophoniste est indispensable.

E. Étude de cas : Camille

Camille est en CM1, elle est suivie en orthophonie depuis janvier 2013 pour des difficultés en mathématiques. Elle a bénéficié d'un bilan en CMPP pour du langage écrit durant son CE1, mais il n'a pas abouti à une prise en charge. Le travail réalisé en séance pour les mathématiques porte sur les structures logiques dans un premier temps : classification, combinatoire, équivalences. Puis Camille a travaillé la numération avec des problèmes et des jeux. Elle a abordé le sens des nombres et le sens des opérations (additions, soustractions, multiplications).

Camille est une petite fille qui est consciente de ses difficultés mais qui est très volontaire et positive. Elle est bien entourée à l'école et à la maison ce qui l'aide à avoir confiance en elle. Sa famille est stable et stimulante.

Elle n'a pas de difficulté dans les autres matières scolaires. Son orthophoniste se pose la question d'un diagnostic de dyscalculie avec troubles du raisonnement logique car elle ne présente pas de diagnostic différentiel.

Camille n'a pas eu de prise en charge orthophonique durant le protocole car le début du programme correspondait à l'aboutissement de 13 mois de travail avec son orthophoniste qui a jugé qu'une pause serait intéressante. Le programme sur tablette représentait un bon moyen d'entraîner les compétences travaillées préalablement. Camille s'est bien emparée de l'entraînement mais elle aurait préféré travailler sur un ordinateur.

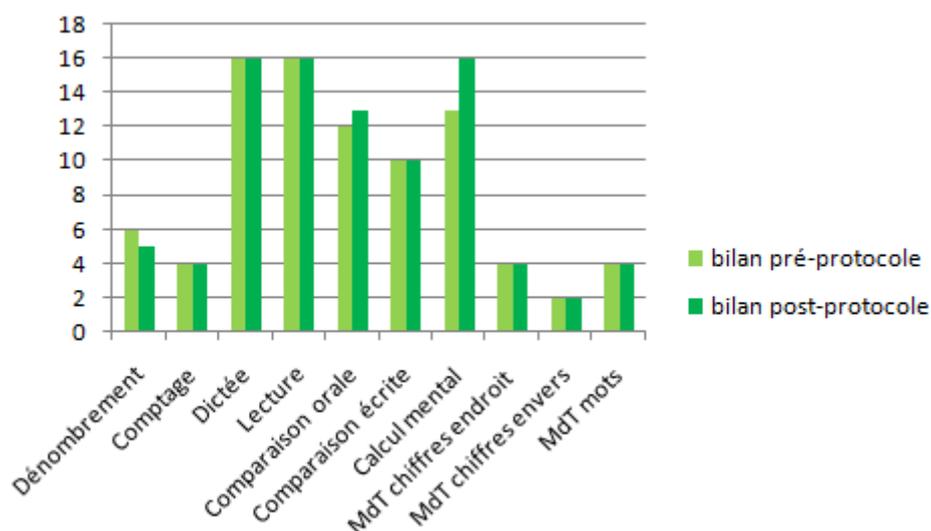
1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole

Le premier bilan a eu lieu un jeudi en début d'après-midi et le deuxième bilan un vendredi matin. Camille semblait détendue lors de ces deux rencontres, bien que plus à l'aise lors de la deuxième.

Il y a eu un changement d'étalonnage pour le bilan du Zareki-r puisque Camille a eu son anniversaire entre les deux bilans. Pour le bilan pré-protocole elle entre dans la catégorie 9 ans - 9 ans 11 mois et se retrouvait donc dans les plus âgés de sa catégorie, alors que pour le bilan post-protocole elle entre dans la catégorie 10 ans - 10 ans 11 mois et se retrouvait donc dans les plus jeunes. Nous avons souhaité comparer les deux étalonnages pour le deuxième bilan. On remarque que le passage dans la catégorie 10 ans - 10 ans 11 mois est légèrement défavorable à Camille mais elle ne présente pas pour autant de score pathologique. On observe également qu'en comparaison orale, malgré un score qui augmente, elle reste à -0,5 E.T en changeant de catégorie, alors qu'elle se rapproche de la moyenne en restant dans la catégorie des 9 ans - 9 ans et 11 mois. De même pour le dénombrement, son score chute d'un point, l'écart-type chute également, tandis qu'en restant dans la catégorie des 9 ans - 9 ans 11 mois, elle se rapproche de la moyenne.

	Bilan du 13/03/14		Bilan du 16/05/14		
	score	écart-type	score	écart-type	écart-type
	<i>Zareki-r</i>				
	(étalonnage 9 ans - 9 ans et 11 mois)		(étalonnage 10 ans - 10 ans et 11 mois)		(étalonnage 9 ans - 9 ans et 11 mois)
Dénombrement	6/6	0,78	5/6	-0,57	-0,33
Comptage	4/4	1	4/4	0,78	1
Dictée	16/16	0,52	16/16	0,67	0,52
Lecture	16/16	0,53	16/16	0,33	0,53
Comparaison orale	12/16	-0,57	13/16	-0,5	-0,13
Comparaison écrite	10/10	0,57	10/10	0,25	0,57
	<i>Numérique</i>				
Calcul mental	13/24		16/24		
	<i>BALE</i>				
MdT chiffres endroit	4	-1,4	4	-1,4	
MdT chiffres envers	2	-1,69	2	-1,69	
MdT mots	4	0,41	4	0,41	
Épreuves supplémentaires du bilan du 13/03/14					
	score	écart-type	temps (secondes)	écart-type	
Lecture de mots fréquents irréguliers	19/20	0,49	21	0,11	
Lecture de mots fréquents réguliers	20/20	0,45	18	-0,12	
Lecture de mots peu fréquents irréguliers	14/20	0,20	29	-0,11	
Lecture de mots peu fréquents réguliers	17/20	-0,72	20	-0,8	
Compréhension de l'écrit	8/10	0,11	Non renseigné	Non renseigné	
Lecture de texte (mots correctement lus en 1mn)	114	0,37			

Tableau n°10 : résultats et écarts-types des bilans pré-protocole et post-protocole



Graphique n°17 : comparaison des résultats de Camille aux bilans de pré-protocole et de post-protocole, pour chaque subtest.

Camille a amélioré ses résultats en comparaison orale et en calcul mental et a un moins bon score en dénombrement. Le point en moins correspond à un mauvais dénombrement du troisième item. Lors de l'épreuve de comparaison orale, Camille réalise la même erreur qu'au premier bilan, sur un item qui utilise des grands nombres (« 34601/9678 »), mais l'item « 108/800 » est correct au deuxième bilan. Les trois points en plus du calcul mental correspondent aux soustractions qui ont été toutes réussies au bilan post-protocole alors que trois sur les cinq étaient ratées au bilan pré-protocole. Elle semble avoir compris les mécanismes de ces opérations et s'est approprié une stratégie efficace (elle surcompte en arrière : pour 17-5, elle part de 17 et retranche un jusqu'à 12), chose qu'elle n'avait pas faite lors du premier bilan. De plus elle donne les réponses rapidement.

Camille ne présente pas de difficultés en lecture ni en compréhension écrite toutefois on remarque une certaine lenteur pour la lecture de mots.

2. Analyse de l'entraînement

2.1 Vécu de l'entraînement

Camille a énormément aimé l'application. Elle a trouvé que l'entraînement était adapté au niveau de la durée et du nombre d'exercices, et plus facile à la fin qu'au début. Elle a senti des progrès à l'école, notamment en calcul mental.

Les parents de Camille trouvent que 4 semaines d'entraînement auraient été suffisantes, ils privilégieraient un entraînement pendant les vacances scolaires pour ne pas rajouter trop de travail après l'école pendant les temps scolaires. Ils ont estimé le temps d'entraînement à moins de 10 minutes par jour. Les parents de Camille ont senti qu'elle avait progressé en mémorisation et en vitesse pour le calcul mental.

2.2 Déroulement de l'entraînement à la maison

Camille s'entraînait le soir en rentrant de l'école, dans sa chambre ou dans le salon, mais toujours au calme.

La maman de Camille a toujours été à côté d'elle pendant ses séances d'entraînement, mais sans l'aider.

La tablette de Camille, de marque blanche et faible résolution, a rencontré beaucoup de défauts d'affichage, ce qui a perturbé certains exercices (entraînant la nécessité de les recommencer plusieurs fois). De plus, les deux dernières semaines, la famille a rencontré des soucis de connexion internet avec la tablette. C'est pour cette raison que Camille aurait préféré s'entraîner sur l'ordinateur.

2.3 Résultats

Stratégie	temps moyen par exercice (en minutes)	Nombre moyen d'erreurs par exercice
Doubles	01:37	5.12 (SM 3.21)
Calculer une dizaine	01:03	0.78
Passage par la dizaine	02:02	3.88 (SM 3.43)
Multiplications	01:49	4.69
Décomposition additive	01:35	2.53

Tableau n°11 : moyennes de temps et d'erreurs par exercice et par stratégie

La technique du passage par la dizaine a demandé plus de temps de réflexion à Camille, le nombre d'erreurs est quelque peu élevé (une erreur pour trois calculs) et elle met plus de temps que pour d'autres stratégies, ce qui nous indique qu'elle ne maîtrise sans doute pas encore cette stratégie. Elle semble avoir été plus en difficulté pour les multiplications. Elle fait peu d'erreurs à la stratégie de la décomposition additive, on peut donc supposer qu'elle a compris les principes qui sous-tendent cette stratégie. De plus, on voit qu'elle fait très peu d'erreurs à la stratégie calculer une dizaine, elle s'est donc peut-être servie de ces faits arithmétiques connus lors des exercices de décomposition additive.

3. Discussion

Camille a obtenu un score globalement semblable au Zareki-R entre les deux bilans. Elle a amélioré son score à l'épreuve du calcul mental du Numérical. Les points en plus correspondent aux soustractions qu'elle n'avait pas réussies au bilan pré-protocole.

Malgré une préférence pour le choix de l'ordinateur, Camille a tout de même beaucoup aimé l'application et a tiré profit de cet entraînement. En effet elle l'a trouvé plus facile à la fin qu'au début. Nous pouvons ainsi présumer qu'elle a réutilisé des stratégies induites par l'entraînement pour calculer de manière moins coûteuse cognitivement. Nous pensons que les stratégies ont été bien comprises par Camille. La question qui se pose alors est de savoir si elle saura mobiliser ces connaissances lorsqu'elle rencontrera un calcul. Si ce n'est pas le cas, nous pourrions proposer de nouveau un entraînement intensif qui permettrait de réactiver ces compétences.

F. Étude de cas : Éva

Éva est en CM1. Elle est suivie depuis fin 2011 pour les troubles du calcul. Le travail en séance concernait dans un premier temps les nombres de 0 à 100 en insistant sur les nombres de 60 à 100. Elle a travaillé les additions et soustractions posées et en calcul mental. Ainsi que la résolution de problème, car elle avait tendance à utiliser tous les chiffres qu'elle lisait pour en faire une opération. Elle a également beaucoup travaillé autour de l'orientation spatiale au début de sa prise en charge. Durant la deuxième année de prise en charge, elle a travaillé les multiplications et la géométrie : vocabulaire géométrique, réalisation de formes géométriques grâce à une consigne, ainsi que les opérations sur ces formes (calcul de périmètre...) Depuis début 2014, le travail porte sur les unités de mesure de longueur et de temps, ainsi que les calculs avec de grands nombres.

Elle est également suivie depuis novembre 2010 pour des troubles du langage écrit par une autre orthophoniste. Le travail autour du langage écrit porte sur la compréhension écrite notamment de textes. Elle travaille également la constitution d'un stock lexical. Son médecin suspecte un syndrome dysexécutif ainsi que des troubles de l'attention.

Éva n'a pas fait de pause dans la prise en charge sauf pendant les grandes vacances 2012 et 2013 où elle n'avait pas de séances pendant les deux mois. Elle n'a jamais changé d'orthophoniste pour la prise en charge des troubles du calcul.

Étant une enfant prématurée, elle bénéficie également d'un suivi neuropédiatrique.

Éva est une enfant très volontaire, elle veut bien faire. Elle travaille beaucoup et réclame des exercices à son orthophoniste. Elle est active dans sa rééducation. Elle est consciente de ses difficultés et demande à l'orthophoniste des exercices permettant de les travailler.

L'orthophoniste qui la prend en charge note qu'Éva a plus de difficultés avec le calcul oral

qu'avec le calcul posé à l'écrit. Le calcul mental est difficile pour elle en raison de capacités de mémoire de travail réduites.

Les parents d'Éva sont à son écoute et l'aident pour les devoirs.

Durant le protocole, Éva a continué les séances de rééducation même si les vacances ont limité le nombre de séances. Elle a travaillé les nombres décimaux et la résolution de problèmes avec des nombres décimaux (choix de l'opération, tri des informations utiles et inutiles).

1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole

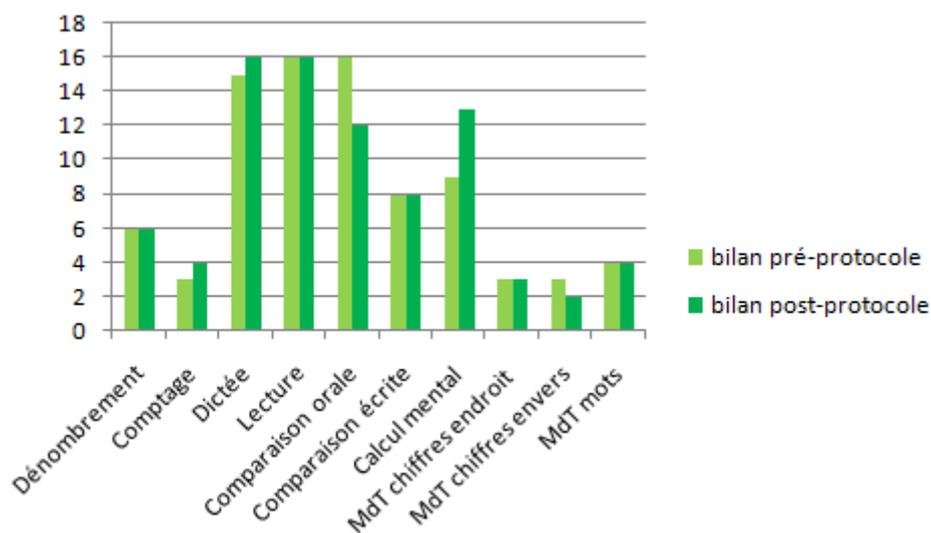
Lors du bilan pré-protocole elle est souriante mais s'agite sur sa chaise pendant l'épreuve de calcul mental lorsqu'elle ne sait pas répondre ou que le calcul lui demande beaucoup d'attention.

Lors du bilan post-protocole, Éva est toujours souriante. Elle s'agite de la même manière durant l'épreuve de calcul mental mais semble plus détendue dans l'ensemble du bilan.

Les deux bilans ont eu lieu un vendredi soir.

	Bilan du 14/03/14		Bilan du 09/05/14	
	score	écart-type	score	écart-type
Zareki-r				
Dénombrement	6/6	0.78	6/6	0.78
Comptage	3/4	0.00	4/4	1.00
Dictée	15/16	0.12	16/16	0.52
Lecture	16/16	0.53	16/16	0.53
Comparaison orale	16/16	1.17	12/16	-0.57
Comparaison écrite	8/10	-2.29	8/10	-2.29
Numérique				
Calcul mental	9/24		13/24	
BALE				
MdT chiffres endroit	3	-3.4	3	-3.4
MdT chiffres envers	3	-0.6	2	-1.6
MdT mots	4	0.4	4	0.4
Épreuves supplémentaires du bilan du 14/03/14				
	score	écart-type	temps (secondes)	écart-type
Lecture de mots fréquents irréguliers	13/20	-3.5	34	-2.1
Lecture de mots fréquents réguliers	19/20	0.8	22	0.6
Lecture de mots peu fréquents irréguliers	6/20	-1.8	45	-1.4
Lecture de mots peu fréquents réguliers	19/20	0.3	24	0.3
Compréhension de l'écrit	5/10	-2.4	210	-3.2
Lecture de texte (mots correctement lus en 1mn)	89	-0.5		

Tableau n°12 : résultats et écarts-types des bilans pré-protocole et post-protocole



Graphique n°18 : comparaison des résultats d'Éva aux bilans de pré-protocole et de post-protocole, pour chaque subtest.

Éva a diminué son score en comparaison orale et en mémoire de travail pour l'empan de chiffres envers. Elle échoue aux deux items les plus grands et le plus compliqués lors de la comparaison orale.

Toutefois elle a amélioré ses résultats en comptage, en dictée et surtout en calcul mental (+4 points).

L'une des opérations proposées pour les additions est $6+7$. Éva trouve le bon résultat comme aux deux bilans. Toutefois elle met six secondes pour trouver le résultat au bilan post-protocole soit quatre secondes de moins qu'au bilan pré-protocole. Elle nous explique spontanément qu'elle a utilisé les doubles : « *J'ai fait $6+6=12$ et j'ai rajouté 1* ». Interrogée, elle nous explique qu'elle réfléchit comme ça depuis l'entraînement avec Samba. Ainsi, Éva semble s'être appropriée la stratégie des doubles travaillée grâce à l'application. Ainsi que les tables de multiplication puisqu'elle améliore également ses résultats en multiplications. Elle trouve le résultat des trois calculs au bilan post-protocole alors qu'elle n'en avait réussi qu'un au bilan pré-protocole.

Éva présente des difficultés en lecture sauf pour les mots réguliers. Elle fait un certain nombre d'erreurs de régularisation. La compréhension de l'écrit est chutée, que ce soit pour le score ou le temps.

2. Analyse de l'entraînement

2.1 Vécu de l'entraînement

Éva a énormément aimé l'application. Elle aurait voulu avoir tout le temps 4 exercices par jour et réclamait la suite au bilan post-protocole. Elle pense avoir fait des progrès grâce à l'application.

Les parents d'Éva ont trouvé la durée d'entraînement correcte et estiment le temps d'entraînement à 5 à 10 minutes par jour. Ils trouvent que les premiers niveaux de l'application pourraient être améliorés car ils se sont sentis perdus au début. Ils estiment que l'application a aidé leur enfant pour le calcul mental.

2.2 Déroutement de l'entraînement à la maison

Les parents d'Éva n'étaient pas présents quand elle se connectait sur l'application.

Éva et son père nous expliquent qu'elle réalisait ses exercices uniquement une fois les devoirs d'école terminés. Son père précise qu'il se servait de l'application pour motiver Éva pour les devoirs (« *Une fois que tu auras fini tes devoirs tu pourras jouer avec Samba !* »).

Éva a continué son entraînement même quand elle est partie en vacances. Cela ne leur a pas posé de problèmes. Elle jouait le matin pour qu'ils aient l'après-midi libre.

Elle réalisait ses exercices tout le temps dans sa chambre, au calme.

Éva a suivi l'entraînement avec beaucoup de régularité. Elle commençait chaque semaine le lundi et finissait le vendredi, sauf une semaine où elle a dû travailler le samedi au lieu d'un autre jour. C'est une décision d'Éva et de ses parents. Ainsi elle était libre le week-end.

Toutefois cette rigidité a entraîné des entraînements parfois tardifs (22h30 pour le plus tard), mais cela n'a pas dérangé Éva et n'a pas eu de répercussions sur ses résultats.

2.3 Résultats

Stratégie	temps moyen par exercice (en minutes)	Nombre moyen d'erreurs par exercice
Doubles	01:57	4.94 (SM 2.43)
Calculer une dizaine	01:49	9.61
Passage par la dizaine	02:24	7.94 (SM 5.79)
Multiplications	02:09	4.19
Décomposition additive	01:21	2.33

Tableau n°13 : moyennes de temps et d'erreurs par exercice et par stratégie

Nous avons observé qu'Éva avait des difficultés avec la stratégie des doubles (voir annexe n°12). Elle nous explique qu'au début cette technique était un peu compliquée pour elle et qu'elle avait demandé de l'aide à son père.

Elle avait tendance à cliquer plusieurs fois sur le même domino pour être sûr que ça ne marche pas. Ce qui explique un nombre d'erreurs important. Toutefois, Éva fait de

nombreuses erreurs sur d'autres exercices que le domino, ce qui nous laisse penser qu'elle clique sur les boutons de réponse pour trouver la réponse rapidement et donc fait plusieurs propositions parfois sans réfléchir à la solution.

Éva présente plus de difficultés pour les exercices qui consistent à calculer une dizaine. Ce qui peut correspondre à une non-mémorisation des faits arithmétiques que sont les paires qui font une dizaine.

Elle a également des difficultés à réaliser les exercices de passage par la dizaine pour lesquels elle fait en moyenne une erreur tous les deux calculs. De plus c'est pour cette stratégie que ses temps sont les plus longs. On peut supposer qu'elle n'a pas encore compris les mécanismes sous-tendant cette stratégie puisque ces exercices lui posent encore problème. Au contraire, elle réalise facilement et rapidement les exercices de décomposition additive. Elle semble donc avoir compris les principes de cette stratégie et avoir automatisé la réalisation d'une décomposition additive. Néanmoins le nombre d'erreurs pour la stratégie calculer une dizaine est élevé, or la décomposition additive réutilise les faits arithmétiques que sont les paires qui font une dizaine. Même si la technique des dominos peut expliquer une partie des erreurs (elle obtient une moyenne de 3.71 sans les dominos), cet écart nous pose question. Peut-être que le score obtenu pour la décomposition additive ne reflète finalement pas son niveau de compréhension mais serait lié à d'autres facteurs (techniques utilisées, hasard...).

3. Discussion

Les résultats d'Éva peuvent être mis en lien avec sa personnalité : c'est une petite fille qui veut bien faire. Ainsi elle a réalisé ses exercices avec une grande attention. Elle montrait beaucoup d'intérêt pour l'application et a réclamé d'autres exercices au bilan post-protocole. Son investissement dans le protocole était très important, comme sa régularité en témoigne. Éva semble donc avoir tiré profit de l'entraînement proposé même si elle présente encore des difficultés pour certaines stratégies.

On peut se demander dans quelle mesure ses difficultés de lecture ont entravé la compréhension de la consigne de certains exercices et donc faussé ses résultats. Pour Éva, la présentation de la consigne à l'oral aurait pu lui être bénéfique. Elle aurait ainsi pu concentrer toute son attention sur le contenu des exercices.

Il serait intéressant pour Éva de revoir en séance d'orthophonie les paires de la stratégie « calculer une dizaine » ainsi que la stratégie du passage par la dizaine qui ont été

particulièrement compliquées pour elle. L'accompagnement de l'orthophoniste permettra de soutenir Éva face à ses difficultés, ce qui évitera qu'elle se décourage.

G. Étude de cas : Léo

Léo est en CM1. Il est suivi en orthophonie pour des troubles du calcul depuis septembre 2011. Cette rééducation a porté sur la numération pour les nombres de 0 à 100. Le passage à la centaine a été laborieux selon l'orthophoniste. Léo a repris le travail sur les bases du système décimal. Pour travailler la notion d'addition et de soustraction, l'orthophoniste est repassée par de la manipulation concrète d'objets. Puis Léo a travaillé la vitesse en calcul mental pour les additions et soustractions.

Fin juin 2012, l'orthophoniste avait dû proposer une pause thérapeutique suite à un manque d'assiduité pour le suivi des séances. Cette pause a duré plus d'un an et demi. La prise en charge a repris avec la même orthophoniste en février 2014 suite à la demande de l'enseignante de Léo. Les parents sont plus assidus et Léo n'a pas manqué une seule séance.

La seconde prise en charge (depuis février 2014) porte sur le raisonnement et la résolution de problèmes arithmétiques. L'orthophoniste travaille également les grands nombres car Léo présente de grosses difficultés pour les nombres supérieurs à mille.

Léo n'a pas d'autres troubles que ses difficultés en calcul. Il n'a pas eu d'autre rééducation avant septembre 2011.

Léo est un enfant souriant mais qui ne pose pas beaucoup de questions. Il était passif au début de sa prise en charge mais cela s'améliore depuis quelque temps. Léo a peur de se tromper et n'ose pas faire de proposition. Il peut rester un long moment devant sa feuille sans demander d'aide à l'orthophoniste.

Toutefois la rééducation évolue positivement. Léo fait des progrès depuis le début de la prise en charge.

Les parents de Léo l'aident pour les devoirs à la maison.

Durant le protocole, Léo a continué les séances de rééducation. Il a travaillé exclusivement sur les additions, soustractions et multiplications pour les grands nombres (nombres supérieurs à mille).

1. Analyse des bilans pré-protocole et post-protocole

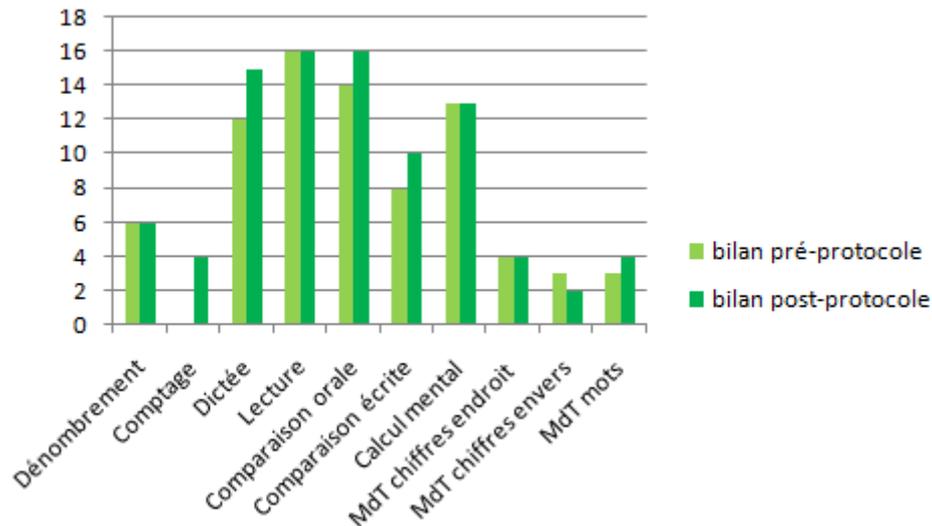
Lors du bilan pré-protocole, Léo est apparu comme un garçon timide. Il souriait beaucoup mais répondait principalement par des hochements de tête. Il n'utilisait sa voix que lorsque la question nécessitait un développement de sa part.

Lors du bilan post-protocole, Léo souriait toujours autant. Toutefois il a bien plus pris la parole et a très bien expliqué l'intérêt qu'il a eu pour l'application. Il semble plus concentré lors de la réalisation des tests.

Les deux bilans ont eu lieu un mercredi après-midi.

	Bilan du 02/04/14		Bilan du 21/05/14	
	score	écart-type	score	écart-type
Zareki-r				
Dénombrement	6/6	0.78	6/6	0.78
Comptage	0/4	-3.00	4/4	1.00
Dictée	12/16	-1.08	15/16	0.12
Lecture	16/16	0.53	16/16	0.53
Comparaison orale	14/16	0.30	16/16	1.17
Comparaison écrite	8/10	-2.29	10/10	0.57
Numérique				
Calcul mental	13/24		13/24	
BALE				
MdT chiffres endroit	4	-1.4	4	-1.4
MdT chiffres envers	3	-0.6	2	-1.6
MdT mots	3	-1.6	4	0.4
Épreuves supplémentaires du bilan du 02/04/14				
	score	écart-type	temps (secondes)	écart-type
Lecture de mots fréquents irréguliers	16/20	-1.5	29	-1.3
Lecture de mots fréquents réguliers	19/20	0.8	24	0.4
Lecture de mots peu fréquents irréguliers	12/20	-0.3	43	-1.2
Lecture de mots peu fréquents réguliers	15/20	-1.7	40	-1.7
Compréhension de l'écrit	8/10	0.1	192	-2.6
Lecture de texte (mots correctement lus en 1mn)	81	-0.7		

Tableau n°14 : résultats et écarts-types des bilans pré-protocole et post-protocole



Graphique n°19 : comparaison des résultats de Léo aux bilans de pré-protocole et de post-protocole, pour chaque subtest.

Léo a diminué légèrement son score en mémoire de travail pour l'empan de chiffres envers. Il a augmenté son score en mémoire de travail pour l'empan de mots, en dictée, en comparaison orale et écrite, ainsi que pour le comptage. Pour ce dernier il passe de zéro à tous les points. Lors du bilan pré-protocole il compte à rebours de deux en deux. La consigne n'est pas bien interprétée malgré l'exemple qu'elle prévoit. Au bilan post-protocole il réalise parfaitement ce comptage à rebours. Comme Léo ne pose pas de questions, nous pouvons penser qu'il n'a pas demandé d'aide alors qu'il n'avait pas compris la consigne lors du bilan pré-protocole. Le fait qu'il réalise parfaitement et sans aucune hésitation le comptage à rebours lors du bilan post-protocole laisse penser qu'il maîtrisait cette compétence lors du premier bilan mais qu'il n'avait pas compris la consigne.

En dictée de nombres, il écrit correctement mille deux cents et quatre mille six cent cinquante-huit lors du bilan post-protocole même si pour ce dernier il a besoin d'une répétition après avoir tracé le 4 et le 6 sur la feuille. Au bilan pré-protocole, il avait écrit 1002 pour le premier et 400658 pour le second. Le fait qu'il ait travaillé les grands nombres (en lecture et en dictée) avec l'orthophoniste, en parallèle du protocole, peut sans doute expliquer cette amélioration.

Léo était plus concentré lors du deuxième bilan, ce qui peut aussi expliquer un regain de performance dans presque tous les items du Zareki (il a mieux écouté les consignes et a pris plus le temps de réfléchir en dictée par exemple). Ainsi hormis une répétition en dictée, il

obtient le score maximum pour tous les subtests du Zareki que nous avons proposés. Les épreuves de la BALE sont plutôt bien réussies. C'est un enfant qui aime lire. Il a une compréhension correcte de l'écrit même si le temps qu'il met est considéré comme pathologique. La lecture ne semble pas être un handicap pour lui.

2. Analyse de l'entraînement

2.1 Vécu de l'entraînement

Léo a énormément aimé l'application. Il a trouvé l'entraînement adapté que ce soit pour le nombre d'exercices ou la durée de 5 semaines.

Léo a aimé récupérer des cacahuètes et des objets. (C'est d'ailleurs l'enfant qui a récupéré le plus de cacahuètes). Il essayait de deviner quel objet il était en train de se reconstituer.

Toutefois il répond « *mouais* » quand nous lui demandons s'il a eu l'impression d'avoir fait des progrès en calcul.

Les parents de Léo ont trouvé la durée d'entraînement correcte et estiment le temps d'entraînement à 5 à 10 minutes par jour. Ils estiment que l'application a aidé leur enfant dans le calcul mental.

Le support tablette a plu à Léo et à ses parents même si ces derniers précisent que l'entraînement aurait pu être réalisé sur un ordinateur également.

2.2 Déroulement de l'entraînement à la maison

Les parents de Léo n'étaient pas avec lui quand il faisait ses exercices. Il explique être allé les voir quand il avait du mal à comprendre les consignes au début. Le père nous dit que c'est arrivé une ou deux fois qu'il aide son fils pour la compréhension de consignes uniquement.

Le bilan pré-protocole a montré que le temps de lecture de Léo était assez long. Il est possible que ce temps ait perturbé sa compréhension si son maintien en mémoire à court terme est déficitaire également. Cela pourrait expliquer qu'il ait eu besoin que son père lui explique quelques consignes.

Bien que l'emploi du temps de Léo soit chargé, les parents expliquent ne pas avoir eu de

difficultés pour trouver le temps de jouer. Léo utilisait l'application majoritairement le soir pendant les jours de semaine. Le week-end et pendant les vacances, il se connectait plutôt le matin. Il ne donnait pas la priorité aux devoirs de l'école.

Léo a travaillé exclusivement dans sa chambre, au calme.

Léo a eu des coupures de plusieurs jours en raison de vacances et de problèmes familiaux. Nous l'avons interrogé sur les difficultés que cela a pu lui causer. Il explique avoir parfois eu du mal pour certains exercices. « *Je ne savais plus comment faire* » nous dit-il.

2.3 Résultats

Stratégie	temps moyen par exercice (en minutes)	Nombre moyen d'erreurs par exercice
Doubles	02:02	2.76 (SM 0.43)
Calculer une dizaine	01:28	0.67
Passage par la dizaine	02:31	3.44 (SM 1.21)
Multiplications	02:19	0.94
Décomposition additive	00:57	3.27

Tableau n°15 : moyennes de temps et d'erreurs par exercice et par stratégie

On observe que Léo présente plus d'erreurs pour les exercices de décomposition additive alors qu'il a passé moins de temps en moyenne sur ces exercices. Nous pouvons supposer qu'il a tout de même compris les mécanismes sous-tendant cette stratégie puisqu'il fait une erreur tous les trois calculs ce qui est acceptable. Il fait également très peu d'erreurs pour le passage par la dizaine mais prend un peu plus de temps pour cette stratégie que pour les autres. Il semble donc avoir compris les principes de cette stratégie, mais avoir encore besoin de temps pour la mettre en oeuvre. On peut se demander si une ou deux semaines d'entraînement supplémentaire auraient permis une meilleure automatisation dans l'utilisation de la stratégie du passage par la dizaine.

Le faible nombre d'erreurs de Léo peut également s'expliquer par le fait qu'il n'ose pas faire de propositions de peur de se tromper. Ainsi nous pouvons postuler que Léo n'a cliqué sur le bouton réponse que lorsqu'il était tout à fait sûr de son résultat. Néanmoins, les temps moyens de réalisation relativement courts nous amènent à penser qu'il a réalisé les exercices

avec une certaine facilité. De plus, ni Léo ni ses parents n'ont ressenti plus de difficultés pour un exercice en particulier.

Toutefois le temps très court pour la décomposition additive pour laquelle il a fait plus d'erreurs nous interroge. A-t-il pris moins de temps pour réfléchir dans ces exercices ? A-t-il répondu au hasard ?

3. Discussion

L'entraînement de Léo ne s'est pas déroulé dans des conditions idéales. Le rythme de 5 séances par semaine n'a pas pu être respecté en raison d'une semaine de vacances sans connexion internet et des problèmes de santé du père qui ont perturbé la vie familiale.

Ainsi l'entraînement s'éloigne trop du rythme que nous avons voulu mettre en place puisqu'il s'est étalé entre le 2 avril et le 17 mai soit durant 7 semaines.

Nous pouvons nous interroger également sur la difficulté qui semblait inadaptée pour lui. En effet, il nous dit qu'aucun exercice n'était dur pour lui et nous observons qu'il n'a fait que très peu d'erreurs. Nous pouvons proposer à l'orthophoniste de soumettre à Léo des exercices plus difficiles afin de voir s'il utilise de manière pertinente les stratégies entraînées.

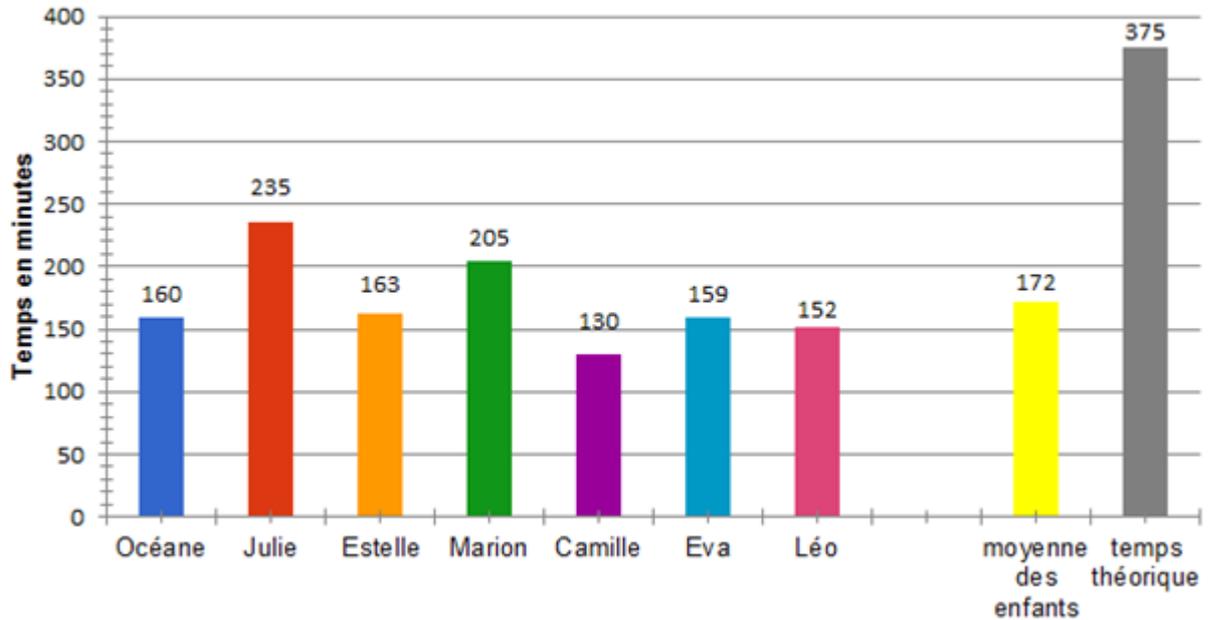
Ainsi ces raisons peuvent être évoquées pour expliquer que son score en calcul mental n'ait pas évolué.

Toutefois, un point positif : Léo a apprécié de s'entraîner avec Samba et a pris du plaisir à jouer et à calculer.

H. Confrontation des résultats des 7 enfants

1. Entraînement

1.1 Analyse du temps d'entraînement



Graphique n°20 : comparaison des temps d'entraînement des sept enfants

Le temps théorique a été calculé en multipliant la durée théorique d'une séance par le nombre de séance soit $15 \text{ minutes} \times 25 = 375 \text{ minutes}$

<u>Enfant</u>	<u>Pourcentage du temps</u> <u>théorique</u>	<u>Temps moyen par séance</u> <u>en minutes</u>
Océane	43%	06:24
Julie	63%	09:23
Estelle	44%	06:32
Marion	55%	08:13
Camille	35%	05:13
Éva	43%	06:22
Léo	41%	06:06
Moyenne des enfants	46%	06:53

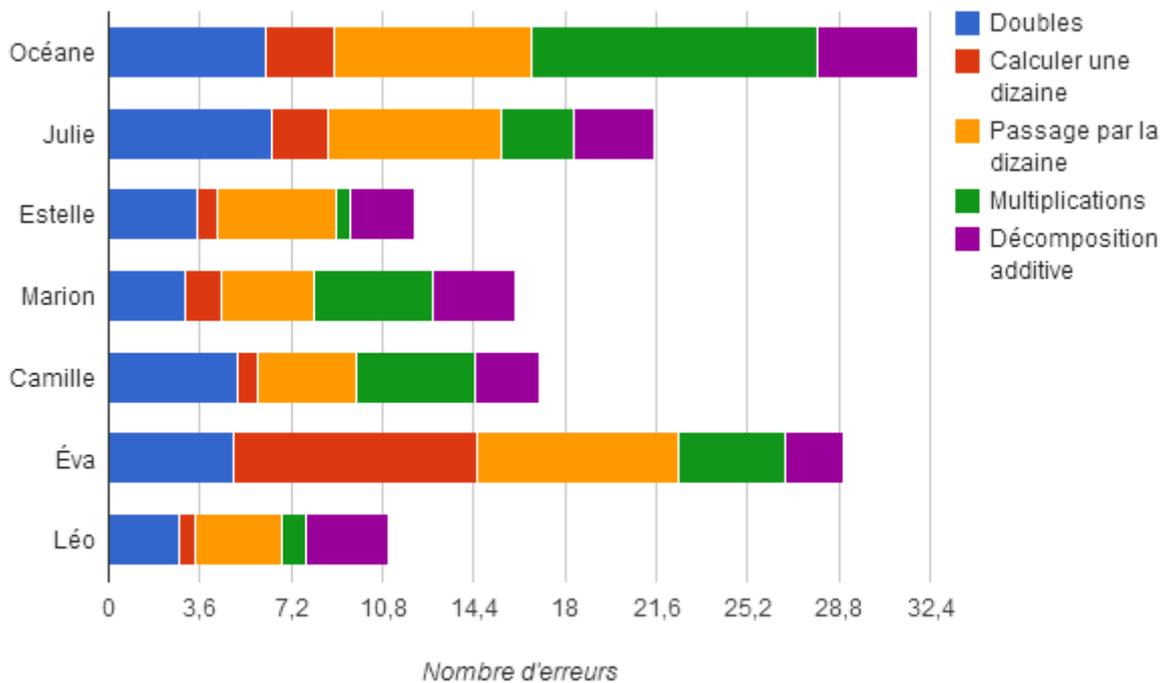
Tableau n°16 : tableau récapitulatif du temps passé à réaliser les exercices pour les sept enfants

La plupart des enfants ont réalisé les exercices dans un temps compris entre 6 et 7 minutes. Camille était la plus rapide avec un temps de 5 minutes et 13 secondes, tandis que Julie est la plus lente avec un temps de 9 minutes et 23 secondes, même si ce temps est à relativiser quand on sait qu'elle était souvent distraite lorsqu'elle jouait sur l'application.

Il faut noter que le temps mesuré correspond au temps strictement passé à réaliser les exercices. Il n'indique pas le temps total passé sur la tablette tactile.

5 enfants sur les 7 n'ont pas atteint la moitié du temps estimé de l'entraînement.

1.2 Analyse des erreurs



Graphique n°21 : moyenne des erreurs par exercice pour chaque stratégie pour les sept enfants

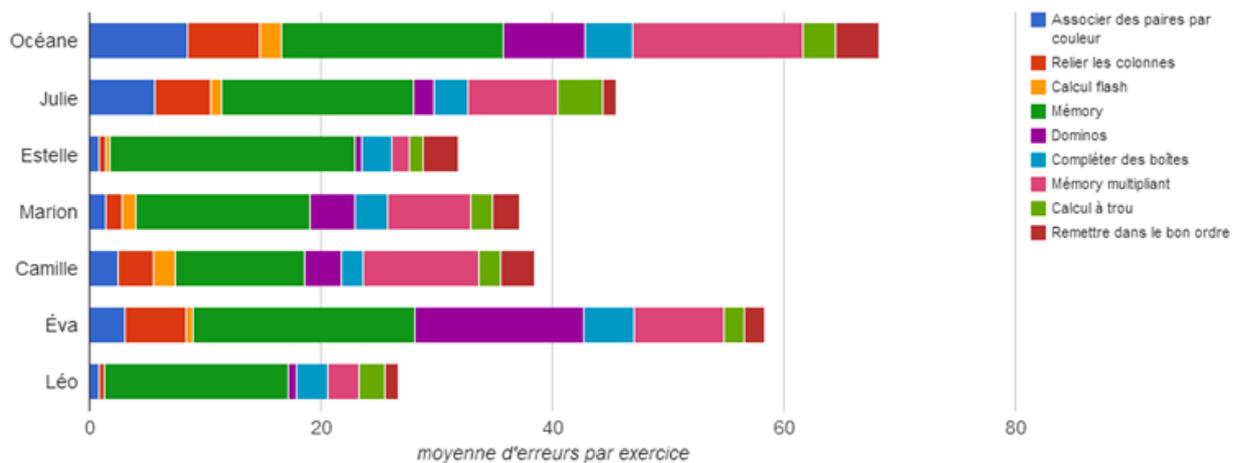
La moyenne des erreurs des doubles et du passage par la dizaine est à pondérer par le fait que la technique du memory a été utilisée trois fois pour les doubles et deux fois pour le passage à la dizaine.

Nous rappelons qu'une « erreur » au memory correspond à un retournement de cartes. Il est donc quasiment impossible d'obtenir zéro erreur (il faudrait pour cela tomber par hasard sur les bonnes paires à chaque tirage). Ainsi un score de dix erreurs n'est pas anormal pour un memory. D'où une moyenne artificiellement élevée pour ces techniques.

Néanmoins, les enfants ayant bénéficié du même entraînement, nous pouvons comparer leurs performances entre eux.

Le calcul par la dizaine donne des résultats très différents suivant les enfants. Seuls quatre enfants font très peu d'erreurs. De même pour la multiplication seuls deux enfants ne font presque pas d'erreurs.

La moyenne des erreurs pour la décomposition additive quant à elle présente des résultats plus homogènes.



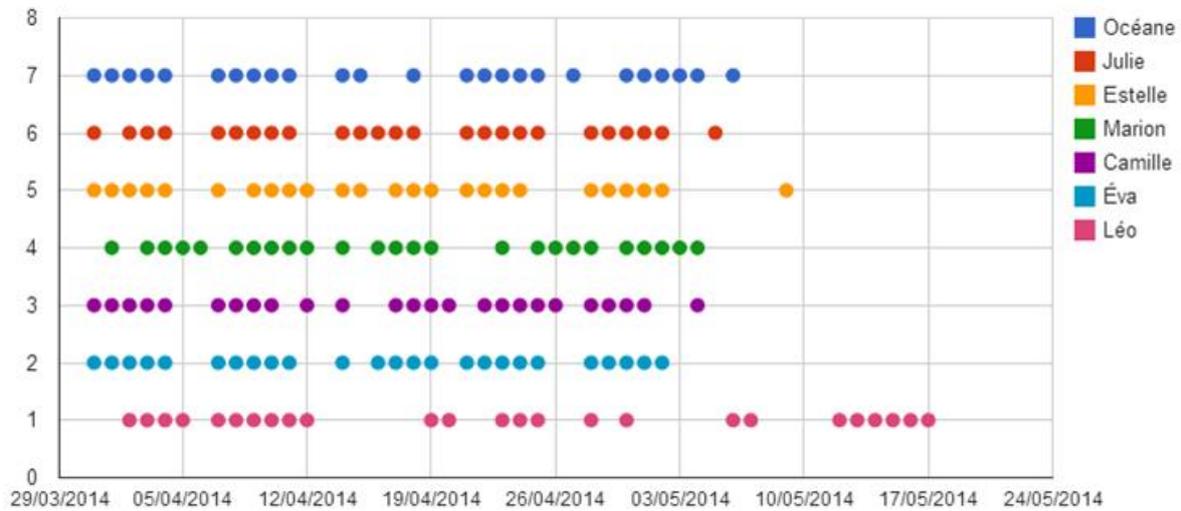
Graphique n°22 : moyenne des erreurs par exercice pour chaque technique pour les sept enfants

La moyenne des résultats montre que certaines techniques ont mis plus en difficulté les enfants. Le memory multipliant a été la technique qui a posé le plus de problèmes aux enfants : 5 enfants ont une moyenne d'erreurs assez importante. La technique du memory présente des moyennes élevées qui sont dues à la méthode retenue pour compter les erreurs.

D'autres techniques posent problème à un enfant en particulier mais pas aux autres. C'est le cas de l'association de paires par couleur qui ont posé problème à Océane ou des dominos, source d'échec d'Éva.

Le reste des techniques n'a pas réellement posé de problème et n'a donc que peu d'influence sur la réussite des exercices.

1.3 Analyse de la régularité



Graphique n°23 : répartition des séances d'entraînement dans le temps pour chaque enfant

En étudiant ce graphique, nous pouvons apprécier la régularité des enfants :

- seuls deux enfants (Éva et Julie) ont réussi à tenir le rythme de cinq séances par semaine pendant les cinq semaines.

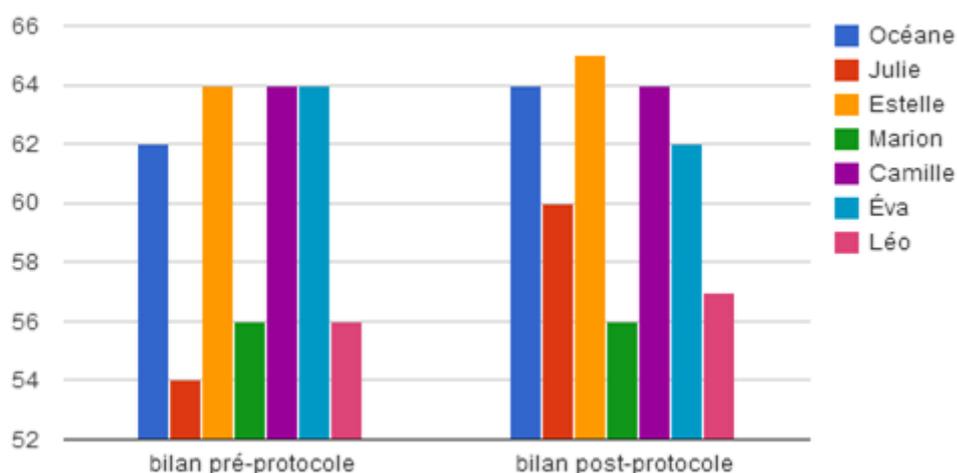
- quatre autres enfants (Océane, Estelle, Marion et Camille) ont interrompu leur entraînement pour un temps supérieur à deux jours par semaine. Pour Océane et Camille, l'irrégularité se déroule durant la troisième semaine alors que pour Estelle et Marion elle se déroule durant la quatrième semaine.

Durant la troisième semaine, un bug informatique affichait aux enfants que leurs exercices étaient déjà réalisés. Ce qui a entraîné une confusion et une pause forcée pour certains enfants le temps que le problème soit réglé par le développeur.

- Léo a eu un rythme très irrégulier, avec une coupure entre la deuxième et troisième semaine en raison d'un départ en vacances. Et des difficultés à réaliser la quatrième semaine d'entraînement en raison de problèmes familiaux. Paradoxalement, c'est l'enfant qui a le moins d'erreurs aux exercices.

2. Bilan pré-protocole et post-protocole

2.1 Analyse des scores du Zareki-R



Graphique n°24 : comparaison des résultats totaux au Zareki-R entre le bilan pré-protocole et le bilan-post protocole

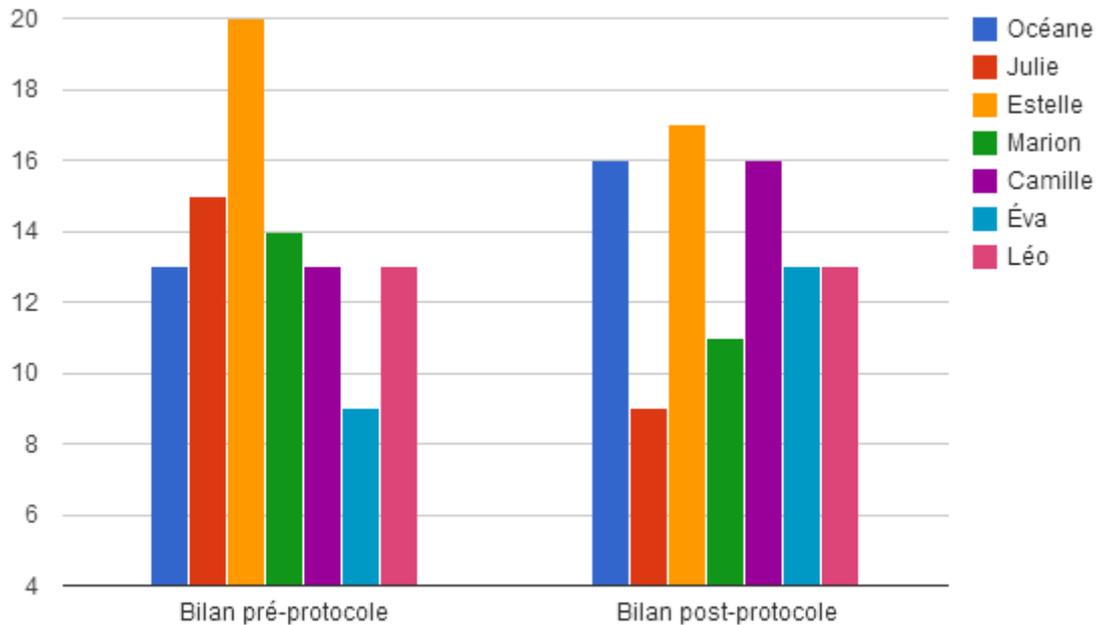
Quatre enfants sur les sept (Océane [+2], Julie [+6], Estelle [+1] et Léo [+1]) ont obtenu un score total plus important au bilan post-protocole qu'au bilan pré-protocole.

Deux enfants (Marion et Camille) ont obtenu un score total semblable aux deux bilans.

Un enfant (Éva [-2]) a obtenu un score total moins bon.

Toutefois, l'ensemble des enfants a évolué en progressant sur certains items et en obtenant de moins bon scores sur d'autres.

2.2 Analyse des scores du Numérical



Graphique n°25 : comparaison des résultats au Numérical entre le bilan pré-protocole et le bilan-post protocole

Trois enfants sur les sept (Océane [+3], Camille [+3] et Éva [+4]) ont obtenu un score plus important au bilan post-protocole qu'au bilan pré-protocole.

Un enfant (Léo) a obtenu un score semblable aux deux bilans.

Trois enfants (Julie [-6], Estelle [-3] et Marion [-3]) ont obtenu un score total moins bon.

2.3 Discussion des bilans

Nous avons fait passer les bilans pré et post-protocole à deux mois d'intervalle. Dans la pratique orthophonique et clinique au sens large, il est conseillé d'éviter de faire passer le même bilan à moins de 6 mois d'intervalle pour pallier l'effet d'apprentissage appelé aussi effet retest. Il est donc probable qu'il y ait eu un effet retest lors de la passation du bilan post-protocole. Néanmoins nous ne pouvions choisir des bilans différents car nous voulions observer l'évolution des enfants pour chaque épreuve. C'est donc un élément à prendre en compte dans l'analyse des résultats des bilans post-protocole.

Ainsi comparer deux bilans ne peut nous donner qu'un aperçu de l'évolution de l'enfant. Nous ne pouvons savoir avec certitude si l'évolution constatée est le fait de l'entraînement ou

si elle est la conséquence d'un changement d'état de l'enfant ou d'une situation plus adaptée à l'enfant ou encore de l'effet retest.

Ainsi, les enfants ayant eu un moins bon score au bilan post-protocole étaient peut-être plus inquiets lors de ce bilan, sachant que leur résultat à ce test concluait l'entraînement et vérifiait son efficacité. Nous jugions alors leur travail. Toutefois, si ce score moins bon ne s'explique pas par des causes extérieures, il peut être le signe que l'entraînement n'a eu aucun effet sur l'enfant.

Les enfants ayant eu un meilleur score au bilan post-protocole ont peut-être mieux vécu ce deuxième bilan parce qu'ils connaissaient l'examineur, ce qui a pu les rassurer. Le jour et l'heure du bilan leur convenaient peut-être mieux, les mettant dans de meilleures dispositions pour réaliser les différentes épreuves proposées. Toutefois si ce meilleur score ne s'explique pas par des causes extérieures, il peut être le signe que l'entraînement a eu un effet positif sur l'enfant.

Afin d'écartier ce biais, il serait intéressant de proposer un nouveau bilan post-protocole aux enfants quelques mois plus tard afin d'observer si les résultats positifs ont duré dans le temps. Nous pourrions alors savoir si l'entraînement a porté ses fruits ou si la progression observée au premier bilan post-protocole n'était dû qu'à l'environnement plus adapté à l'enfant.

Toutefois, il faudra alors prendre en compte lors de l'analyse de ce second bilan post-protocole que la prise en charge de ces enfants aura continué entre temps et qu'elle peut expliquer l'évolution observée entre les deux bilans post-protocole.

3. Synthèse des questionnaires

L'analyse des questionnaires adressés aux enfants fait ressortir que :

- ils ont tous aimé l'application. Cinq l'ont aimée énormément.
- à part Océane qui a trouvé l'entraînement trop long, les autres ont trouvé sa durée adaptée, il y en a même trois qui auraient voulu que ça continue. Seules Océane et Marion ont voulu arrêter à un moment, à cause de la difficulté.
- pour cinq enfants le nombre de 3 ou 4 exercices était adapté, deux enfants en voulaient 4 voire 5.
- parmi les exercices, la technique des dominos et relier les colonnes étaient celles les plus

appréciées des enfants.

- seule une enfant préférerait refaire l'entraînement sur ordinateur en raison des problèmes de connexion qu'elle a rencontrés. Mais les six autres choisiraient la tablette qu'ils peuvent emporter partout.

- les sept enfants ont eu la sensation d'avoir progressé en calcul.

L'analyse des questionnaires adressés aux parents fait ressortir que :

- aucun des parents n'a trouvé l'entraînement contraignant. Ils ont réussi à s'organiser pour l'intégrer dans l'emploi du temps de la famille. La durée leur semblait correcte sauf pour les parents de Camille qui auraient préféré quatre semaines. Le rythme de cinq jours par semaine était également adapté pour tous les parents.

- ils ont observé un temps moyen de dix minutes sauf les parents de Julie qui notent un entraînement d'une demi-heure par jour.

- trois parents auraient préféré que l'entraînement se déroule sur cinq semaines d'école qui ne soient pas entrecoupées de vacances. Les parents de Camille ont trouvé l'entraînement pendant les vacances adapté car elle n'avait pas de devoirs, ce qui leur laissait du temps pour l'application.

- seuls deux parents se sont sentis perdus face à l'application au début du protocole. Quatre ont trouvé le fichier d'aide utile pour le début du protocole. Trois ne s'en sont pas servis.

- six parents ont aidé leur enfant au début du protocole principalement pour reformuler les consignes ou pour expliquer des techniques plus compliquées comme les dominos.

- les parents ont trouvé le choix de la tablette pertinent mais les parents de Marion et Léo notent que l'ordinateur aurait aussi pu être utilisé.

- cinq parents ont dû rappeler à leur enfant d'utiliser l'application. Même si seulement deux notent une baisse de motivation de la part de leur enfant vers la fin du protocole.

- l'ensemble des parents a noté des progrès chez leur enfant en autonomie, en rapidité de raisonnement et en calcul mental.

V. Discussion

Comparaison des résultats des 7 enfants

1. Paramètres de l'entraînement

Nous avons vu que les enfants n'ont pas atteint la moitié du temps estimé de notre entraînement. L'enfant qui a passé presque dix minutes chaque jour sur les exercices a pris ce temps plus élevé parce qu'elle était inattentive lors des séances d'entraînement.

Nous pouvons nous demander si ce temps court (entre cinq et sept minutes pour la plupart des enfants) a permis une mobilisation suffisante de l'enfant, permettant d'ancrer les apprentissages.

Les études existantes (Habib, 2002 ; Dehaene & Wilson, 2006b) ont montré les effets bénéfiques d'un entraînement de quinze à trente minutes. Aucune des études n'a porté sur des temps d'entraînement inférieurs à quinze minutes.

Le temps plus court de notre entraînement explique peut-être le fait que 4 enfants n'ont pas progressé en calcul mental.

Nous pouvons chercher à expliquer cet écart entre la durée d'entraînement prévue et la durée effective.

La difficulté de nos exercices n'était peut-être pas adaptée. En effet, on observe un certain nombre d'exercices pour lesquels le nombre d'erreurs est très faible, quel que soit l'enfant qui les a réalisés.

Le problème d'un entraînement trop simple est qu'il ne stimule pas suffisamment l'enfant. De la même manière qu'il faut se placer dans la Zone Proximale de Développement pour que l'enfant progresse (Vygotsky, 1985), nous devons proposer une difficulté suffisante pour espérer provoquer un raisonnement constructif chez l'enfant.

Nous observons par exemple qu'Océane progresse dans les items de la multiplication alors qu'elle a trouvé l'entraînement aux multiplications difficile pour elle. Léo quant à lui n'a rien trouvé dur. Nous n'observons pas d'effet positif de l'entraînement sur ses capacités de calcul mental.

Dehaene & Wilson (2006a), pour leur logiciel « La course aux nombres », ont élaboré un algorithme pour graduer la difficulté des exercices de manière objective et adaptée à chaque

enfant. Après chaque session d'entraînement, en fonction des réponses de l'enfant, le logiciel calcule quel contenu lui proposer pour le prochain exercice afin qu'il obtienne au moins 75% de bonnes réponses. Nous n'avons pas utilisé cet algorithme lors de la construction de notre application, de ce fait la difficulté de nos exercices est subjective. C'est une amélioration que nous pourrions apporter à l'application afin de nous adapter à chaque enfant en lui proposant des exercices le faisant travailler dans sa Zone Proximale de Développement.

Une autre explication peut être que nous n'avons pas proposé suffisamment d'exercices par jour. En effet, les jours où les enfants avaient 4 exercices, leur durée d'entraînement était plus importante.

Nous pensons que ces deux paramètres réajustés permettraient d'augmenter le temps d'entraînement effectif, pour atteindre une durée voisine des quinze minutes préconisées par Dehaene (2013).

Nous avons préconisé un rythme de cinq séances d'entraînement par semaine. Seuls deux enfants sur les sept ont réussi à maintenir ce rythme durant tout l'entraînement. Sur ces deux enfants, Julie n'a pas amélioré ses résultats en calcul mental, mais nous pouvons invoquer d'autres raisons pour l'expliquer. Éva a été la plus régulière et ses résultats ont été améliorés par l'entraînement.

Quatre autres enfants ont presque maintenu ce rythme à l'exception d'un petit décalage vers le milieu du protocole. Deux de ces enfants ont augmenté leurs résultats en calcul mental et deux autres ont baissé leurs résultats.

Enfin Léo a eu le parcours le plus discontinu. Ses résultats n'ont pas augmenté.

Ce rythme de cinq séances par semaine nous semble bien difficile à respecter pour les enfants et leur famille. Nous avons été amenés à contacter certaines familles pour leur rappeler de respecter ce rythme.

Nous pouvons nous interroger sur la capacité des enfants à respecter le rythme de cet entraînement à la maison sans la vigilance des étudiants et des parents.

Même si nos résultats ne permettent pas de mettre en lien les résultats et la régularité de l'enfant, nous pensons qu'il est important de garder un rythme de cinq séances par semaine

pour fixer un cadre suffisamment stricte et intense pour l'enfant. Vingt-cinq séances se déroulant sur une durée supérieure font perdre à l'entraînement son caractère intensif en ne proposant plus suffisamment de séances par semaine.

2. Paramètres de l'application

L'application en elle-même fut bien accueillie par les parents et les enfants qui ont apprécié d'utiliser la tablette tactile.

Ils ont vanté le côté nomade de l'appareil qui permet de choisir le lieu d'entraînement. Toutefois il peut poser problème pour les enfants ayant des tablettes de marque blanche qui peuvent rencontrer des bugs d'affichage ou des lenteurs rendant l'entraînement fastidieux. C'est le cas pour Camille qui aurait donc préféré s'entraîner sur son ordinateur.

Nous avons eu des retours plutôt positifs sur l'ensemble des exercices sauf sur les dominos. La plupart des enfants a aimé cette technique néanmoins ils ont eu du mal à comprendre le fonctionnement de cet exercice.

Les dominos ont en effet subi quelques changements entre le didacticiel et l'entraînement final. En effet, nous avons réalisé durant l'entretien pré-protocole qu'il était difficile pour l'enfant de comprendre comment réaliser cet exercice.

Nous pensons qu'un didacticiel plus détaillé de cette technique peut aider l'enfant à comprendre ce qu'il doit faire.

De plus nous avons fourni un fichier d'aide aux parents deux jours avant le début du protocole. Seuls quatre s'en sont servis. Nous pensons néanmoins que les conseils qu'il contient peuvent aider l'enfant à comprendre certaines consignes compliquées.

Dans l'objectif d'augmenter l'autonomie de l'enfant pour cet entraînement, il faudrait intégrer l'aide dans l'application, la rendant toujours accessible à l'enfant.

Ainsi la compréhension des consignes et la réalisation aisée des exercices ne peuvent qu'augmenter le plaisir ressenti par les enfants lorsqu'ils les complètent.

3. Déroulement de l'entraînement : l'importance des parents

Les parents n'ont pas apporté d'aide à leur enfant, ou alors une aide modérée, ciblée sur les consignes pendant les premiers jours.

Toutefois, leur implication dans le programme d'entraînement à domicile est très importante et s'est d'ailleurs faite naturellement. Ils se sont posés en garants de la régularité de l'entraînement de leur enfant. Puisque 5 parents leur ont rappelé à un moment ou à un autre d'utiliser l'application.

Ils ont aménagé avec eux l'emploi du temps de l'enfant en l'incitant à jouer uniquement après les devoirs ou plutôt le matin en période de vacances comme pour Éva. Les parents ont aussi veillé à ce que l'enfant travaille dans de bonnes conditions comme la mère de Julie qui l'envoyait travailler au calme dans sa chambre quand elle était gênée par le bruit dans le salon.

Les parents ont aussi eu un rôle de médiateur entre l'enfant et l'étudiant. Ils ont communiqué par mail ou par téléphone lors de problèmes techniques ou d'incompréhensions de consignes.

Cette implication parentale n'est toutefois pas un frein à l'autonomie des enfants. Ils ont pu gérer eux-mêmes leur entraînement une fois connectés à l'application.

Ainsi les parents ont pris à leur charge les aspects externes de l'entraînement (environnement calme, régularité...) pour laisser l'enfant se concentrer sur les aspects internes de l'entraînement (la réalisation des exercices).

C'est pourquoi les parents sont des partenaires privilégiés pour l'orthophoniste qui peut proposer un entraînement intensif à domicile en plus du travail au cabinet.

4. Stress et manque de confiance des enfants

Dans notre étude, nous avons vu qu'Océane, Estelle et Marion étaient très anxieuses durant le protocole. D'autre part nous observons qu'Estelle, Marion et Léo manquent de confiance en eux. Cela a pesé sur les bilans pré-protocole et post-protocole, mais aussi parfois sur l'entraînement proposé. Nous avons tenté de fournir une explication au stress et au manque de confiance de chaque enfant. Toutefois, nous ne saurions affirmer avec certitude que nos explications seules peuvent justifier ce comportement.

En effet, l'orthophoniste ne voit l'enfant que durant un court temps chaque semaine. Ainsi il ne perçoit qu'une infime partie de la vie de l'enfant. De séance en séance, il affine son analyse grâce à ce qu'il observe, grâce à ce que l'enfant dit de lui ou encore grâce à ce qu'en disent les parents ou les autres professionnels à son contact. Malgré cela, il n'aura pas une vue d'ensemble de l'enfant.

De la même manière, durant ce protocole, nous avons jugé l'enfant à partir des observations faites lors des deux bilans, de ce que l'orthophoniste nous a dit de l'enfant, de ce que les parents nous ont dit lors des rencontres pré-protocole et post-protocole, ainsi que de l'analyse des questionnaires enfant et parents. Malgré cela nous ne pouvons affirmer tout connaître de l'enfant. Ainsi, lorsque nous observons du stress, il s'agit de stress observé aux bilans ou en séance d'orthophonie ou rapporté par les parents.

L'anxiété observée lors du premier bilan peut aussi avoir été induite par l'examineur. Malgré notre préparation, nous ne maîtrisons pas totalement le bilan que nous faisons passer. Ainsi notre propre stress a pu être ressenti par l'enfant.

Toutefois, ce n'est pas parce qu'un enfant est stressé en situation de bilan qu'il est pour autant anxieux dans la vie de tous les jours. Il serait intéressant d'évaluer le niveau de stress de l'enfant lorsqu'il est à l'école, en classe ou dans la cour de récréation. Est-il angoissé lorsqu'il est seul face à un exercice ? Lorsque le maître l'interroge ? Lorsqu'il s'amuse avec ses camarades ?

La vie quotidienne peut être une source d'anxiété pour certains enfants. Les tensions familiales, les changements dans la vie de l'enfant (comme un déménagement qui lui fait perdre ses copains ou le divorce de ses parents qui perturbe le schéma familial...) sont autant de raisons qui peuvent stresser l'enfant. Lors d'un entraînement à domicile, le climat familial est un paramètre important sur lequel l'orthophoniste n'a aucune prise.

De même, un enfant n'ayant pas confiance en lui lors du bilan orthophonique ou de la prise en charge peut, en fait, avoir une attitude différente hors du cabinet.

Lors d'activités extra scolaires, comme dans un sport collectif par exemple, l'enfant peut faire preuve d'une grande assurance et se révéler être l'un des meneurs de l'équipe ou au contraire douter de ses capacités à concrétiser une action collective. Il préférera alors s'effacer au profit d'un autre camarade afin de ne pas porter la responsabilité d'un échec potentiel.

De la même manière, un enfant en difficulté en mathématiques peut perdre confiance face à

un exercice de maths donné par la maîtresse mais avoir une grande confiance en ses capacités de lecture par exemple.

Une fois de plus observer l'enfant hors de la séance d'orthophonie pourrait nous renseigner sur les activités pour lesquelles il se sent en confiance et celles pour lesquelles il doute de lui. Ainsi, nous pourrions apprécier si son manque de confiance est global et fait partie de sa personnalité, ou s'il ne concerne que quelques domaines où il est particulièrement en difficulté. Cela guidera l'analyse des productions de l'enfant et permettra d'orienter l'orthophoniste dans sa prise en charge de l'enfant.

5. Évaluation de la compréhension

Lors de notre protocole, les résultats obtenus aux stratégies du passage par la dizaine et de la décomposition additive nous ont renseignés sur le degré de compréhension—des mécanismes sous-tendant ces stratégies. Nous avons analysé le temps de réponse et le nombre d'erreurs. Ces données nous permettent de dégager plusieurs profils d'enfants, mais nous ne pouvons pas déterminer avec certitude à quelle catégorie appartient chaque enfant. Nous avons tout de même cherché à proposer une analyse de chaque enfant grâce aux données recueillies durant le protocole.

Grâce à l'analyse du temps, nous distinguons deux grands profils d'enfant : ceux qui répondent vite et ceux qui prennent plus de temps pour répondre.

Parmi ceux qui répondent vite, il y a des enfants qui répondent au hasard, ces enfants n'ont donc pas compris les principes sous-tendant la stratégie en question. Leur nombre d'erreurs est aléatoire, le facteur chance intervenant. Il y a également des enfants qui ont compris la stratégie et qui connaissent donc la bonne réponse, ils font alors peu d'erreurs.

Parmi ceux qui répondent lentement, il y a des enfants qui répondent au hasard mais qui se posent des questions sur ce qu'attend l'examineur, sur ce qu'ils ont appris avec Samba, sur un éventuel piège... Le temps de réponse est plus élevé et le nombre d'erreurs est aléatoire.

Il y a également des enfants qui ont compris la stratégie mais qui ont besoin de réfléchir avant de répondre car la démarche n'est pas automatisée. Leur nombre d'erreurs est généralement bas.

Il est difficile de savoir exactement quel est le fonctionnement de chaque enfant. À partir de l'analyse de notre protocole et de ce que nous savons du fonctionnement de l'enfant en séance d'orthophonie, nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses. C'est ce que nous avons fait pour chaque étude de cas. Une évaluation supplémentaire ou des questions posées directement à l'enfant pour comprendre sa manière de procéder permettraient de vérifier ces hypothèses.

Une évaluation dès le début de notre protocole, lors du premier bilan, avec des outils tels que « Tout compte fait » (Ménissier, 2007), aurait permis de préciser nos observations et nos analyses.

6. Vécu de l'entraînement, l'importance du plaisir de jouer

Nous avons été agréablement surpris d'apprendre que tous les enfants ont pris du plaisir à calculer avec Samba.

En effet 5 enfants ont énormément aimé l'application. L'enfant qui l'a le moins aimée a quand même aimé « moyennement » l'application. 3 enfants ont même réclamé une suite à l'application et pourtant 2 de ces enfants ont eu des scores en baisse en calcul mental.

De plus tous les enfants avaient le sourire lors du bilan post-protocole quand ils parlaient de l'entraînement, des cacahuètes et des objets. Le cadre proposé a donc eu un effet positif.

Ils utilisaient l'application presque chaque soir de la semaine. Ils la réclamaient à leurs parents et parfois l'application était utilisée par les parents pour motiver leur enfant à faire ses devoirs. Ainsi l'entraînement sur tablette a été réellement vécu comme un jeu.

L'univers introduit autour des exercices a contribué à la motivation de l'enfant. Les enfants n'ont pas vu les exercices qu'on leur demandait comme un devoir supplémentaire mais bien comme un moyen d'obtenir les cacahuètes pour Samba et un fragment des objets perdus. Ainsi ils ne résolvaient pas des exercices parce qu'on leur avait demandé mais parce que cela permettait d'avancer dans l'histoire.

La mise en place de techniques ludiques est également un aspect important de l'entraînement. Nous avons voulu au maximum éviter de proposer des exercices qu'ils pourraient retrouver à l'école. Ainsi même si les tables de multiplications sont les mêmes pour tout le monde, la

présentation sous forme d'un memory multipliant ou d'un domino a permis de manipuler ces tables au travers d'un jeu. L'enfant devait atteindre un objectif (progresser dans la suite des dominos par exemple) en réalisant des calculs.

Le choix de multiplier les techniques permettait de proposer quelque chose de nouveau chaque jour. Même si les compétences visées étaient les mêmes, les exercices étaient différents. De ce fait, même si l'enfant n'aimait pas une technique, il savait que le lendemain l'application lui en proposerait une autre. Cette nouveauté renouvelée quotidiennement a permis de maintenir la motivation et le plaisir de jouer de chaque enfant.

L'orthophoniste propose des exercices ludiques et des jeux en séance. Ainsi l'enfant prend déjà du plaisir à manipuler les nombres et à calculer pendant une demi-heure chaque semaine. Cependant l'expérience que l'enfant a des maths à la maison se borne à la réalisation laborieuse des devoirs.

Notre application a proposé une nouvelle approche du calcul à la maison. En s'entraînant avec Samba, l'enfant a pris du plaisir à jouer chez lui, dans sa chambre, sur son lit ou dans le canapé. L'approche des mathématiques était différente. Il n'était plus assis à son bureau, travaillant sur un calcul inscrit par le maître dans son cahier d'exercices, mais confortablement installé, jouant sur la tablette tactile à des jeux dissimulant des calculs. Les mathématiques, présentées ainsi, n'étaient plus aussi pénibles pour lui.

Le fait de passer par tablette tactile a permis de proposer un outil nouveau pour travailler. Le papier crayon est traditionnellement utilisé par l'école car, même si nous avons vu que les tablettes arrivent de plus en plus à l'école, ce n'est pas le cas pour les écoles fréquentées par les 7 enfants du protocole. Ainsi leur expérience de la tablette était liée jusqu'alors aux applications de jeu qu'ils avaient installées dedans. Pour eux la tablette est synonyme de détente et de jeu. Ainsi utiliser ce moyen pour proposer des exercices au travers d'un jeu les a stimulés, puisqu'ils utilisaient un outil qu'ils connaissaient déjà bien.

Ces enfants en difficulté pour les mathématiques et pour le calcul ont ainsi pris du plaisir à calculer de tête alors que c'est un exercice ardu.

Tous les enfants et tous les parents ont eu la sensation que leur enfant avait progressé. Même si cette évolution ne s'est pas ressentie dans le bilan post-protocole pour tous les enfants, leur

impression de progrès est importante pour leur estime de soi.

L'un des objectifs de l'orthophoniste dans la rééducation des troubles du calcul est de redonner le goût de calculer aux enfants. L'entraînement avec Samba a pu y contribuer, en leur montrant qu'ils étaient capables de réussir des calculs et d'avancer dans un programme grâce à leurs réponses.

Conclusion

Nous avons proposé à sept enfants un entraînement aux stratégies de calcul, à la maison, sur tablette tactile. Au terme des cinq semaines du protocole, ils ont réalisé vingt-cinq séances d'entraînement d'une durée inférieure à dix minutes au lieu des quinze prévues. L'analyse des résultats des enfants aux bilans et l'analyse de leur entraînement ne permet pas de valider complètement notre hypothèse, les résultats étant hétérogènes. En effet, nous avons observé une évolution positive en calcul mental pour trois des sept enfants. Nous avons également observé une compréhension partiellement améliorée pour cinq enfants sur les sept. Plus précisément, la stratégie du passage par la dizaine semble comprise par quatre enfants sur les sept mais aucun ne l'a automatisée. Un entraînement plus long à cette stratégie serait judicieux. La stratégie de la décomposition additive semble comprise pour cinq enfants sur les sept. Toutefois le degré de compréhension est très différent selon chaque enfant. Une évaluation plus poussée, avec un outil spécifique permettrait d'affiner notre analyse.

L'étude de la compréhension et des résultats obtenus en calcul mental permettent de valider partiellement notre hypothèse.

Tous les enfants du protocole ont eu la sensation d'avoir progressé en calcul. Ce sentiment est partagé par l'ensemble des parents. Les enfants ont également tiré des bénéfices secondaires de cet entraînement. Ils ont pu reprendre goût au calcul alors qu'ils étaient en difficulté dans ce domaine. L'entraînement ludique proposé sur le support attractif qu'est la tablette tactile a permis de leur donner une autre approche des mathématiques. L'entraînement à la maison a permis aux enfants de travailler en autonomie et pour certains d'expérimenter la situation de travailler sans l'aide d'un parent.

Les résultats obtenus par les enfants n'étaient pas ceux que nous pouvions attendre lors de l'élaboration de ce travail de recherche. La confrontation entre nos espérances et la réalité du terrain a été formatrice.

Cela nous oblige à réfléchir et à nous remettre en question, afin, à l'avenir, de nous adapter au mieux à chaque enfant.

De plus, nous avons créé un matériel de rééducation qui a très bien été accueilli par les patients à qui nous l'avons proposé. Leur plaisir est le meilleur aboutissement que nous pouvions souhaiter.

Nous espérons que *Samba dans la jungle des nombres* pourra devenir un outil proposé par d'autres orthophonistes dans le cadre de la rééducation des troubles du calcul. Une expérimentation à grande échelle permettrait de valider son efficacité de manière plus objective.

Bibliographie

Académie de Caen. (2008). *Dix clés pour aider son enfant à faire ses devoirs à la maison*. En ligne http://www.ac-caen.fr/ia61/circos/mortagne/blog/public/ress08/Dix_cles_pour_aider.pdf.

Agence des usages des TICE. (2012). *Tablettes tactiles : premier bilan de l'expérimentation dans l'académie de Grenoble*. En ligne <http://www.cndp.fr/agence-usages-tice/temoignages/tablettes-tactiles-premier-bilan-de-l-experimentation-dans-l-academie-de-grenoble-1213.htm>.

Apple. (2013). *Apple awarded \$30 million iPad deal from L.A. Unified School District*. En ligne <http://www.apple.com/pr/library/2013/06/19Apple-Awarded-30-Million-iPad-Deal-From-LA-Unified-School-District.html>, consulté le 5 mai 2014.

Apple. (2014). *iPad in education*. En ligne <https://www.apple.com/education/ipad/apps-books-and-more/>, consulté le 5 mai 2014.

Autonomie. (2009). In A. Rey & J. Rey-Debove (Eds.), *Le Nouveau Petit Robert* (p. 186). Paris : Le Robert.

Baruk, S. (1992). *Dictionnaire de mathématiques élémentaires*. Paris : Seuil.

Baruk, S. (2003). *Comptes pour petits et grands* (Vols. 1-2). Paris : Magnard.

Bosse, M.L., Jacquier Roux, M., Lequette, C., Pouget, G., Valdois, S. & Zorman, M. (2010). *BALE : Batterie Analytique du Langage Ecrit* [Consignes, livret de l'élève et outils]. Grenoble : CogniSciences. En ligne : http://www.cognisciences.com/article.php3?id_article=81.

Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E. & Masy, V. (2004). *Dictionnaire d'orthophonie* (2è éd.). Isbergues : Ortho Edition.

Brissiaud, R. (1999, mars). *La construction du nombre*. Communication présentée à la conférence de Rémi Brissiaud, Miramas. En ligne <http://netia62.ac-lille.fr/mont/ien/Documents/P%C3%A9dagogie/constructionnombre.pdf>.

Caillet, V. & Sembel, N. (2009). Points de vue et pratiques des partenaires du travail hors la classe : enseignants, parents, élèves, In P. Rayou (Ed.), *Faire ses devoirs. Enjeux cognitifs et sociaux d'une pratique ordinaire* (pp.33-70). Rennes : Presse universitaire de Rennes.

Camos, V. (s.d.). *Reconnaissance immédiate de petites quantités (subitizing)*. En ligne <http://www.uvp5.univ-paris5.fr/TFM/AC/AffFicheT.asp?CleFiche=1103&Org=QUTH>.

Causse-Mergui, I. & Helayel, J. (2011). *100 idées pour aider les élèves « dyscalculiques » et tous ceux pour qui les maths sont une souffrance*. Paris : Tom Pousse.

Centre de Ressources Autisme Languedoc-Roussillon. (2014). *Aides techniques à l'attention des personnes TED : applications pour dispositifs mobiles*. En ligne <http://www.autisme-ressources-lr.fr/IMG/pdf/ressources-autisme-applications-pour-tablettes.pdf>.

Chaire Économie Numérique de l'université Paris Dauphine. (2013). *Baromètre de l'économie numérique, septième édition*. En ligne http://www.fondation.dauphine.fr/fileadmin/mediatheque/docs_pdf/Economie_numerique/Barometre_de_l_economie_numerique_7e_edition.pdf.

Chaire Économie Numérique de l'université Paris Dauphine. (2014). *Baromètre de l'économie numérique, neuvième édition*. En ligne http://www.fondation.dauphine.fr/fileadmin/mediatheque/docs_pdf/Economie_numerique/Barometre_de_l_economie_numerique_9e_edition.pdf.

Chaze, N. (2012). Tablettes tactiles : avantages et inconvénients. *Ortho magazine*, 18(99), 28-29.

doi : OMAG-03-04-2012-18-99-1262-4586-101019-201201792

Chosunmedia. (2011). *Schools face transition to digital textbooks*. En ligne http://english.chosun.com/site/data/html_dir/2011/06/30/2011063001176.html.

CNIL. (2013). *Éducation au numérique, grande cause nationale 2014 ?* En ligne <http://www.cnil.fr/linstitution/actualite/article/article/education-au-numerique-grande-cause-nationale-2014/>.

Danilewsky F. (2012). *France : 60% des enfants de 4 à 6 ans veulent une tablette pour Noël*. En ligne sur le site de IDBoox <http://www.idboox.com/etudes/france-60-des-enfants-de-4-a-6-ans-veulent-une-tablette-pour-noel/>

Dehaene, S. (2003). *La bosse des maths*. Paris : Odile Jacob.

Dehaene, S. (2013). *Les quatre piliers de l'apprentissage, ou ce que nous disent les neurosciences*. En ligne sur le site de ParisTech Review <http://www.paristechreview.com/2013/11/07/apprentissage-neurosciences>.

DREES. (2012). *Les professionnels de santé au 1er janvier 2012*. En ligne <http://www.drees.sante.gouv.fr/IMG/pdf/seriestat168.pdf>.

Dyscalculie. (2009). In A. Rey & J. Rey-Debove (Eds.), *Le Nouveau Petit Robert* (p.797). Paris : Le Robert.

Éduscol. (2013). *Tablette tactile et enseignement*. En ligne <http://eduscol.education.fr/numerique/dossier/apprendre/tablette-tactile>, consulté le 5 mai 2014.

Fayol, M. (2012). *L'acquisition du nombre*. Paris : puf.

Fischer, J.P. (2005). Le diagnostic de dyscalculie à partir de l'évaluation en CE2 : Vers une approche scientifique ? *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 32, 85-98.

Fischer, J.P. (2012, mars). *De la dyscalculie à l'innomérisme*. Communication présentée à la conférence nationale sur l'enseignement des mathématiques, Lyon. En ligne <http://educmath.ens-lyon.fr/Educmath/dossier-manifestations/conference-nationale/contributions/conference-nationale--fischer>.

Fischer, G.N. (s.d.) *La psychologie de la santé : observance thérapeutique*. En ligne <http://www.psychologie-et-societe.org/observance.aspx>, consulté le 03 avril 2014.

Gaillard, F. (2000). *Numérical : Test neurocognitif pour l'apprentissage du nombre et du calcul* [Manuel et cahier de passation]. Lausanne : Actualités psychologiques.

Gartner. (2014). *Gartner says worldwide tablet sales grew 68 percent in 2013, with android capturing 62 percent of the market*. En ligne <http://www.gartner.com/newsroom/id/2674215>.

Gouyon, M. (2004). Année scolaire 1991-1992 et 2002-2003. L'aide aux devoirs apportée par les parents. *Insee première*, 996, 1-4. En ligne http://www.insee.fr/fr/ffc/docs_ffc/ip996.pdf.

Grégoire, J. (2005) Évaluer les troubles du calcul. In A. Van Hout, C. Meljac & J.P. Fischer (Eds.), *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* (pp. 331-351). Paris : Masson.

Guillaume, M. (2014). *Print, tablettes, autres écrans : Les nouveaux usages des moins de 20 ans*. En ligne sur le site de l'Ipsos <http://www.ipsos.fr/ipsos-mediact/actualites/2014-03-14-print-tablettes-autres-ecrans-nouveaux-usages-moins-20-ans>.

Habib, M. (2002, juin). *Effet d'un entraînement phonologique utilisant de la parole temporellement modifiée chez des enfants souffrant de dyslexie phonologique*. Communication présentée aux XXIVèmes journées d'étude sur la parole, Nancy. En ligne <http://www.loria.fr/projets/JEP/JEP2002/papiers/habib.pdf>.

Habib, M. (2007). Exemple de remédiation neurodéveloppementale. In Inserm (Ed.), *Expertise collective - Dyslexie dysorthographe dyscalculie, bilan des données scientifiques* (pp. 767-783). Paris : Inserm.

Habib, M. & Besson, M. (2008). Langage, musique et plasticité cérébrale : perspectives pour la rééducation. *Revue de Neuropsychologie*, 18(1-2), 103-126.

George-Poracchia, F. (2011). Évaluation des dyscalculies. In M. Habib, M.P. Noël, F. George-Poracchia & V. Brun (Eds.), *Calcul et dyscalculies : Des modèles à la rééducation* (pp.70-78). Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.

IDC. (2014). *A strong holiday quarter for the worldwide tablet market, but signs of slower growth are clear, according to IDC*. En ligne <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS24650614>.

Insee. (s.d.). *Opération statistique : Enquête Information et Vie Quotidienne en 2004 / IVQ*. En ligne <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=sources/ope-enq-info-vie-quot-ivq-2004.htm>, consulté le 05 mai 2013.

INSERM. (2007a). Définitions et classifications. In INSERM (Ed.), *Expertise collective - Dyslexie Dysorthographe Dyscalculie, bilan des données scientifiques* (pp. 159-173). Paris : INSERM.

INSERM. (2007b). Dyscalculie et troubles de l'apprentissage de l'arithmétique. In INSERM (Ed.), *Expertise collective - Dyslexie Dysorthographe Dyscalculie, bilan des données scientifiques* (pp.291-342). Paris : INSERM.

Invest in Turkey. (2013) *Projet Fatih : impatient de participer au projet, Microsoft lorgne un centre R&D en Turquie*. En ligne <http://www.invest.gov.tr/fr-FR/infocenter/news/Pages/250213-microsoft-interested-in-turkey-fatih-project.aspx>.

Lavergne Boudier, V. & Dambach, Y. (2010). *Serious game : révolution pédagogique*. Paris : Hermes Science Publications.

McCloskey, M., Caramazza, A. & Basili, A. (1985). Cognitive mechanisms in number processing and calculation : evidence from dyscalculia. *Brain and cognition*, 4, 171-196.

Médiamétrie. (2012). *Les usages associés aux tablettes tactiles*. En ligne : http://www.mediametrie.fr/webmail/download/Mediametrie_PanelTablettes_ConferenceGES TE290312.pdf.

Médiamétrie. (2014). *Web Observatoire - Les femmes et les tablettes : plus de shopping, de jeux et de médias*. En ligne http://www.mediametrie.fr/comportements/communiques/web-observatoire-les-femmes-et-les-tablettes-plus-de-shopping-de-jeux-et-de-medias.php?id=1025#.U3kHrfl_tia.

Meirieu, P. (2000) *Devoirs à la maison. Parents, enfants, enseignants : pour en finir avec ce casse-tête* (2^e éd.). Paris : Syros.

Meirieu, P. (2012). *Autonomie*. En ligne <http://www.meirieu.com/DICTIONNAIRE/autonomie.htm>, consulté le 11 février 2014.

Meljac, C. & Lemmel, G. (1999). *Batterie UDN II, construction et utilisation du nombre*. [Manuel]. Paris : ECPA.

Meljac, C. (2005). Le diagnostic, et après ? Remédiations et prises en charge. In A. Van Hout, C. Meljac & J.P., Fischer (Eds.), *Troubles du calcul et dyscalculiques chez l'enfant* (2^e éd.) (pp. 371-382). Paris : Masson.

Ménissier, A. (2007). *Tout compte fait* [Livret explicatif]. Isbergues : Ortho Edition.

Ministère de l'Éducation Nationale. (2011). *Une nouvelle ambition pour les sciences et les technologies à l'école*. En ligne <http://www.education.gouv.fr/cid54824/le-plan-sciences.html>.

Noël, M.P. (2005). Le transcodage chez l'enfant. In A. Van Hout, C. Meljac & J.P. Fischer (Eds.), *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* (2^e éd.) (pp. 111-122). Paris : Masson.

Ostad, S.A. (1997). Developmental differences in addition strategies : a comparison of mathematically disabled and mathematically normal children. *British Journal of Educational Psychology*, 67, 345-357.

Pesenti, M. & Rousselle, L. (2005). Les procédures de quantification chez l'enfant. In A. Van Hout, C. Meljac & J.P., Fischer (Eds.), *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* (2^e éd.) (pp. 92-110). Paris : Masson.

Prixtel. (2013). *Prixtel et IPSOS révèlent les résultats de l'étude sur les usages des tablettes par les Français : 58,2 % utilisent sa tablette plusieurs fois par jour*. En ligne <http://www.prixtel.com/decouvrir-PRIXTEL/actualite/communiqués/étude-prixtel-ipsos-usages-forfait-tablette-france/>.

Rossi, J.P. (1997). *L'approche expérimentale en psychologie*. Paris : Dunod.

Schneps, M.H., Thomson, J.M., Chen, C., Sonnert, G. & Pomplun, M. (2013) *E-readers are more effective than paper for some with dyslexia*. Plos one 8(9) : e75634.

doi:10.1371/journal.pone.0075634

Seron, X. & Lochy, A. (2005). La neuropsychologie des troubles du calcul de l'adulte. In A. Van Hout, C. Meljac & J.P. Fischer (Eds.), *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant* (2^e éd.) (pp.53-75). Paris : Masson

Sharma, M., & Gokhale, K. (2011) *iPad age prompts India to sell \$22 student tablet tu boost computer usage*. En ligne sur le site de Bloomberg <http://www.bloomberg.com/news/2011-10-05/india-to-sell-22-android-tablet-pc-for-students-to-boost-usage.html>.

Siegler, R.S. (2010). *Enfant et raisonnement* (3è éd.) (B. Bourdin, & C. Martinot, Trad.). Bruxelles : De boeck. (Oeuvre originale publiée en 1997).

Socialbakers. (2014). *France Facebook statistics*. En ligne <http://www.socialbakers.com/facebook-statistics/france> consulté le 10 mai 2014.

Sockeel, P. & Anceaux, F. (2008). *La démarche expérimentale en psychologie* (2è éd.). Paris : In Press.

Thibault, M.P., (2002). Vers un bilan idéologiquement maîtrisé? Rééducation Orthophonique, 212, 163-166.

Thirion, M. & Challamel, M.J. (s.d.). *Le sommeil, le rêve et l'enfant*. En ligne sur le site de l'Université Claude Bernard Lyon 1 <https://sommeil.univ-lyon1.fr/articles/challamel/sommenf/courbe.php>, consulté le 31 mai 2014.

Tisseron, S. (2013) *Grandir avec les écrans. La règle 3-6-9-12*. En ligne sur le site de Yapaka <http://www.yapaka.be/sites/yapaka.be/files/publication/ta-64-ecrans-tisseron-web.pdf>.

Tissot, A.G. (s.d.) *Dys : le diagnostic des troubles d'apprentissage selon le DSM-5*. En ligne <http://www.sos-ecriture.fr/2013/06/dys-le-diagnostic-des-troubles.html>.

Van Nieuwenhoven, C., Noël, M.P. & Grégoire J. (2001). *TEDI-MATH : Test diagnostique des compétences de base en mathématiques* [Manuel]. Paris : ECPA.

Vigier, M. (2010) Dyscalculie ou innumérisme ? Approches de la résolution des problèmes arithmétiques par les abaques. *Bulletin APMEP*, 488. En ligne <http://www.innumerisme.com/imagesclients/pdf/5478.pdf>.

Von Aster, M. & Dellatolas, G. (2006). *ZAREKI-R : Batterie pour l'évaluation du traitement des nombres et du calcul chez l'enfant* [Manuel, cahier de passation et livret de stimuli]. *ECPA*.

Vygotsky, L.S. (1985). Le problème de l'enseignement et du développement mental à l'âge scolaire In B. Schneuwly & J.P. Bronckart (Eds.). *Vygotsky aujourd'hui* (pp. 95-117). Neuchâtel-Paris : Delachaux & Niestlé.

Wikipédia. (2014a). *Ordinateur*. En ligne <http://fr.wikipedia.org/wiki/Ordinateur> consulté le 03 février 2014.

Wikipédia. (2014b). *Plasticité neuronale*. En ligne http://fr.wikipedia.org/wiki/Plasticité_neuronale consulté le 11 février 2014.

Wikipédia. (2014c). *Tablette tactile*. En ligne http://fr.wikipedia.org/wiki/Tablette_tactile consulté le 03 février 2014.

Wilson, A.J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S.K., Cohen, L. & Cohen, D. (2006a). Principles underlying the design of « The Number Race », an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(19).
doi: 10.1186/1744-9081-2-19

Wilson, A.J., Revkin, S.K., Cohen, D., Cohen, L. & Dehaene, S. (2006b). An open trial assessment of « The number race », an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Functions*, 2(20).
doi: 10.1186/1744-9081-2-20

Yapaka. (2013). *La campagne 3-6-9-12 : maîtrisons les écrans*. En ligne
<http://www.yapaka.be/ecrans>.

ZDNet. (2014). *Chiffres clés : le marché des tablettes*. En ligne
<http://www.zdnet.fr/actualites/chiffres-cles-le-marche-des-tablettes-39789571.htm>.

Tables des annexes

ANNEXE 1 : Les 82 exercices

ANNEXE 2 : planche de BD de début de protocole

ANNEXE 3 : planche de BD de fin de protocole

ANNEXE 4 : Demande d'accord parental

ANNEXE 5 : Mail début protocole

ANNEXE 6 : Fichier aide

ANNEXE 7 : Mail fin protocole

ANNEXE 8 : Questionnaire Enfant

ANNEXE 9 : Questionnaire Parents

ANNEXE 10 : Synthèse des Questionnaires Enfant

ANNEXE 11 : Synthèse des Questionnaires Parents

ANNEXE 12 : Tableau des résultats de l'entraînement

ANNEXE 1 : Les 82 exercices

Semaine	Jour	stratégie	technique	contenu	consigne	seuil cacahuètes
1	1	Doubles	Association par couleur	5 paires à réaliser : 1+1 2 2+2 4 3+3 6 4+4 8 5+5 10	Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble.	3 cacahuètes : entre 0 et 2 erreurs. 2 cacahuètes : 3 et 4 erreurs. 1 cacahuète : 5 erreurs et plus.
1	1	doubles	relier les colonnes	5 paires à relier : 1+1 2 2+2 4 3+3 6 4+4 8 5+5 10	Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier.	3 cacahuètes : entre 0 et 2 erreurs. 2 cacahuètes : 3 et 4 erreurs. 1 cacahuète : 5 erreurs et plus.
1	1	calculer une dizaine	dominos	L'enfant doit mettre 5 dominos à la suite. Le domino de départ est : 1/1 les dominos proposés à l'enfant sont : 9/4 6/5 5/7 3/2 8/9	Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois trouver le bon domino pour que bleu+jaune soit égal à 10.	3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : 5 et 6 erreurs. 1 cacahuète : 7 erreurs et plus.
1	2	doubles	Association par couleur	10 paires à réaliser : 1+1 2 2+2 4 3+3 6 4+4 8 5+5 10 6+6 12 7+7 14 8+8 16 9+9 18 10+10 20	Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble.	3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.
1	2	passage par la dizaine	relier les colonnes	3 paires à relier : 5+9 (5+10) -1 3+9 (3+10) -1 4+9 (4+10) -1	Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier les opérations qui vont ensemble. Clique sur les deux opérations qui vont ensemble pour les relier.	3 cacahuètes : entre 0 et 2 erreurs. 2 cacahuètes : 3 et 4 erreurs. 1 cacahuète : 5 erreurs et plus.
1	2	calculer une dizaine	calcul flash	5 couples de nombres : 1) premier écran : 4 deuxième écran : 4 - 6 - 9 2) premier écran : 5 deuxième écran : 5 - 3 - 4 3) premier écran : 2 deuxième écran : 7 - 9 - 8 4) premier écran : 7 deuxième écran : 5 - 3 - 4 5) premier écran : 9 deuxième écran : 1 - 2 - 9 Temps d'apparition du premier écran : 3 secondes.	Un nombre va apparaître quelques secondes. Retiens-le bien ! Tu devras cliquer sur le nombre qui complète la dizaine. Exemple : si tu vois le nombre 1, tu devras cliquer sur le 9 parce que 1+9 = 10 !	3 cacahuètes : entre 0 et 3 erreurs. 2 cacahuètes : 4 et 5 erreurs. 1 cacahuète : 6 erreurs et plus.
1	3	doubles	relier les colonnes	10 paires à relier : 1+1 2 2+2 4 3+3 6 4+4 8 5+5 10 6+6 12 7+7 14 8+8 16 9+9 18 10+10 20	Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier.	3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.
1	3	passage par la dizaine	Association par couleur	6 paires à réaliser : 3+9 (3+10) -1 4+9 (4+10) -1 5+9 (5+10) -1 6+9 (6+10) -1 7+9 (7+10) -1 8+9 (8+10) -1	Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble.	3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.

1	3	calculer une dizaine	dominos	<p>L'enfant doit mettre 7 dominos à la suite. Le domino de départ est : 3/3 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td>7/6</td> <td>4/5</td> <td>5/1</td> <td>9/2</td> </tr> <tr> <td>8/7</td> <td>3/9</td> <td>1/3</td> <td></td> </tr> </table>	7/6	4/5	5/1	9/2	8/7	3/9	1/3		<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois trouver le bon domino pour que bleu+jaune soit égal à 10.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : 5 et 6 erreurs. 1 cacahuète : 7 erreurs et plus.</p>												
7/6	4/5	5/1	9/2																							
8/7	3/9	1/3																								
1	4	doubles	Association par couleur	<p>10 paires à réaliser :</p> <table style="display: inline-table; border: none;"> <tr><td>1+1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2+2</td><td>4</td></tr> <tr><td>3+3</td><td>6</td></tr> <tr><td>4+4</td><td>8</td></tr> <tr><td>5+5</td><td>10</td></tr> <tr><td>6+6</td><td>12</td></tr> <tr><td>7+7</td><td>14</td></tr> <tr><td>8+8</td><td>16</td></tr> <tr><td>9+9</td><td>18</td></tr> <tr><td>10+10</td><td>20</td></tr> </table> <p>On introduit des intrus : 3 - 11 - 13 - 22 - 30</p>	1+1	2	2+2	4	3+3	6	4+4	8	5+5	10	6+6	12	7+7	14	8+8	16	9+9	18	10+10	20	<p>Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble. Attention, il y a des intrus qui ne vont avec rien. Tu ne dois pas les colorier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
1+1	2																									
2+2	4																									
3+3	6																									
4+4	8																									
5+5	10																									
6+6	12																									
7+7	14																									
8+8	16																									
9+9	18																									
10+10	20																									
1	4	passage par la dizaine	relier les colonnes	<p>9 paires à relier :</p> <table style="display: inline-table; border: none;"> <tr><td>3+9</td><td>(3+10)-1</td></tr> <tr><td>4+9</td><td>(4+10)-1</td></tr> <tr><td>5+9</td><td>(5+10)-1</td></tr> <tr><td>6+9</td><td>(6+10)-1</td></tr> <tr><td>7+9</td><td>(7+10)-1</td></tr> <tr><td>8+9</td><td>(8+10)-1</td></tr> <tr><td>4+8</td><td>(4+10)-1</td></tr> <tr><td>5+8</td><td>(5+10)-2</td></tr> <tr><td>6+8</td><td>(6+10)-2</td></tr> </table>	3+9	(3+10)-1	4+9	(4+10)-1	5+9	(5+10)-1	6+9	(6+10)-1	7+9	(7+10)-1	8+9	(8+10)-1	4+8	(4+10)-1	5+8	(5+10)-2	6+8	(6+10)-2	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier les opérations qui vont ensemble. Clique sur les deux opérations qui vont ensemble pour les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>		
3+9	(3+10)-1																									
4+9	(4+10)-1																									
5+9	(5+10)-1																									
6+9	(6+10)-1																									
7+9	(7+10)-1																									
8+9	(8+10)-1																									
4+8	(4+10)-1																									
5+8	(5+10)-2																									
6+8	(6+10)-2																									
1	4	calculer une dizaine	calcul flash	<p>6 couples de nombre :</p> <p>1) premier écran : 1 deuxième écran : 4 - 6 - 9 - 8</p> <p>2) premier écran : 3 deuxième écran : 7 - 3 - 4 - 8</p> <p>3) premier écran : 6 deuxième écran : 7 - 4 - 5 - 3</p> <p>4) premier écran : 8 deuxième écran : 2 - 3 - 4 - 1</p> <p>5) premier écran : 9 deuxième écran : 5 - 2 - 1 - 3</p> <p>6) premier écran : 5 deuxième écran : 4 - 5 - 3 - 6</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 3 secondes.</p>	<p>Un nombre va apparaître quelques secondes. Retiens-le bien ! Tu devras cliquer sur le nombre qui complète la dizaine. Exemple : si tu vois le nombre 1, tu devras cliquer sur le 9 parce que 1+9 = 10 !</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : 5 et 6 erreurs. 1 cacahuète : 7 erreurs et plus.</p>																				
1	5	doubles	relier les colonnes	<p>10 paires à relier :</p> <table style="display: inline-table; border: none;"> <tr><td>1+1</td><td>2</td></tr> <tr><td>2+2</td><td>4</td></tr> <tr><td>3+3</td><td>6</td></tr> <tr><td>4+4</td><td>8</td></tr> <tr><td>5+5</td><td>10</td></tr> <tr><td>6+6</td><td>12</td></tr> <tr><td>7+7</td><td>14</td></tr> <tr><td>8+8</td><td>16</td></tr> <tr><td>9+9</td><td>18</td></tr> <tr><td>10+10</td><td>20</td></tr> </table> <p>On introduit des intrus : 3 - 15 - 26 - 24 - 21</p>	1+1	2	2+2	4	3+3	6	4+4	8	5+5	10	6+6	12	7+7	14	8+8	16	9+9	18	10+10	20	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier. Il y a des intrus, tu ne dois pas les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
1+1	2																									
2+2	4																									
3+3	6																									
4+4	8																									
5+5	10																									
6+6	12																									
7+7	14																									
8+8	16																									
9+9	18																									
10+10	20																									
1	5	passage par la dizaine	relier les colonnes	<p>9 paires à relier :</p> <table style="display: inline-table; border: none;"> <tr><td>(7+10)-1</td><td>16</td></tr> <tr><td>(4+10)-1</td><td>13</td></tr> <tr><td>(5+10)-2</td><td>13</td></tr> <tr><td>(8+10)-1</td><td>17</td></tr> <tr><td>(4+10)-2</td><td>12</td></tr> <tr><td>(3+10)-1</td><td>12</td></tr> <tr><td>(5+10)-1</td><td>14</td></tr> <tr><td>(6+10)-1</td><td>15</td></tr> <tr><td>(6+10)-2</td><td>14</td></tr> </table>	(7+10)-1	16	(4+10)-1	13	(5+10)-2	13	(8+10)-1	17	(4+10)-2	12	(3+10)-1	12	(5+10)-1	14	(6+10)-1	15	(6+10)-2	14	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : 6 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>		
(7+10)-1	16																									
(4+10)-1	13																									
(5+10)-2	13																									
(8+10)-1	17																									
(4+10)-2	12																									
(3+10)-1	12																									
(5+10)-1	14																									
(6+10)-1	15																									
(6+10)-2	14																									
1	5	calculer une dizaine	dominos	<p>L'enfant doit mettre 8 dominos à la suite. Le domino de départ est : 5/5 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <table style="display: inline-table; border: none;"> <tr> <td>5/6</td> <td>4/3</td> <td>7/2</td> <td>8/1</td> </tr> <tr> <td>9/4</td> <td>6/7</td> <td>3/9</td> <td>1/5</td> </tr> </table>	5/6	4/3	7/2	8/1	9/4	6/7	3/9	1/5	<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois trouver le bon domino pour que bleu+jaune soit égal à 10.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : 6 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>												
5/6	4/3	7/2	8/1																							
9/4	6/7	3/9	1/5																							

2	1	doubles	calcul flash	<p>7 calculs :</p> <p>1) première page : 1+1 deuxième page : 2 - 1</p> <p>2) première page : 5+5 deuxième page : 15 - 10</p> <p>3) première page : 9+9 deuxième page : 18 - 16</p> <p>4) première page : 3+3 deuxième page : 4 - 5 - 6</p> <p>5) première page : 8+8 deuxième page : 16 - 14 - 12</p> <p>6) première page : 6+6 deuxième page : 11 - 13 - 12 - 14</p> <p>7) première page : 7+7 deuxième page : 12 - 16 - 14 - 15</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 3 secondes.</p>	<p>Les opérations vont apparaître quelques secondes. Retiens bien le calcul, tu devras cliquer sur le résultat correct qui va apparaître après.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : entre 5 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>																				
2	1	passage par la dizaine	mémory	<p>5 paires à retrouver :</p> <table style="border: none;"> <tr><td>3+9</td><td>12</td></tr> <tr><td>6+9</td><td>(6+10) - 1</td></tr> <tr><td>5+9</td><td>14</td></tr> <tr><td>8+9</td><td>17</td></tr> <tr><td>(4+10) - 2</td><td>12</td></tr> </table>	3+9	12	6+9	(6+10) - 1	5+9	14	8+9	17	(4+10) - 2	12	<p>Les opérations et les résultats sont cachés ! Retourne-les deux par deux pour retrouver l'opération et le résultat qui vont ensemble. Quand tu as retourné deux cartes clique sur le bouton vert si c'est correct ou sur le bouton rouge si tu veux réessayer.</p>	<p>3 cacahuètes : moins de 7 retournements (de paires) 2 cacahuètes : entre 8 et 10 retournements. 1 cacahuète : 11 retournements et plus.</p>										
3+9	12																									
6+9	(6+10) - 1																									
5+9	14																									
8+9	17																									
(4+10) - 2	12																									
2	1	calculer une dizaine	dominos	<p>L'enfant doit mettre 6 dominos à la suite. Le domino de départ est : 7/7 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <table style="border: none;"> <tr><td>3/6</td><td>4/8</td><td>2/1</td><td>9/4</td></tr> <tr><td>6/3</td><td>7/1</td><td></td><td></td></tr> </table> <p>On lui propose 2 intrus : 5/9 1/5</p>	3/6	4/8	2/1	9/4	6/3	7/1			<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois trouver le bon domino pour que bleu+jaune soit égal à 10. Attention, il y a des intrus qui ne vont avec rien.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : 6 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>												
3/6	4/8	2/1	9/4																							
6/3	7/1																									
2	2	doubles	mémory	<p>7 paires à retrouver :</p> <table style="border: none;"> <tr><td>5+5</td><td>10</td></tr> <tr><td>8+8</td><td>16</td></tr> <tr><td>9+9</td><td>18</td></tr> <tr><td>10+10</td><td>20</td></tr> <tr><td>11+11</td><td>22</td></tr> <tr><td>13+13</td><td>26</td></tr> <tr><td>15+15</td><td>30</td></tr> </table>	5+5	10	8+8	16	9+9	18	10+10	20	11+11	22	13+13	26	15+15	30	<p>Les opérations et les résultats sont cachés ! Retourne-les deux par deux pour retrouver l'opération et le résultat qui vont ensemble. Quand tu as retourné deux cartes clique sur le bouton vert si c'est correct ou sur le bouton rouge si tu veux réessayer.</p>	<p>3 cacahuètes : moins de 12 retournements (de paires) 2 cacahuètes : entre 13 et 19 retournements. 1 cacahuète : 20 retournements et plus.</p>						
5+5	10																									
8+8	16																									
9+9	18																									
10+10	20																									
11+11	22																									
13+13	26																									
15+15	30																									
2	2	passage par la dizaine	relier les colonnes	<p>10 paires à relier :</p> <table style="border: none;"> <tr><td>(2 + 10) - 1</td><td>11</td></tr> <tr><td>(3 + 10) - 1</td><td>3+9</td></tr> <tr><td>4 + 9</td><td>13</td></tr> <tr><td>(5 + 10) - 1</td><td>14</td></tr> <tr><td>6 + 9</td><td>15</td></tr> <tr><td>(7 + 10) - 1</td><td>7+9</td></tr> <tr><td>(8 + 10) - 1</td><td>17</td></tr> <tr><td>(13 + 10) - 1</td><td>13+9</td></tr> <tr><td>14 + 9</td><td>23</td></tr> <tr><td>(15 + 10) - 1</td><td>15+9</td></tr> </table>	(2 + 10) - 1	11	(3 + 10) - 1	3+9	4 + 9	13	(5 + 10) - 1	14	6 + 9	15	(7 + 10) - 1	7+9	(8 + 10) - 1	17	(13 + 10) - 1	13+9	14 + 9	23	(15 + 10) - 1	15+9	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier. Attention, parfois tu dois relier deux opérations !</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
(2 + 10) - 1	11																									
(3 + 10) - 1	3+9																									
4 + 9	13																									
(5 + 10) - 1	14																									
6 + 9	15																									
(7 + 10) - 1	7+9																									
(8 + 10) - 1	17																									
(13 + 10) - 1	13+9																									
14 + 9	23																									
(15 + 10) - 1	15+9																									
2	2	multiplications	Association par couleur	<p>8 paires à réaliser :</p> <table style="border: none;"> <tr><td>2x3</td><td>6</td></tr> <tr><td>2x4</td><td>8</td></tr> <tr><td>2x5</td><td>10</td></tr> <tr><td>2x6</td><td>12</td></tr> <tr><td>2x7</td><td>14</td></tr> <tr><td>2x8</td><td>16</td></tr> <tr><td>2x9</td><td>18</td></tr> <tr><td>2x10</td><td>20</td></tr> </table>	2x3	6	2x4	8	2x5	10	2x6	12	2x7	14	2x8	16	2x9	18	2x10	20	<p>Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>				
2x3	6																									
2x4	8																									
2x5	10																									
2x6	12																									
2x7	14																									
2x8	16																									
2x9	18																									
2x10	20																									

2	3	calculer une dizaine	calcul à trou	<p>9 calculs à compléter :</p> <p>1) Calcul : $2 + \dots = 10$ propositions : 9 - 8</p> <p>2) Calcul : $6 + \dots = 10$ propositions : 4 - 2 - 6</p> <p>3) Calcul : $\dots + 3 = 10$ propositions : 7 - 8 - 9</p> <p>4) Calcul : $\dots + 1 = 10$ propositions : 8 - 9 - 7</p> <p>5) Calcul : $15 + \dots = 20$ propositions : 5 - 15</p> <p>6) Calcul : $13 + \dots = 20$ propositions : 7 - 8</p> <p>7) Calcul : $\dots + 19 = 20$ propositions : 1 - 2 - 3</p> <p>8) Calcul : $17 + \dots = 20$ propositions : 1 - 2 - 3</p> <p>9) Calcul : $\dots + 11 = 20$ propositions : 8 - 9 - 10</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Cliquez sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
2	3	passage par la dizaine	dominos	<p>L'enfant doit mettre 6 dominos à la suite. Le domino de départ est : 14/5+9 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <p>(5+10) -1 / 8+9 17 / 2+9 (2+10) -1 / 15 6+9 / (13+10) -1 13+9 / 4+8 12 / (5+10) -2</p>	<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois coller ensemble une opération avec son résultat ou deux opérations qui ont le même résultat.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 3 erreurs. 2 cacahuètes : 4 et 5 erreurs. 1 cacahuète : 6 erreurs et plus.</p>
2	3	multiplications	relier les colonnes	<p>12 paires à relier :</p> <p>2x3 6 2x4 8 2x5 10 2x6 12 2x7 14 2x8 16 2x9 18 3x10 30 3x2 6 3x3 9 3x4 12 3x5 15</p>	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Cliquez sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 8 erreurs. 2 cacahuètes : entre 9 et 11 erreurs. 1 cacahuète : 12 erreurs et plus.</p>
2	4	doubles	calcul flash	<p>7 calculs :</p> <p>1) première page : 11+11 deuxième page : 22 - 28</p> <p>2) première page : 13+13 deuxième page : 23 - 26</p> <p>3) première page : 14+14 deuxième page : 24 - 28</p> <p>4) première page : 12+12 deuxième page : 12 - 24 - 36</p> <p>5) première page : 6+6 deuxième page : 10 - 12 - 14</p> <p>6) première page : 8+8 deuxième page : 16 - 18 - 20</p> <p>7) première page : 15+15 deuxième page : 30 - 40 - 20</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 5 secondes.</p>	<p>Les opérations vont apparaître quelques secondes. Retiens bien le calcul, tu devras cliquer sur le résultat correct qui va apparaître après.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : entre 5 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>
2	4	calculer une dizaine	dominos	<p>L'enfant doit mettre 7 dominos à la suite. Le domino de départ est : 8/8 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <p>2/3 7/7 3/1 9/6 4/5 5/9 1/1 On lui propose 2 intrus : 6/2 8/3</p>	<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois trouver le bon domino pour que bleu+jaune soit égal à 10. Attention, il y a des intrus qui ne vont avec rien.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : 6 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>

2	4	multiplications	mémory multipliant	<p>6 multiplications à retrouver :</p> <p>1) La carte : 25 les choix : cartes colonne bleue : 4-5 cartes colonne rouge : 5-6</p> <p>2) La carte : 12 les choix : cartes colonne bleue : 4-2 cartes colonne rouge : 6-3</p> <p>3) La carte : 21 les choix : cartes colonne bleue : 7-4-8 cartes colonne rouge : 5-6-3</p> <p>4) La carte : 15 les choix : cartes colonne bleue : 4-5-3 cartes colonne rouge : 5-6-7</p> <p>5) La carte : 40 les choix : cartes colonne bleue : 7-3-4-5 cartes colonne rouge : 8-6-4-9</p> <p>6) La carte : 18 les choix : cartes colonne bleue : 9-6-7-2 cartes colonne rouge : 1-7-2-3</p>	<p>La carte grise est le résultat d'une opération. Il faut que tu retrouves les bons nombres de cette opération. Pour cela choisis la bonne carte bleue et multiplie-la avec la bonne carte rouge.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>																		
2	5	doubles	mémory	<p>6 paires à retrouver :</p> <table border="0"> <tr><td>6+6</td><td>12</td></tr> <tr><td>7+7</td><td>14</td></tr> <tr><td>8+8</td><td>16</td></tr> <tr><td>10+10</td><td>20</td></tr> <tr><td>12+12</td><td>24</td></tr> <tr><td>14+14</td><td>28</td></tr> </table>	6+6	12	7+7	14	8+8	16	10+10	20	12+12	24	14+14	28	<p>Les opérations et les résultats sont cachés ! Retourne-les deux par deux pour retrouver l'opération et le résultat qui vont ensemble. Quand tu as retourné deux cartes clique sur le bouton vert si c'est correct ou sur le bouton rouge si tu veux réessayer.</p>	<p>3 cacahuètes : moins de 10 retournements (de paires) 2 cacahuètes : entre 11 et 17 retournements. 1 cacahuète : 18 retournements et plus.</p>						
6+6	12																							
7+7	14																							
8+8	16																							
10+10	20																							
12+12	24																							
14+14	28																							
2	5	passage par la dizaine	relier les colonnes	<p>6 paires à relier :</p> <table border="0"> <tr><td>$(2 + 10) - 1$</td><td>2+9</td></tr> <tr><td>$(5 + 10) - 1$</td><td>14</td></tr> <tr><td>$(13 + 10) - 1$</td><td>13 + 9</td></tr> <tr><td>$(3 + 10) - 1$</td><td>12</td></tr> <tr><td>$(6 + 10) - 1$</td><td>16+9</td></tr> <tr><td>$(15 + 10) - 1$</td><td>24</td></tr> </table> <p>On introduit des intrus : 27 - 7 - 3 - 10</p>	$(2 + 10) - 1$	2+9	$(5 + 10) - 1$	14	$(13 + 10) - 1$	13 + 9	$(3 + 10) - 1$	12	$(6 + 10) - 1$	16+9	$(15 + 10) - 1$	24	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier. Il y a des intrus, tu ne dois pas les relier. Attention, parfois tu dois relier deux opérations !</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : entre 5 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>						
$(2 + 10) - 1$	2+9																							
$(5 + 10) - 1$	14																							
$(13 + 10) - 1$	13 + 9																							
$(3 + 10) - 1$	12																							
$(6 + 10) - 1$	16+9																							
$(15 + 10) - 1$	24																							
2	5	multiplications	dominos	<p>L'enfant doit mettre 7 dominos à la suite. Le domino de départ est : 5/2x4 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <table border="0"> <tr><td>8/3x7</td><td>21/5x6</td><td>30/3x6</td></tr> <tr><td>18/2x8</td><td>16/5x2</td><td>10/5x10</td></tr> <tr><td></td><td>50/2x2</td><td></td></tr> </table>	8/3x7	21/5x6	30/3x6	18/2x8	16/5x2	10/5x10		50/2x2		<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois coller une opération avec son résultat.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>									
8/3x7	21/5x6	30/3x6																						
18/2x8	16/5x2	10/5x10																						
	50/2x2																							
2	5	calculer une dizaine	calcul à trou	<p>6 calculs à compléter :</p> <p>1) Calcul : $11 + \dots = 20$ propositions : 9 - 19 - 14</p> <p>2) Calcul : $14 + \dots = 20$ propositions : 7 - 8 - 6</p> <p>3) Calcul : $12 + \dots = 20$ propositions : 7 - 6 - 8</p> <p>4) Calcul : $\dots + 18 = 20$ propositions : 1 - 2 - 3 - 4</p> <p>5) Calcul : $13 + \dots = 20$ propositions : 7 - 8 - 9 - 10</p> <p>6) Calcul : $\dots + 17 = 20$ propositions : 4 - 3 - 1 - 2</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																		
3	1	doubles	Association par couleur	<p>9 paires à réaliser :</p> <table border="0"> <tr><td>10+10</td><td>20</td></tr> <tr><td>20+20</td><td>40</td></tr> <tr><td>30+30</td><td>60</td></tr> <tr><td>40+40</td><td>80</td></tr> <tr><td>50+50</td><td>100</td></tr> <tr><td>60+60</td><td>120</td></tr> <tr><td>70+70</td><td>140</td></tr> <tr><td>80+80</td><td>160</td></tr> <tr><td>90+90</td><td>180</td></tr> </table>	10+10	20	20+20	40	30+30	60	40+40	80	50+50	100	60+60	120	70+70	140	80+80	160	90+90	180	<p>Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
10+10	20																							
20+20	40																							
30+30	60																							
40+40	80																							
50+50	100																							
60+60	120																							
70+70	140																							
80+80	160																							
90+90	180																							

3	1	passage par la dizaine	dominos	<p>L'enfant doit mettre 7 dominos à la suite. Le domino de départ est : 13/4+9 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <p>(4+10)-1/7+9 16/24 (15+10)-1/6+8 (6+10)-2/(3+10)-1 12/5+8 (5+10)-2/26 17+9/2+9</p>	<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois coller ensemble une opération avec son résultat ou deux opérations qui ont le même résultat.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : entre 5 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>
3	1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	<p>5 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 20. Contient déjà 17 oeufs. Propositions : 1 - 2 - 3 - 4</p> <p>2) boîte 2 : maximum 30. Contient déjà 23 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>3) boîte 3 : maximum 50. Contient déjà 45 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>4) boîte 4 : maximum 40. Contient déjà 38 oeufs. Propositions : 1 - 2 - 3 - 4 - 5</p> <p>5) boîte 5 : maximum 30. Contient déjà 21 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9</p>	<p>Voilà des boîtes d'oeufs que tu dois compléter. Il y en a des petites et des grandes. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum. Dans la boîte il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque boîte avec le bon tas d'oeufs.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : entre 5 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>
3	1	décomposition additive	calcul à trou	<p>3 calculs à décomposer (on décompose le deuxième terme) :</p> <p>1) calcul : $24 + 31 = 55$ propositions : $[30+1]$ - $[15+15]$</p> <p>2) calcul : $52 + 12 = 64$ propositions : $[6+4+2]$ - $[10+2]$</p> <p>3) calcul : $44 + 55 = 99$ propositions : $[26+24+5]$ - $[50+5]$ - $[55+1]$</p>	<p>Cette opération est compliquée ! Je suis sûr qu'en coupant le morceau jaune, on peut trouver le résultat plus facilement ! Mais il faut bien le couper ! Trouve la bonne façon et clique dessus.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 2 erreurs. 2 cacahuètes : 3 erreurs. 1 cacahuète : 4 erreurs et plus.</p>
3	2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	<p>3 calculs à remettre dans l'ordre :</p> <p>1) [=] [=] [15] [24] [9] 2) [=] [=] [7] [16] [9] 3) [=] [=] [-] [10] [3] [12] [1]</p>	<p>Tous les morceaux de l'opération ont été mélangés ! Aide-moi à les remettre dans l'ordre. Tu as besoin de tous les morceaux pour faire une opération juste.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 7 erreurs. 2 cacahuètes : entre 8 et 11 erreurs. 1 cacahuète : 12 erreurs et plus.</p>
3	2	multiplications	Association par couleur	<p>11 paires à réaliser :</p> <p>4x4 16 4x6 24 4x7 28 4x8 32 4x9 36 4x10 40 6x6 36 6x7 42 6x8 48 6x9 54 6x10 60</p>	<p>Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 8 erreurs. 2 cacahuètes : entre 9 et 12 erreurs. 1 cacahuète : 13 erreurs et plus.</p>
3	2	décomposition additive	calcul à trou	<p>5 calculs à décomposer (on décompose le deuxième terme) :</p> <p>1) calcul : $36 + 11 = 47$ propositions : $[10+1]$ - $[5+5+1]$</p> <p>2) calcul : $40 + 22 = 62$ propositions : $[20+2]$ - $[10+10+2]$</p> <p>3) calcul : $28 + 31 = 59$ propositions : $[14+15+2]$ - $[30+1]$</p> <p>4) calcul : $25 + 43 = 68$ propositions : $[40+3]$ - $[15+25+3]$ - $[35+8]$</p> <p>5) calcul : $15 + 24 = 39$ propositions : $[15+5+4]$ - $[20+4]$ - $[25+4]$</p>	<p>Cette opération est compliquée ! Je suis sûr qu'en coupant le morceau jaune, on peut trouver le résultat plus facilement ! Mais il faut bien le couper ! Trouve la bonne façon et clique dessus.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : 5 et 6 erreurs. 1 cacahuète : 7 erreurs et plus.</p>
3	3	doubles	relier les colonnes	<p>9 paires à relier :</p> <p>10+10 20 20+20 40 30+30 60 40+40 80 50+50 100 60+60 120 70+70 140 80+80 160 90+90 180</p> <p>On introduit des intrus : 200 30 70 55 110</p>	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier. Il y a des intrus, tu ne dois pas les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>

3	3	calculer une dizaine	calcul à trou	<p>7 calculs à compléter :</p> <p>1) Calcul : $29+...=30$ propositions : 1 - 2 - 3</p> <p>2) Calcul : $35+...=40$ propositions : 5 - 6 - 7</p> <p>3) Calcul : $26+...=30$ propositions : 4 - 5 - 6</p> <p>4) Calcul : $43+...=50$ propositions : 5 - 6 - 7 - 8</p> <p>5) Calcul : $22+...=30$ propositions : 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>6) Calcul : $37+...=40$ propositions : 1 - 2 - 3 - 4</p> <p>7) Calcul : $41+...=50$ propositions : 6 - 7 - 8 - 9</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																
3	3	multiplications	dominos	<p>L'enfant doit mettre 8 dominos à la suite. Le domino de départ est : $7/7 \times 2$ les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <table style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <tr> <td>$14/7 \times 8$</td> <td>$56/7 \times 6$</td> <td>$42/7 \times 4$</td> </tr> <tr> <td>$28/7 \times 7$</td> <td>$49/7 \times 5$</td> <td>$35/7 \times 9$</td> </tr> <tr> <td>$63/7 \times 10$</td> <td>$70/7 \times 1$</td> <td></td> </tr> </table>	$14/7 \times 8$	$56/7 \times 6$	$42/7 \times 4$	$28/7 \times 7$	$49/7 \times 5$	$35/7 \times 9$	$63/7 \times 10$	$70/7 \times 1$		<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois coller une opération avec son résultat.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>							
$14/7 \times 8$	$56/7 \times 6$	$42/7 \times 4$																				
$28/7 \times 7$	$49/7 \times 5$	$35/7 \times 9$																				
$63/7 \times 10$	$70/7 \times 1$																					
3	3	décomposition additive	compléter des boîtes	<p>5 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 64. Contient déjà 41 oeufs. propositions : $20+3$ ou $15+18$</p> <p>2) boîte 2 : maximum 57. Contient déjà 40 oeufs. propositions : $4+7+6$ ou $10+7$</p> <p>3) boîte 3 : maximum 49. Contient déjà 14 oeufs. propositions : $30+5$ ou $28+7$</p> <p>4) boîte 4 : maximum 35. Contient déjà 23 oeufs. propositions : $6+4+2$ ou $10+2$ ou $12+1$</p> <p>5) boîte 5 : maximum 76. Contient déjà 50 oeufs. propositions : $25+1$ ou $11+13+2$ ou $23+3$</p>	<p>Voilà des caisses d'oeufs que tu dois compléter. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum.. Dans la caisse il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque caisse avec le bon tas d'oeufs, en choisissant le calcul qui te permet de calculer le plus vite.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>																
3	4	doubles	relier les colonnes	<p>8 paires à relier :</p> <table style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <tr> <td>$12+12$</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>$14+14$</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>$20+20$</td> <td>40</td> </tr> <tr> <td>$30+30$</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>$40+40$</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>$60+60$</td> <td>120</td> </tr> <tr> <td>$80+80$</td> <td>160</td> </tr> <tr> <td>$90+90$</td> <td>180</td> </tr> </table> <p>On introduit des intrus : 110 25 23 39</p>	$12+12$	24	$14+14$	28	$20+20$	40	$30+30$	60	$40+40$	80	$60+60$	120	$80+80$	160	$90+90$	180	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier. Il y a des intrus, tu ne dois pas les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
$12+12$	24																					
$14+14$	28																					
$20+20$	40																					
$30+30$	60																					
$40+40$	80																					
$60+60$	120																					
$80+80$	160																					
$90+90$	180																					
3	4	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	<p>5 calculs à remettre dans l'ordre :</p> <p>1) [=] [+] [-] [10] [5] [1] [14]</p> <p>2) [=] [+] [21] [9] [12]</p> <p>3) [=] [+] [-] [1] [14] [10] [23]</p> <p>4) [=] [+] [3] [12] [9]</p> <p>5) [=] [+] [-] [2] [9] [17] [10]</p>	<p>Tous les morceaux de l'opération ont été mélangés ! Aide-moi à les remettre dans l'ordre. Tu as besoin de tous les morceaux pour faire une opération juste.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 10 erreurs. 1 cacahuète : 11 erreurs et plus.</p>																
3	4	multiplications	dominos	<p>L'enfant doit mettre 8 dominos à la suite. Le domino de départ est : $7/7 \times 5$ les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <table style="display: inline-table; vertical-align: top;"> <tr> <td>$35/6 \times 5$</td> <td>$30/4 \times 7$</td> <td>$28/4 \times 9$</td> </tr> <tr> <td>$36/7 \times 8$</td> <td>$56/6 \times 9$</td> <td>$54/7 \times 7$</td> </tr> <tr> <td>$49/6 \times 6$</td> <td>$36/4 \times 4$</td> <td>$16/4 \times 2$</td> </tr> </table>	$35/6 \times 5$	$30/4 \times 7$	$28/4 \times 9$	$36/7 \times 8$	$56/6 \times 9$	$54/7 \times 7$	$49/6 \times 6$	$36/4 \times 4$	$16/4 \times 2$	<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois coller une opération avec son résultat.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>							
$35/6 \times 5$	$30/4 \times 7$	$28/4 \times 9$																				
$36/7 \times 8$	$56/6 \times 9$	$54/7 \times 7$																				
$49/6 \times 6$	$36/4 \times 4$	$16/4 \times 2$																				

3	4	décomposition additive	calcul à trou	<p>5 calculs à décomposer (on décompose le deuxième terme) :</p> <p>1) calcul : $38+14 = 52$ propositions : $[2+12] - [5+9]$</p> <p>2) calcul : $27+16 = 43$ propositions : $[8+6+2] - [3+13]$</p> <p>3) calcul : $19+17 = 36$ propositions : $[14+3] - [1+16]$</p> <p>4) calcul : $45+16 = 61$ propositions : $[15+1] - [15+25+5] - [14+2]$</p> <p>5) calcul : $57+35 = 92$ propositions : $[5+16+14] - [3+32] - [34+1]$</p>	<p>Cette opération est compliquée ! Je suis sûr qu'en coupant le morceau jaune, on peut trouver le résultat plus facilement ! Mais il faut bien le couper ! Trouve la bonne façon et clique dessus.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : entre 5 et 7 erreurs. 1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>																				
3	5	calculer une dizaine	calcul à trou	<p>7 Calculs à compléter :</p> <p>1) Calcul : $28+... = 30$ propositions : 1 - 2 - 3</p> <p>2) Calcul : $25+... = 30$ propositions : 5 - 6 - 7</p> <p>3) Calcul : $34+... = 40$ propositions : 4 - 5 - 6</p> <p>4) Calcul : $33+... = 40$ propositions : 5 - 6 - 7 - 8</p> <p>5) Calcul : $21+... = 30$ propositions : 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>6) Calcul : $49+... = 50$ propositions : 1 - 2 - 3 - 4</p> <p>7) Calcul : $47+... = 50$ propositions : 2 - 3 - 4 - 5</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																				
3	5	multiplications	calcul flash	<p>6 calculs :</p> <p>1) première page : 7×9 deuxième page : 49 - 59 - 42</p> <p>2) première page : 6×6 deuxième page : 35 - 36 - 37</p> <p>3) première page : 6×7 deuxième page : 42 - 49 - 36</p> <p>4) première page : 4×9 deuxième page : 36 - 40 - 44 - 32</p> <p>5) première page : 7×7 deuxième page : 49 - 50 - 51 - 52</p> <p>6) première page : 4×7 deuxième page : 28 - 29 - 27 - 26</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 5 secondes.</p>	<p>Les opérations vont apparaître quelques secondes. Retiens bien le calcul, tu devras cliquer sur le résultat correct qui va apparaître après.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>																				
3	5	décomposition additive	compléter des boîtes	<p>5 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 62. Contient déjà 48 oeufs. propositions : $7+7$ ou $2+12$</p> <p>2) boîte 2 : maximum 93. Contient déjà 77 oeufs. propositions : $3+13$ ou $5+9$</p> <p>3) boîte 3 : maximum 75. Contient déjà 51 oeufs. propositions : $4+20$ ou $12+8+4$ ou $16+8$</p> <p>4) boîte 4 : maximum 86. Contient déjà 59 oeufs. propositions : $13+8+6$ ou $1+26$ ou $17+9$</p> <p>5) boîte 5 : maximum 32. Contient déjà 17 oeufs. propositions : $3+12$ ou $6+4+5$ ou $14+5$</p>	<p>Voilà des caisses d'oeufs que tu dois compléter. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum.. Dans la caisse il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque caisse avec le bon tas d'oeufs, en choisissant le calcul qui te permet de calculer le plus vite.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																				
4	1	doubles	relier les colonnes	<p>10 paires à relier :</p> <table style="border: none;"> <tr><td>5+5</td><td>10</td></tr> <tr><td>15+15</td><td>30</td></tr> <tr><td>25+25</td><td>50</td></tr> <tr><td>35+35</td><td>70</td></tr> <tr><td>45+45</td><td>90</td></tr> <tr><td>55+55</td><td>110</td></tr> <tr><td>65+65</td><td>130</td></tr> <tr><td>75+75</td><td>150</td></tr> <tr><td>85+85</td><td>170</td></tr> <tr><td>95+95</td><td>190</td></tr> </table>	5+5	10	15+15	30	25+25	50	35+35	70	45+45	90	55+55	110	65+65	130	75+75	150	85+85	170	95+95	190	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
5+5	10																									
15+15	30																									
25+25	50																									
35+35	70																									
45+45	90																									
55+55	110																									
65+65	130																									
75+75	150																									
85+85	170																									
95+95	190																									

4	1	passage par la dizaine	mémory	6 paires à retrouver : (3+10) -1 3+9 (5+10) -1 5+9 (5+10) -2 13 (6+10) -2 6+8 (18+10) -1 27 (15+10) -1 24	Les opérations et les résultats sont cachés ! Retourne-les deux par deux pour retrouver l'opération et le résultat qui vont ensemble. Quand tu as retourné deux cartes clique sur le bouton vert si c'est correct ou sur le bouton rouge si tu veux réessayer.	3 cacahuètes : moins de 9 retournements (de paires) 2 cacahuètes : entre 10 et 14 retournements. 1 cacahuète : 15 retournements et plus.
4	1	multiplications	dominos	L'enfant doit mettre 8 dominos à la suite. Le domino de départ est : 8/8x2 les dominos proposés à l'enfant sont : 16/8x7 56/8x6 48/8x5 40/8x8 64/8x4 32/8x9 72/8x10 80/8x1	Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois coller une opération avec son résultat.	3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.
4	1	décomposition additive	compléter des boîtes	5 boîtes à compléter : 1) boîte 1 : maximum 128. Contient déjà 80 oeufs. propositions : 20+28 ou 18+15+15 ou 38+18 2) boîte 2 : maximum 116. Contient déjà 70 oeufs. propositions : 12+30+4 ou 30+16 ou 15+31 3) boîte 3 : maximum 125 oeufs. Contient déjà 60 oeufs. propositions : 40+25 ou 22+33+10 ou 20+55 4) boîte 4 : maximum 104 oeufs. Contient déjà 92 oeufs. propositions : 10+2 ou 14-3 ou 9+4 5) boîte 5 : maximum 137 oeufs. Contient déjà 112 oeufs. propositions : 5+20 ou 23+2-10 ou 7+19	Voilà des caisses d'oeufs que tu dois compléter. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum.. Dans la caisse il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque caisse avec le bon tas d'oeufs, en choisissant le calcul qui te permet de calculer le plus vite.	3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 10 erreurs. 1 cacahuète : 11 erreurs et plus.
4	2	calculer une dizaine	compléter des boîtes	7 boîtes à compléter : 1) boîte 1 : maximum 20. Contient déjà 18 oeufs. Propositions : 1 - 2 - 3 - 4 2) boîte 2 : maximum 30. Contient déjà 26 oeufs. Propositions : 4 - 5 - 6 - 7 - 8 3) boîte 3 : maximum 50. Contient déjà 42 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9 4) boîte 4 : maximum 40. Contient déjà 35 oeufs. Propositions : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 5) boîte 5 : maximum 30. Contient déjà 24 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9 6) boîte 6 : maximum 50. Contient déjà 43 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9 7) boîte 7 : maximum 40. Contient déjà 37 oeufs. Propositions : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6	Voilà des boîtes d'oeufs que tu dois compléter. Il y en a des petites et des grandes. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum. Dans la boîte il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque boîte avec le bon tas d'oeufs.	3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.
4	2	multiplications	Association par couleur	10 paires à associer : 9x1 9 9x2 18 9x3 27 9x4 36 9x5 45 9x6 54 9x7 63 9x8 72 9x9 81 9x10 90	Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble.	3 cacahuètes : entre 0 et 7 erreurs. 2 cacahuètes : entre 8 et 10 erreurs. 1 cacahuète : 11 erreurs et plus.
4	2	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	5 calculs à remettre dans l'ordre : 1) [+] [+] [+] [1] [10] [89] [39] [=] [139] 2) [+] [+] [+] [2] [86] [4] [50] [=] [142] 3) [+] [+] [+] [3] [72] [30] [20] [=] [125] 4) [+] [+] [+] [94] [10] [4] [20] [=] [128] 5) [+] [+] [3] [84] [20] [10] [=] [117]	Tous les morceaux de l'opération ont été mélangés ! Aide-moi à les remettre dans l'ordre. Tu as besoin de tous les morceaux pour faire une opération juste.	3 cacahuètes : entre 0 et 8 erreurs. 2 cacahuètes : entre 9 et 15 erreurs. 1 cacahuète : 16 erreurs et plus.

4	3	doubles	Association par couleur	<p>10 paires à relier :</p> <p>5+5 10 15+15 30 25+25 50 35+35 70 45+45 90 55+55 110 65+65 130 75+75 150 85+85 170 95+95 190</p> <p>On introduit des intrus : 40 25 120 135 180</p>	<p>Les opérations et les résultats sont mélangés ! Aide-moi à les remettre ensemble grâce aux couleurs. Trempe ton doigt dans un pot de peinture et touche les deux cases qui vont ensemble. Attention, il y a des intrus qui ne vont avec rien. Tu ne dois pas les colorier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
4	3	passage par la dizaine	calcul à trou	<p>6 calculs à compléter :</p> <p>1) Calcul : (...+10)-1=14 Propositions : 5 - 7 - 8</p> <p>2) Calcul : ... +9 = 13 Propositions : 4 - 8 - 5</p> <p>3) Calcul : (... +10)-1=26 Propositions : 17 - 19 - 15</p> <p>4) Calcul : (... +10)-1=22 Propositions : 16 - 13 - 15 - 12</p> <p>5) Calcul : (... +10)-2=17 Propositions : 9 - 11 - 7 - 12</p> <p>6) Calcul : ... +8=13 Propositions : 4 - 5 - 6 - 8</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
4	3	multiplications	dominos	<p>L'enfant doit mettre 8 dominos à la suite. Le domino de départ est : 8/8x3 les dominos proposés à l'enfant sont :</p> <p>24/9x4 36/8x7 56/9x5 45/8x8 64/9x9 81/8x9 72/9x7 63/8x1</p> <p>On introduit des intrus : 40/9x3 54/9x6</p>	<p>Tu dois reconstruire la ligne de dominos en cliquant sur le bon domino qui va dans les pointillés. A chaque fois, il faut que la partie bleue soit collée à une partie jaune, même quand on change de ligne, tu dois continuer de la même façon. Tu dois coller une opération avec son résultat. Attention, il y a des intrus qui ne vont avec rien.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
4	3	décomposition additive	compléter des boîtes	<p>5 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 92. Contient déjà 38 oeufs. propositions : 2+52 ou 20+31+3 ou 4+50</p> <p>2) boîte 2 : maximum 113. Contient déjà 87 oeufs. propositions : 15+15+16 ou 3+10+13 ou 20+6</p> <p>3) boîte 3 : maximum 121. Contient déjà 19 oeufs. propositions : 2+100 ou 2+110 ou 70+34+1</p> <p>4) boîte 4 : maximum 106. Contient déjà 79 oeufs. propositions : 1+20+6 ou 15+5+17 ou 28+10</p> <p>5) boîte 5 : maximum 124. Contient déjà 68 oeufs. propositions : 25+25+6 ou 2+30+24 ou 32+32</p>	<p>Voilà des caisses d'oeufs que tu dois compléter. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum.. Dans la caisse il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque caisse avec le bon tas d'oeufs, en choisissant le calcul qui te permet de calculer le plus vite.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>
4	4	calculer une dizaine	calcul à trou	<p>7 calculs à compléter :</p> <p>1) Calcul : 2-... =10 propositions : 1 - 2 - 8</p> <p>2) Calcul : 17-... =10 propositions : 5 - 6 - 7</p> <p>3) Calcul : 15-... =10 propositions : 4 - 5 - 6</p> <p>4) Calcul : 18-... =10 propositions : 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>5) Calcul : 13-... =10 propositions : 1 - 2 - 3 - 7</p> <p>6) Calcul : 14-... =10 propositions : 6 - 4 - 3 - 2</p> <p>7) Calcul : 11-... =10 propositions : 1 - 2 - 8 - 9</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>

4	4	multiplications	mémoire multipliant	<p>7 multiplications à retrouver :</p> <p>1) La carte : 48 les choix : cartes colonne bleue : 2-6-4-5 cartes colonne rouge : 7-8-9-10</p> <p>2) La carte : 36 les choix : cartes colonne bleue : 6-7-8-9 cartes colonne rouge : 4-5-6-7</p> <p>3) La carte : 64 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-10 cartes colonne rouge : 6-7-8-9</p> <p>4) La carte : 45 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-3 cartes colonne rouge : 8-6-5-4</p> <p>5) La carte : 49 les choix : cartes colonne bleue : 5-6-7-8 cartes colonne rouge : 5-6-7-8</p> <p>6) La carte : 40 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-10 cartes colonne rouge : 5-6-7-8</p> <p>7) La carte : 63 les choix : cartes colonne bleue : 6-7-8-9 cartes colonne rouge : 9-8-7-6</p>	La carte grise est le résultat d'une opération. Il faut que tu retrouves les bons nombres de cette opération. Pour cela choisis la bonne carte bleue et multiplie-la avec la bonne carte rouge.	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs.</p> <p>2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs.</p> <p>1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
4	4	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	<p>5 calculs à remettre dans l'ordre :</p> <p>1) [+] [+] [3] [97] [32] [=] [132]</p> <p>2) [+] [+] [2] [45] [98] [=] [145]</p> <p>3) [+] [+] [+] [20] [79] [16] [1] [=] [116]</p> <p>4) [+] [+] [+] [88] [10] [2] [44] [=] [144]</p> <p>5) [+] [+] [27] [99] [1] [=] [127]</p>	Tous les morceaux de l'opération ont été mélangés ! Aide-moi à les remettre dans l'ordre. Tu as besoin de tous les morceaux pour faire une opération juste.	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 10 erreurs.</p> <p>2 cacahuètes : entre 11 et 17 erreurs.</p> <p>1 cacahuète : 18 erreurs et plus.</p>
4	5	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	<p>6 calculs à remettre dans l'ordre :</p> <p>1) [=] [-] [10] [14] [4]</p> <p>2) [=] [-] [10] [16] [6]</p> <p>3) [=] [-] [10] [19] [9]</p> <p>4) [=] [-] [10] [12] [2]</p> <p>5) [=] [-] [10] [15] [5]</p> <p>6) [=] [-] [10] [11] [1]</p>	Tous les morceaux de l'opération ont été mélangés ! Aide-moi à les remettre dans l'ordre. Tu as besoin de tous les morceaux pour faire une opération juste.	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs.</p> <p>2 cacahuètes : entre 5 et 7 erreurs.</p> <p>1 cacahuète : 8 erreurs et plus.</p>
4	5	passage par la dizaine	calcul flash	<p>6 calculs :</p> <p>1) première page : (4+10)-2 deuxième page : 9 - 12 - 14</p> <p>2) première page : (6+10)-1 deuxième page : 8 - 11 - 15</p> <p>3) première page : (12+10)-1 deuxième page : 21 - 24 - 18</p> <p>4) première page : (15+10)-1 deuxième page : 19 - 27 - 24</p> <p>5) première page : (7+10)-2 deuxième page : 15 - 11 - 17</p> <p>6) première page : (3+10)-1 deuxième page : 14 - 9 - 12</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 7 secondes.</p>	Les opérations vont apparaître quelques secondes. Retiens bien le calcul, tu devras cliquer sur le résultat correct qui va apparaître après.	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs.</p> <p>2 cacahuètes : entre 7 et 10 erreurs.</p> <p>1 cacahuète : 11 erreurs et plus.</p>

4	5	multiplications	mémory multipliant	<p>7 multiplications à retrouver :</p> <p>1) La carte : 42 les choix : cartes colonne bleue : 2-6-4-5 cartes colonne rouge : 7-8-9-10</p> <p>2) La carte : 81 les choix : cartes colonne bleue : 6-7-8-9 cartes colonne rouge : 5-6-7-9</p> <p>3) La carte : 72 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-3 cartes colonne rouge : 6-4-8-2</p> <p>4) La carte : 56 les choix : cartes colonne bleue : 7-5-9-3 cartes colonne rouge : 8-6-5-4</p> <p>5) La carte : 35 les choix : cartes colonne bleue : 5-6-7-4 cartes colonne rouge : 7-8-4-3</p> <p>6) La carte : 32 les choix : cartes colonne bleue : 1-2-3-4 cartes colonne rouge : 6-7-8-9</p> <p>7) La carte : 54 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-10 cartes colonne rouge : 4-5-6-7</p>	<p>La carte grise est le résultat d'une opération. Il faut que tu retrouves les bons nombres de cette opération. Pour cela choisis la bonne carte bleue et multiplie-la avec la bonne carte rouge.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>																										
4	5	décomposition additive	compléter des boîtes	<p>5 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 127. Contient déjà 78 oeufs. propositions : 2+20+29 ou 15+25+9 ou 32+47</p> <p>2) boîte 2 : maximum 122. Contient déjà 86 oeufs. propositions : 24+16+6 ou 4+10+22 ou 14+22+10</p> <p>3) boîte 3 : maximum 150. Contient déjà 118 oeufs. propositions : 2+30 ou 15+10+7 ou 20+32</p> <p>4) boîte 4 : maximum 112. Contient déjà 64 oeufs. propositions : 16+22+10 ou 6+30+12 ou 66+2</p> <p>5) boîte 5 : maximum 134. Contient déjà 75 oeufs. propositions : 5+20+34 ou 32+13+14 ou 51+7</p>	<p>Voilà des caisses d'oeufs que tu dois compléter. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum.. Dans la caisse il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque caisse avec le bon tas d'oeufs, en choisissant le calcul qui te permet de calculer le plus vite.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																										
5	1	calculer une dizaine	calcul à trou	<p>7 calculs à compléter :</p> <p>1) Calcul : 43-... =40 propositions : 1 - 2 - 3</p> <p>2) Calcul : 22-... =20 propositions : 1 - 2 - 8</p> <p>3) Calcul : 35-... =30 propositions : 4 - 5 - 6</p> <p>4) Calcul : 21-... =20 propositions : 1 - 2 - 8 - 9</p> <p>5) Calcul : 47-... =40 propositions : 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>6) Calcul : 34-... =30 propositions : 6 - 7 - 5 - 4</p> <p>7) Calcul : 38-... =30 propositions : 6 - 7 - 8 - 9</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																										
5	1	multiplications	relier les colonnes	<p>13 paires à relier :</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>3x3</td><td>9</td></tr> <tr><td>3x4</td><td>12</td></tr> <tr><td>5x5</td><td>25</td></tr> <tr><td>5x4</td><td>20</td></tr> <tr><td>4x6</td><td>24</td></tr> <tr><td>6x3</td><td>18</td></tr> <tr><td>7x3</td><td>21</td></tr> <tr><td>7x7</td><td>49</td></tr> <tr><td>8x7</td><td>56</td></tr> <tr><td>8x5</td><td>40</td></tr> <tr><td>3x8</td><td>24</td></tr> <tr><td>9x5</td><td>45</td></tr> <tr><td>3x9</td><td>27</td></tr> </table>	3x3	9	3x4	12	5x5	25	5x4	20	4x6	24	6x3	18	7x3	21	7x7	49	8x7	56	8x5	40	3x8	24	9x5	45	3x9	27	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 9 erreurs. 2 cacahuètes : entre 10 et 13 erreurs. 1 cacahuète : 14 erreurs et plus.</p>
3x3	9																															
3x4	12																															
5x5	25																															
5x4	20																															
4x6	24																															
6x3	18																															
7x3	21																															
7x7	49																															
8x7	56																															
8x5	40																															
3x8	24																															
9x5	45																															
3x9	27																															

5	1	décomposition additive	compléter des boîtes	<p>5 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 127. Contient déjà 73 oeufs. propositions : 30+24 ou 17+13+24 ou 34+21</p> <p>2) boîte 2 : maximum 140. Contient déjà 76 oeufs. propositions : 32+25+7 ou 4+60 ou 54 + 10</p> <p>3) boîte 3 : maximum 78. Contient déjà 44 oeufs. propositions : 30+4 ou 55+14 ou 10+46</p> <p>4) boîte 4 : maximum 59. Contient déjà 24 oeufs. propositions : 19+16 ou 5+30 ou 45+6</p> <p>5) boîte 5 : maximum 112. Contient déjà 58 oeufs. propositions : 42+12 ou 45+18 ou 68+6</p>	<p>Voilà des caisses d'oeufs que tu dois compléter. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum.. Dans la caisse il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque caisse avec le bon tas d'oeufs, en choisissant le calcul qui te permet de calculer le plus vite.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 4 erreurs. 2 cacahuètes : entre 5 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>														
5	2	doubles	mémoire	<p>7 paires à retrouver :</p> <table style="border: none;"> <tr><td>7+7</td><td>14</td></tr> <tr><td>13+13</td><td>26</td></tr> <tr><td>20+20</td><td>40</td></tr> <tr><td>35+35</td><td>70</td></tr> <tr><td>45+45</td><td>90</td></tr> <tr><td>75+75</td><td>150</td></tr> <tr><td>90+90</td><td>180</td></tr> </table>	7+7	14	13+13	26	20+20	40	35+35	70	45+45	90	75+75	150	90+90	180	<p>Les opérations et les résultats sont cachés ! Retourne-les deux par deux pour retrouver l'opération et le résultat qui vont ensemble. Quand tu as retourné deux cartes clique sur le bouton vert si c'est correct ou sur le bouton rouge si tu veux réessayer.</p>	<p>3 cacahuètes : moins de 12 retournements (de paires) 2 cacahuètes : entre 13 et 17 retournements. 1 cacahuète : 18 retournements et plus.</p>
7+7	14																			
13+13	26																			
20+20	40																			
35+35	70																			
45+45	90																			
75+75	150																			
90+90	180																			
5	2	passage par la dizaine	calcul flash	<p>8 calculs :</p> <p>1) première page : 5+9 deuxième page : 8 - 17 - 14</p> <p>2) première page : 7+9 deuxième page : 6 - 16 - 22</p> <p>3) première page : 3+9 deuxième page : 12 - 7 - 14</p> <p>4) première page : 13+9 deuxième page : 18 - 20 - 22</p> <p>5) première page : 8+9 deuxième page : 15 - 18 - 17</p> <p>6) première page : 15+9 deuxième page : 24 - 21 - 27</p> <p>7) première page : 4+9 deuxième page : 13 - 11 - 16</p> <p>8) première page : 5+8 deuxième page : 13 - 15 - 12</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 5 secondes.</p>	<p>Les opérations vont apparaître quelques secondes. Retiens bien le calcul, tu devras cliquer sur le résultat correct qui va apparaître après.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 8 erreurs. 2 cacahuètes : entre 9 et 13 erreurs. 1 cacahuète : 14 erreurs et plus.</p>														
5	2	décomposition additive	calcul à trou	<p>5 calculs à décomposer (on décompose le calcul entier) :</p> <p>1) calcul : 36+52 = 88 propositions : [36+2+50] - [23+54+11] - [36+22+27]</p> <p>2) calcul : 78+44 = 122 propositions : [100+11+11] - [78+2+20+22] - [78+24+34]</p> <p>3) calcul : 67+44 = 111 propositions : [67+3+41] - [50+25+29+7] - [67+4+47]</p> <p>4) calcul : 54+18 = 72 propositions : [18+48+34] - [54+8+10] - [54+20+2]</p> <p>5) calcul : 57+78 = 135 propositions : [57+3+50+25] - [70+30+17+8] - [57+2+58+20]</p>	<p>Cette opération est compliquée ! On a dû la couper pour trouver le résultat plus facilement. A ton avis, quelle découpe correspondrait le mieux ? Clique sur la bonne réponse.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>														

5	3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	<p>7 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 20. Contient déjà 11 oeufs. Propositions : 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>2) boîte 2 : maximum 40. Contient déjà 36 oeufs. Propositions : 4 - 5 - 6 - 7 - 8</p> <p>3) boîte 3 : maximum 20. Contient déjà 14 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>4) boîte 4 : maximum 50. Contient déjà 49 oeufs. Propositions : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6</p> <p>5) boîte 5 : maximum 30. Contient déjà 22 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>6) boîte 6 : maximum 40. Contient déjà 33 oeufs. Propositions : 5 - 6 - 7 - 8 - 9</p> <p>7) boîte 7 : maximum 50. Contient déjà 47 oeufs. Propositions : 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6</p>	Voilà des boîtes d'oeufs que tu dois compléter. Il y en a des petites et des grandes. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum. Dans la boîte il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque boîte avec le bon tas d'oeufs.	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs.</p> <p>2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs.</p> <p>1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
5	3	multiplications	mémory multipliant	<p>7 multiplications à retrouver :</p> <p>1) La carte : 81 les choix : cartes colonne bleue : 6-7-8-9 cartes colonne rouge : 5-6-7-9</p> <p>3) La carte : 36 les choix : cartes colonne bleue : 6-5-7-9 cartes colonne rouge : 8-6-4-3</p> <p>3) La carte : 42 les choix : cartes colonne bleue : 2-6-4-5 cartes colonne rouge : 7-8-9-10</p> <p>4) La carte : 30 les choix : cartes colonne bleue : 5-4-7-6 cartes colonne rouge : 7-8-4-5</p> <p>5) La carte : 63 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-6 cartes colonne rouge : 6-7-8-9</p> <p>6) La carte : 72 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-3 cartes colonne rouge : 6-4-8-2</p> <p>7) La carte : 64 les choix : cartes colonne bleue : 7-8-9-10 cartes colonne rouge : 8-5-6-7</p>	La carte grise est le résultat d'une opération. Il faut que tu retrouves les bons nombres de cette opération. Pour cela choisis la bonne carte bleue et multiplie-la avec la bonne carte rouge.	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs.</p> <p>2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs.</p> <p>1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
5	3	décomposition additive	calcul à trou	<p>5 calculs à compléter :</p> <p>1) calcul : $10 + \dots + 40 + 6 = 146$ propositions : 20 - 60 - 14 - 44</p> <p>2) calcul : $12 + 12 + \dots = 84$ propositions : 20 - 60 - 14 - 44</p> <p>3) calcul : $30 + 50 + \dots + 10 = 110$ propositions : 20 - 50 - 40 - 10</p> <p>4) calcul : $44 + 10 + \dots + 24 = 128$ propositions : 10 - 50 - 120 - 70</p> <p>5) calcul : $67 + \dots + 20 + 5 = 95$ propositions : 3 - 4 - 20 - 26</p>	Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs.</p> <p>2 cacahuètes : entre 7 et 12 erreurs.</p> <p>1 cacahuète : 13 erreurs et plus.</p>

5	4	doubles	calcul flash	<p>7 calculs :</p> <p>1) première page : 2+2 deuxième page (résultat attendu) : 4</p> <p>2) première page : 6+6 deuxième page (résultat attendu) : 12</p> <p>3) première page : 10+10 deuxième page (résultat attendu) : 20</p> <p>4) première page : 12+12 deuxième page (résultat attendu) : 24</p> <p>5) première page : 25+25 deuxième page (résultat attendu) : 50</p> <p>6) première page : 50+50 deuxième page (résultat attendu) : 100</p> <p>7) première page : 85+85 deuxième page (résultat attendu) : 170</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 5 secondes.</p>	<p>Les opérations vont apparaître quelques secondes. Retiens bien le calcul, Tu devras saisir le résultat correct dans la case qui va apparaître après.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 10 erreurs. 1 cacahuète : 11 erreurs et plus.</p>																				
5	4	passage par la dizaine	relier les colonnes	<p>10 paires à relier :</p> <table style="margin-left: 20px;"> <tr><td>13+9</td><td>22</td></tr> <tr><td>8+9</td><td>17</td></tr> <tr><td>5+9</td><td>14</td></tr> <tr><td>4+9</td><td>13</td></tr> <tr><td>14+9</td><td>23</td></tr> <tr><td>5+8</td><td>13</td></tr> <tr><td>12+9</td><td>21</td></tr> <tr><td>3+9</td><td>12</td></tr> <tr><td>15+9</td><td>24</td></tr> <tr><td>6+8</td><td>14</td></tr> </table> <p>On introduit des intrus : 4 - 1 - 10 - 20 - 54 - 29</p>	13+9	22	8+9	17	5+9	14	4+9	13	14+9	23	5+8	13	12+9	21	3+9	12	15+9	24	6+8	14	<p>Le singe farceur a tout mélangé. Aide-moi à relier l'opération et le résultat qui vont ensemble. Clique sur l'opération et sur le résultat qui vont ensemble pour les relier. Il y a des intrus, tu ne dois pas les relier.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
13+9	22																									
8+9	17																									
5+9	14																									
4+9	13																									
14+9	23																									
5+8	13																									
12+9	21																									
3+9	12																									
15+9	24																									
6+8	14																									
5	4	décomposition additive	calcul à trou	<p>5 calculs à décomposer (on décompose le calcul entier) :</p> <p>1) calcul : $72+43 = 115$ propositions : $[72+3+30+10] - [72+40+13] - [72+23+70+2]$</p> <p>2) calcul : $47+36 = 83$ propositions : $[47+16+20] - [30+17+30+6] - [47+3+33]$</p> <p>3) calcul : $34+57 = 91$ propositions : $[34+7+50] -$</p>	<p>Cette opération est compliquée ! On a dû la couper pour trouver le résultat plus facilement. A ton avis, quelle découpe correspondrait le mieux? Clique sur la bonne réponse.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																				
5	5	calculer une dizaine	calcul à trou	<p>7 calculs à compléter :</p> <p>1) 39-... =30 propositions : 7 - 8 - 9 - 1</p> <p>2) 26-... =20 propositions : 6 - 7 - 8 - 4</p> <p>3) 44-... =40 propositions : 4 - 5 - 6 - 3</p> <p>4) 25-... =20 propositions : 2 - 3 - 4 - 5</p> <p>5) 43-... =40 propositions : 3 - 4 - 5 - 6 - 7</p> <p>6) 37-... =30 propositions : 6 - 7 - 8 - 9 - 3</p> <p>7) 41-... =40 propositions : 1 - 2 - 7 - 8 - 9</p>	<p>Ces opérations ont quelque chose qui ne va pas, elles sont incomplètes. Quel nombre complète l'opération selon toi ? Clique sur le bon.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>																				

5	5	multiplications	calcul flash	<p>6 calculs :</p> <p>1) Première page : 6x9 deuxième page : 48 - 54 - 42</p> <p>2) Première page : 4x7 deuxième page : 28 - 32 - 36</p> <p>3) Première page : 4x8 deuxième page : 30 - 32 - 34</p> <p>4) Première page : 4x4 deuxième page : 15 - 16 - 14 - 12</p> <p>5) Première page : 7x5 deuxième page : 30 - 35 - 40 - 45</p> <p>6) Première page : 6x8 deuxième page : 50 - 48 - 42 - 44</p> <p>Temps d'apparition du premier écran : 5 secondes.</p>	<p>Les opérations vont apparaître quelques secondes. Retiens bien le calcul, tu devras cliquer sur le résultat correct qui va apparaître après.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 6 erreurs. 2 cacahuètes : entre 7 et 9 erreurs. 1 cacahuète : 10 erreurs et plus.</p>
5	5	décomposition additive	compléter des boîtes	<p>5 boîtes à compléter :</p> <p>1) boîte 1 : maximum 147. Contient déjà 20 oeufs. propositions : 80+47 ou 63+44+20 ou 40 + 87</p> <p>2) boîte 2 : maximum 115. Contient déjà 75 oeufs. propositions : 45+15 ou 30+10 ou 40+5+20</p> <p>3) boîte 3 : maximum 89. Contient déjà 24 oeufs. propositions : 60+5 ou 45+30 ou 25 + 45</p> <p>4) boîte 4 : maximum 112. Contient déjà 42 oeufs. propositions : 60+10 ou 35+42+28 ou 70+10</p> <p>5) boîte 5 : maximum 138. Contient déjà 83 oeufs. propositions : 35+33 ou 5+20+30 ou 10+45+38</p>	<p>Voilà des caisses d'oeufs que tu dois compléter. Sur le couvercle il y a marqué combien on peut mettre d'oeufs au maximum.. Dans la caisse il y a déjà quelques oeufs mais elle n'est pas complète ! Aide-moi à compléter chaque caisse avec le bon tas d'oeufs, en choisissant le calcul qui te permet de calculer le plus vite.</p>	<p>3 cacahuètes : entre 0 et 5 erreurs. 2 cacahuètes : entre 6 et 8 erreurs. 1 cacahuète : 9 erreurs et plus.</p>

ANNEXE 2 : planche de BD de début de protocole



ANNEXE 3 : planche de BD de fin de protocole



ANNEXE 4 : Demande d'accord parental



U.F.R. de MEDECINE ET TECHNIQUES MEDICALES

Certificat de Formation Universitaire en Orthophonie

1, rue Gaston Veil - 44035 NANTES

Directeur du CCO : Professeur Philippe Bordure
Directeur Pédagogique : Valérie Chopineaux-Martinage
Directrice des Stages : Anne Le Ray

Tel : 02 40 41 28 50 (le matin)
Mail : orthophonie@univ-nantes.fr

DEMANDE D'ACCORD PARENTAL

Concernant :

Dans le cadre de notre mémoire de fin d'études d'orthophonie, nous avons créé un programme d'entraînement des stratégies utiles pour le calcul mental, que nous souhaitons proposer à votre enfant. Cet entraînement se déroulera à domicile, sur tablette tactile à raison :

- d'une séance d'entraînement par jour de 15 minutes environ.
- de 5 séances par semaine à répartir selon vos disponibilités.
- de 5 semaines d'entraînement, du au

Notre objectif est de déterminer si un entraînement régulier, à la maison, via la tablette tactile, permet à l'enfant de mieux comprendre et de mieux mémoriser les faits arithmétiques, et si l'enfant se réapproprie les stratégies mises en place.

Afin d'évaluer l'intérêt de cet entraînement, nous devons évaluer votre enfant avant et après les cinq semaines pour apprécier son évolution.

Pour cela nous rencontrerons votre enfant lors de deux séances d'1 h 30 :

- Une séance de bilan pré-test et de présentation du protocole le :
- Une séance de bilan post-test et de recueil des impressions le :

Il est important que votre enfant réalise les exercices seul, sans aide, dans un environnement calme.

Les exercices que nous avons créés font partie d'un mémoire de recherche, nous ne garantissons pas de résultat.

Si vous rencontrez des difficultés avec l'application concernant la partie technique, le contenu des exercices ou si vous avez des questions, vous pouvez contacter :

Marie Bunel au [REDACTED]

Maxime Bizot au [REDACTED]

Fait le :

Signature du responsable légal de l'enfant :

ANNEXE 5 : Mail début protocole

Bonjour [Nom de l'enfant],
Bonjour Madame, Monsieur,

Suite au précédent rendez-vous auquel nous vous avons conviés, nous vous confirmons la date du début du protocole : le lundi 31 mars 2014.

En pièce jointe, nous vous envoyons une bande dessinée qui explique l'histoire de l'application, à montrer à votre enfant.

Vous y trouverez également un document avec des aides si votre enfant ne comprend pas certaines consignes.

Pour accéder aux exercices le premier jour (disponible à partir de lundi 31/03/14) :

1) Votre enfant se connecte sur l'application avec les identifiants et mot de passe que nous vous avons confiés lors de notre entretien.

2) Il clique sur le bouton « accéder aux exercices ».

3) Puis il clique sur le rond vert comme le recommande l'application.

Sur cette page que nous appellerons le « plateau de jeu » votre enfant pourra observer une bande sur le côté droit avec des « ? ». Il s'agit des objets volés par le singe ! (voir la BD) Chaque jour, après avoir réussi tous les exercices, votre enfant récupérera un fragment d'un objet. Un point d'interrogation disparaît pour laisser apparaître une partie de l'image. Il faudra revenir le lendemain pour obtenir un nouveau fragment.

4) Lorsqu'il aura cliqué sur le rond vert, il accédera au « sous-menu » où il découvrira les exercices du jour. Il doit tous les faire, dans l'ordre qu'il veut. Lorsqu'un exercice est terminé, il faut cliquer sur le bouton représentant des lignes horizontales en haut à gauche pour revenir au sous-menu (voir document « aide »).

Votre enfant verra alors apparaître des cacahuètes à côté de l'exercice réalisé. Samba le perroquet est très friand de ces cacahuètes ! Ainsi plus l'exercice est réussi, plus votre enfant gagnera de cacahuètes. Le maximum étant 3 cacahuètes par exercice.

5) Pour revenir au plateau, il faut cliquer sur la maison en haut à droite (voir document « aide »). Pour revenir à la page d'accueil, il faut cliquer de nouveau sur la maison. Il pourra alors revenir sur le didacticiel par exemple.

Nous vous rappelons que votre enfant doit s'entraîner 5 fois par semaine, les jours que vous souhaitez et selon vos disponibilités. Les séances devant durer 15 minutes maximum.

Nous vous remercions encore pour votre participation à notre projet.

N'hésitez pas à nous contacter pour la moindre question.

Lien de l'application : <http://ec2-54-201-222-204.us-west-2.compute.amazonaws.com:8080/orthotab/app/main/index.jsp>

Cordialement

Marie Bunel et Maxime Bizot

Aides et consignes

Association de couleurs :

Il faut bien cliquer sur la couleur avant de cliquer sur les 2 cases qui vont ensemble.
Attention, des fois il y a des intrus, il ne faut pas les colorier.

Dominos :

Il faut toujours coller le côté bleu du domino déjà posé avec le côté jaune du domino que tu veux poser.
Parfois il faut que les deux côtés ensemble fassent 10. Parfois il faut que tu trouves les deux opérations qui ont le même résultat. Et d'autres fois encore, l'opération avec le bon résultat.
Attention, il ne faut pas faire glisser les dominos mais simplement cliquer sur celui que tu veux poser.

Calcul à trou :

Quand tu dois compléter par des opérations, il faut que tu choisisses celle qui te permet de calculer le plus facilement.

Mémory :

Si tu valides et que ce ne sont pas les bonnes cartes, elles vont devenir rouges. Ce n'est pas grave, clique sur retourner pour continuer le jeu.

Mémory multipliant :

Prends bien ton temps pour trouver l'opération, si tu cliques trop vite sur une case à gauche, tu seras obligé de cliquer sur une case à droite. Si ce n'est pas le bon calcul, ce n'est pas grave, tu peux refaire une proposition juste après.

Remettre dans le bon ordre :

Attention il ne faut pas faire glisser, il faut juste cliquer sur le nombre ou le signe et sur la case vide où tu veux le placer. Petit indice : le signe = est toujours le plus à droite.
Les parenthèses servent à t'indiquer ce qu'il faut calculer en premier.

Relier les colonnes :

Il faut simplement cliquer sur les deux cases que tu veux relier. Clique bien sur les cases, pas sur les points, et ne trace pas le trait. Le trait se dessinera tout seul si les deux cases vont bien ensemble, si rien ne se passe, c'est que tu n'as pas cliqué sur les bonnes cases.

Captures d'écran

Page du plateau :

The screenshot shows a game interface with several elements and annotations:

- Header:** A white box with a black border containing the text "Bienvenue dans le monde de Samba dans la jungle des nombres" and a home icon on the right.
- Home Button:** A red arrow points from the home icon to a box containing the text "Bouton pour revenir à la page d'accueil".
- Progress Bar:** A horizontal row of five circles. The first three are light blue, the fourth is green, and the fifth is orange. A red arrow points from the green circle to a box containing the text "Clique sur le rond vert pour accéder au sous-menu".
- Instructions:** Text below the progress bar reads "Clique sur le rond vert pour accéder aux exercices du jour".
- Score:** Text on the right reads "Tu as déjà 27 cacahuètes". A red arrow points from this text to a box containing the text "Total de cacahuètes".
- Object List:** Three black squares, each containing a diamond shape with question marks inside. A red arrow points from the top square to a box containing the text "Liste des objets".

Page du sous-menu :

Semaine 1 - Jour 4

Associer des paires par couleur

exercice déjà réalisé

Relier les colonnes

Calcul Flash

exercice à réaliser

cacahuètes obtenues avec l'exercice

bouton pour revenir au plateau

Page d'exercice :

Calcul flash

Un chiffre va apparaître quelques secondes. Retiens-le bien ! tu devras cliquer sur le chiffre qui complète la dizaine. Exemple : si tu vois le chiffre 1, tu devras cliquer sur le 9 parce que $1+9 = 10$! à toi !

Commencer l'exercice

Bouton pour revenir au sous-menu et accéder aux autres exercices.

Bouton pour revenir au plateau, voir les nouveaux fragments d'objet trouvés et voir le total des cacahuètes.

ANNEXE 7 : Mail fin protocole

Bonjour [Nom de l'enfant],
Bonjour Madame, Monsieur,

Tu viens de finir l'entraînement avec Samba !
Bravo et merci d'y avoir participé !

Grâce à toi Samba a récupéré tous ses objets et a pu faire la fête au carnaval comme prévu !
Et en plus il est arrivé avec un sac rempli de cacahuètes. Tu as récupéré [Nombre de cacahuètes] cacahuètes, c'est un très beau score bravo !

Tu as dû recevoir un questionnaire par l'intermédiaire de ton orthophoniste [Nom de l'orthophoniste]. Nous avons besoin de ton aide pour améliorer l'application. En répondant à ces quelques questions tu nous permettras de corriger les erreurs et rendre le jeu encore plus intéressant pour les autres enfants.

L'entraînement est fini, mais il faut encore que nous nous rencontrions une dernière fois. Nous referons quelques exercices comme la dernière fois et parlerons de l'application. Cette rencontre aura lieu au cabinet de ton orthophoniste. Elle te proposera un rendez-vous comme la première fois que nous nous sommes vus.

À bientôt !
Maxime et Marie

As-tu eu envie d'arrêter à un moment ? Si oui, quand ?

.....
As-tu trouvé que certains exercices étaient trop durs pour toi ? Si oui lesquels (les doubles, les tables de multiplication, les dominos, le memory...)?

.....
As-tu trouvé qu'il y avait trop d'exercices par jour ?



**Oui, un seul
exercice par
jour suffit.**

**Oui, j'aurais
voulu en avoir
seulement 2.**

**Ça va. 3 ou 4
c'est bien !**

**Non, j'aurais
voulu en avoir 4
tout le temps !**

**Non, j'aurais bien
voulu en avoir au
moins 5 !**

Si tu devais recommencer cet entraînement, aurais-tu préféré le faire sur tablette ou sur ordinateur ?

Entoure celui que tu préférerais utiliser pour cet entraînement et dis-nous pourquoi.



.....
.....
.....
.....

.....
.....
.....
.....

As-tu l'impression d'avoir fait des progrès en calcul ?

.....
.....

Fin du questionnaire. Merci d'y avoir répondu ! :)

Questionnaire de fin de protocole
à remplir par les parents

Votre enfant vient de finir l'entraînement avec Samba. Merci de nous avoir aidés pendant ces 5 semaines.

Par l'intermédiaire de l'orthophoniste de votre enfant, nous vous remettons deux questionnaires :

→ Le premier (celui-ci) est une version « parents ». Ces questions vous concernent. Vos réponses nous aideront à optimiser l'application. Si vos avis divergent, vous pouvez indiquer vos deux avis côte à côte. (Indiquez P pour père et M pour Mère.) Certaines questions concernent l'aide que vous auriez pu apporter à votre enfant.

Merci de répondre le plus justement possible.

→ Le second questionnaire est à remplir par votre enfant.

Merci pour votre participation.

Questions vous concernant :

Avez-vous trouvé cet entraînement long ? Si oui, quelle serait la durée d'entraînement idéale selon vous ?

.....
.....
.....

Avez-vous trouvé cet entraînement contraignant pour vous ? Si oui expliquez-nous pourquoi svp.

.....
.....
.....

Le média tablette vous semble-t-il adapté à l'entraînement à la maison ? Si non quel média auriez-vous privilégié ?

.....
.....
.....

Vous êtes-vous sentis perdus face à l'application ? Qu'aurions-nous pu améliorer pour vous aider ?

.....
.....
.....

Avez-vous trouvé le document d'aide utile ? L'avez-vous utilisé ? Combien de fois environ ?
Quelles informations aurions-nous pu y ajouter ?

.....
.....
.....

Le format de 5 jours par semaine vous semble-t-il adapté ? 2 jours de repos par semaine ont-ils été suffisants ?

.....
.....
.....

A-t-il été difficile pour vous de trouver le temps nécessaire pour jouer chaque jour ? Si oui pour quelles raisons (activités extra scolaires, devoirs à la maison, vous rentrez tard...)

.....
.....
.....

Le fait d'avoir eu le protocole au moment des vacances a-t-il été contraignant pour vous ? Pensez-vous qu'il serait préférable de proposer ces 5 semaines d'entraînement sur une période scolaire (5 semaines d'école d'affilée) ?

.....
.....
.....

Avez-vous aidé votre enfant ? Si oui, à quelle fréquence ? Quelle était la nature de cette aide ?

.....
.....
.....

Questions concernant votre enfant :

En moyenne, combien de temps votre enfant a-t-il passé sur l'application chaque jour ?

.....
.....
.....

Avez-vous senti une baisse de motivation de votre enfant durant l'entraînement ? Si oui vers quelle date ?

.....
.....
.....

Avez-vous trouvé qu'un exercice a été plus difficile à réaliser pour votre enfant ? (dominos, relier les colonnes...)

.....
.....
.....

Votre enfant pensait-il tout seul à jouer chaque jour ou avez-vous eu à lui rappeler de faire ses exercices ?

.....
.....
.....

Trouvez-vous que cet entraînement a pu aider votre enfant ? Si oui en quoi ?

.....
.....
.....

Fin du questionnaire. Merci d'y avoir répondu ! :)

ANNEXE 10 : Synthèse des Questionnaires Enfant

Ce document est une synthèse des questionnaires adressés aux sept enfants du protocole. Pour chaque question, les réponses recueillies sont recopiées à la suite, avec le nom de l'enfant, permettant de connaître l'auteur de ces réponses.

■ **As-tu aimé l'application ?**

Océane : « Smiley 3/5 - Moyennement. »

Julie : « Smiley 5/5 - énormément ! »

Estelle : « Smiley 4/5 - beaucoup. »

Marion : « Smiley 5/5 - énormément ! »

Camille : « Smiley 5/5 - énormément ! »

Éva : « Smiley 5/5 - énormément ! »

Léo : « Smiley 5/5 - énormément ! »

■ **Dis-nous ce que tu as aimé et ce que tu n'as pas aimé :**

Océane : « Ce que j'ai aimé : C'est les dominos, les colonnes, le calcul-flash. » « Ce que je n'ai pas aimé : La multiplication. »

Julie : « Ce que j'ai aimé : Les dominos, relier les colonnes, j'ai tout aimé. » « Ce que je n'ai pas aimé : Les opérations entre parenthèse : $(10+1)-2 =$. »

Estelle : « Ce que j'ai aimé : relier les colonnes, calcul à trou, remettre dans le bon ordre, calcul flash » « Ce que je n'ai pas aimé : les dominos, le memory. »

Marion : « Ce que j'ai aimé : la présentation, trouver les objets » « Ce que je n'ai pas aimé : calcul flash, memory multipliant »

Camille : « Ce que j'ai aimé : J'ai tout aimé » « Ce que je n'ai pas aimé : (pas de réponse.) »

Éva : « Ce que j'ai aimé : J'ai bien aimé tous les exercices. » « Ce que je n'ai pas aimé : (pas de réponse) »

Léo : « Ce que j'ai aimé : le memory, domino, boîte à compléter. » « Ce que je n'ai pas aimé : des fois la boîte à compléter »

■ **As-tu trouvé cet entraînement long?**

Océane : « Smiley 2/5 - Oui j'ai eu du mal à finir. »

Julie : « Smiley 5/5 - Non, j'aurais bien voulu continuer encore ! »

Estelle : « Smiley 3/5 - ça va. »

■ Marion : « Smiley 5/5 - Non j'aurais bien voulu continuer encore ! »

Camille : « Smiley 4/5 - Non c'était juste le bon temps »

Éva : « Smiley 5/5 - Non, j'aurais bien voulu continuer encore ! »

Léo : « Smiley 3/5 - ça va. »

■ **As-tu eu envie d'arrêter à un moment? si oui, quand?**

Océane : « A la fin j'ai eu du mal. »

Julie : « Non je n'ai pas envie d'arrêter. »

Estelle : « Non. »

Marion : « Oui quand je me trompais plusieurs fois dans un exercice difficile »

Camille : « Non, à aucun moment »

Éva : « Non »

Léo : « Non, j'aimerais bien le refaire mais en 2015 »

■ **As-tu trouvé que certains exercices étaient trop durs pour toi? Si oui lesquels?**

Océane : « La multiplication. »

Julie : « Non »

Estelle : « Les dominos et le memory. »

Marion : « Calcul flash, memory multipliant, boîte à compléter. »

Camille : « Oui les additions à trou. »

Éva : « (pas de réponse) »

Léo : « Rien n'était dur. »

■ **As-tu trouvé qu'il y avait trop d'exercices par jour?**

Océane : « Smiley 3/5 - ça va, 3 ou 4 c'est bien. »

Julie : « Smiley 5/5 - Non, j'aurais bien voulu en avoir au moins 5 ! »

Estelle : « Smiley 3/5 - ça va, 3 ou 4 c'est bien ! »

Marion : « Smiley 3/5 - ça va, 3 ou 4 c'est bien ! »

Camille : « Smiley 3/5 - ça va, 3 ou 4 c'est bien ! »

Éva : « Smiley 4/5 - Non, j'aurais voulu en avoir 4 tout le temps ! »

Léo : « Smiley 3/5 - ça va. 3 ou 4 c'est bien ! »

■ **Si tu devais recommencer cet entraînement, aurais-tu préféré le faire sur tablette ou sur ordinateur?**

Océane : « Sur tablette tactile parce que je peux l'emporter partout. »

Julie : « Sur tablette tactile parce que la tablette n'est pas encombrante. »

Estelle : « Sur tablette tactile parce que c'est plus pratique, on peut l'emporter partout. »

Marion : « Sur tablette tactile parce que je peux choisir mon endroit. »

Camille : « Sur ordinateur parce que c'est plus stable. »

Éva : « Sur tablette tactile parce que c'est tactile. »

Léo : « Sur tablette tactile parce que c'est mieux. »

■ **As-tu l'impression d'avoir fait des progrès en calcul?**

Océane : « Oui, beaucoup de progrès. »

Julie : « Oui »

Estelle : « Oui. »

Marion : « Oui parce que la maîtresse me félicite pour le calcul flash des fois, avant je n'y arrivais pas »

Camille : « OUI, beaucoup. P.S : j'ai adoré et je suis très contente MERCI !!! »

Éva : « Oui »

Léo : « Mouais »

ANNEXE 11 : Synthèse des Questionnaires Parents

Ce document est une synthèse des questionnaires adressés aux parents des sept enfants du protocole. Pour chaque question, les réponses recueillies sont recopiées à la suite, avec la mention « parents de + [nom de l'enfant] » permettant de connaître l'auteur de ces réponses.

Questions vous concernant :

- **Avez-vous trouvé cet entraînement long? Si oui, quelle serait la durée d'entraînement idéale selon vous ?**

Parents d'Océane : « *Non.* »

Parents de Julie : « *Non, je n'ai pas trouvé cet entraînement long.* »

Parents d'Estelle : « *Non pas trop long.* »

Parents de Marion : « *Non* »

Parents de Camille : « *4 semaines auraient été suffisantes.* »

Parents d'Éva : « *Non* »

Parents de Léo : « *Non* »

- **Avez-vous trouvé cet entraînement contraignant pour vous? Si oui expliquez-nous pourquoi svp.**

Parents d'Océane : « *Non.* »

Parents de Julie : « *Non, pas contraignant.* »

Parents d'Estelle : « *Non, nous l'avons géré dans le temps, bien que nous arrivions tard le soir.* »

Parents de Marion : « *Non, car nous choisissions le moment opportun.* »

Parents de Camille : « *Non* »

Parents d'Éva : « *Non* »

Parents de Léo : « *Non* »

- **Le média tablette vous semble-t-il adapté à l'entraînement à la maison? Si non quel média auriez-vous privilégié?**

Parents d'Océane : « *Oui, car est transportable.* »

Parents de Julie : « *Oui, je le trouve adapté sauf que ça demande aux parents de la vigilance car les enfants peuvent avoir tendance à faire les exercices devant la télé.* »

Parents d'Estelle : « *Très bien, avec en plus l'aspect ludique et nouvelle technologie.* »

Parents de Marion : « *La tablette est un outils mobile qui permet de se retirer au calme. Sinon l'ordinateur aurait pu faire office aussi.* »

Parents de Camille : « *Oui assez pratique.* »

Parents d'Éva : « *Oui* »

Parents de Léo : « *Oui, mais l'entraînement aurait pu se faire aussi sur un ordinateur.* »

- **Vous êtes-vous sentis perdus face à l'application? Qu'aurions-nous pu améliorer pour vous aider?**

Parents d'Océane : « Non. »

Parents de Julie : « Au début oui, ensuite non. »

Parents d'Estelle : « Non. »

Parents de Marion : « Le support papier et le didacticiel sont très bien établit. »

Parents de Camille : « Non »

Parents d'Éva : « Oui, le début. »

Parents de Léo : « Non »

■ **Avez-vous trouvé le document d'aide utile? L'avez-vous utilisé? Combien de fois environ? Quelles informations aurions-nous pu y ajouter?**

Parents d'Océane : « Pour la première fois, sinon nous n'en n'avons pas eu besoin. »

Parents de Julie : « Je n'ai pas utilisé le document d'aide. »

Parents d'Estelle : « Nous n'avons pas utilisé l'aide. »

Parents de Marion : « Le document était utile pour débiter pour pouvoir reformuler la consigne à Marion. A chaque première fois. »

Parents de Camille : « Nous ne l'avons pas du tout utilisé, mais il a été utile pour Camille. »

Parents d'Éva : « (pas de réponse) »

Parents de Léo : « Le document d'aide a été utile, je l'ai utilisé la première fois. »

■ **Le format de 5 jours par semaine vous semble-t-il adapté? 2 jours de repos par semaine ont-ils été suffisants?**

Parents d'Océane : « Oui. »

Parents de Julie : « Oui, pas suffisant pour Julie 5 jours par semaine. »

Parents d'Estelle : « Oui, c'est très bien. »

Parents de Marion : « Oui mais suivant les aléas, les deux jours pouvaient être fractionnés. Nous avons respecté facilement 5 jours, comme l'école, suffisants. »

Parents de Camille : « Oui. 2 jours c'est très suffisant. »

Parents d'Éva : « Oui »

Parents de Léo : « Oui »

■ **A-t-il été difficile pour vous de trouver le temps nécessaire pour jouer chaque jour? Si oui pour quelles raisons (activités extra scolaires, devoirs à la maison, vous travaillez tard...)**

Parents d'Océane : « Non, juste quelques oublis parfois d'Océane. »

Parents de Julie : « Il a été difficile le jour des activités extra-scolaire, autrement elle commençait par faire ses devoirs et ensuite, juste derrière, les exercices. »

Parents d'Estelle : « Non, les exercices n'étaient pas trop long. »

Parents de Marion : « Non, nous adaptions selon le travail, les possibilités de Marion, le programme de la journée. »

Parents de Camille : « Non »

Parents d'Éva : « Non »

Parents de Léo : « Non, mais il est vrai que ce n'est pas toujours facile de "jongler" »

entre les devoirs, les activités, entraînement de Samba et la maison. »

- **Le fait d'avoir eu le protocole au moment des vacances a-t-il été contraignant pour vous? Pensez-vous qu'il serait préférable de proposer ces 5 semaines d'entraînement sur une période scolaire (5 semaines d'école d'affilée)?**

Parents d'Océane : « *Oui, effectivement, il serait préférable de proposer ces 5 semaines pendant la période scolaire. Départ vacances etc. »*

Parents de Julie : « *Cela ne m'a pas posé de problème. »*

Parents d'Estelle : « *Oui, car étant en garde alternée pour les vacances, je n'ai pas suivi Estelle la dernière semaine. »*

Parents de Marion : « *Cela n'a pas été contraignant. Le tout est d'avoir une connexion internet. »*

Parents de Camille : « *Non. Les exercices pendant les vacances scolaires me semblent adaptés. Pendant le temps scolaire, trop de devoirs. »*

Parents d'Éva : « *Non »*

Parents de Léo : « *Effectivement les vacances ont été un problème car Léo est parti avec sa grand-mère et n'avait pas forcément de connexion internet sur le lieu de vacances. »*

- **Avez-vous aidé votre enfant? Si oui, à quelle fréquence? Quelle était la nature de cette aide?**

Parents d'Océane : « *Je l'ai juste aidée pour ouvrir l'application, sinon Océane n'a eu besoin d'aucune aide. »*

Parents de Julie : « *Oui, le premier jour pour les dominos. »*

Parents d'Estelle : « *Juste au début ou l'exercice des dominos. »*

Parents de Marion : « *Au début et occasionnellement pour reformuler la consigne. »*

Parents de Camille : « *Seulement 2 ou 3 fois mais en lui donnant des exemples, par rapport à certains exercices de calcul mental. »*

Parents d'Éva : « *Non »*

Parents de Léo : « *Je l'ai aidé juste 1 ou 2 fois pour bien comprendre la consigne. »*

Questions concernant votre enfant :

- **En moyenne, combien de temps votre enfant a-t-il passé sur l'application chaque jour ?**

Parents d'Océane : « *10 minutes environ. »*

Parents de Julie : « *Généralement, environ une demi-heure. »*

Parents d'Estelle : « *Environ 10 minutes. »*

Parents de Marion : « *Entre 10 minutes et 15 minutes quand les exercices étaient nombreux ou compliqués. »*

Parents de Camille : « *C'était très rapide, pas plus de 10 minutes. »*

Parents d'Éva : « *5 à 10 minutes environ. »*

Parents de Léo : « *5/10 minutes par jour »*

■ **Avez-vous senti une baisse de motivation de votre enfant durant l'entraînement?**

Si oui vers quelle date?

Parents d'Océane : « *Oui, à la dernière semaine, je pense que cela est dû aux vacances.* »

Parents de Julie : « *Non* »

Parents d'Estelle : « *Non, ça allait.* »

Parents de Marion : « *Non* »

Parents de Camille : « *Un peu vers la fin mais c'est surtout vis à vis des devoirs d'école.* »

Parents d'Éva : « *Non* »

Parents de Léo : « *Non* »

■ **Avez-vous trouvé qu'un exercice fut plus difficile à réaliser pour votre enfant? (dominos, relier les colonnes...)**

Parents d'Océane : « *Je ne peux pas dire, elle faisait toute seule. Plus de difficultés avec la multiplication.* »

Parents de Julie : « *Les opérations entre parenthèse.* »

Parents d'Estelle : « *Les dominos.* »

Parents de Marion : « *Mémory multipliant, calcul flash et boîtes à compléter.* »

Parents de Camille : « *Oui, le calcul mental.* »

Parents d'Éva : « *Au début les dominos.* »

Parents de Léo : « *Non* »

■ **Votre enfant pensait-il tout seul à jouer chaque jour ou avez-vous eu à lui rappeler de faire ses exercices?**

Parents d'Océane : « *J'ai dû par moments le lui rappeler.* »

Parents de Julie : « *Généralement elle y pensait seule.* »

Parents d'Estelle : « *J'ai dû le lui rappeler de temps en temps.* »

Parents de Marion : « *Elle nous le réclamait, elle savait où elle en était dans les jours.* »

Parents de Camille : « *Au début pas du tout mais un peu vers la fin.* »

Parents d'Éva : « *Lui rappeler de faire ses exercices.* »

Parents de Léo : « *Un peu les deux.* »

■ **Trouvez-vous que cet entraînement a pu aider votre enfant? Si oui en quoi?**

Parents d'Océane : « *Oui, cet entraînement l'a aidée à revoir son niveau.* »

Parents de Julie : « *Oui beaucoup. L'autonomie et réfléchir seule face à la tablette.* »

Parents d'Estelle : « *Oui, autonomie, confiance en soi, réactivité.* »

Parents de Marion : « *Oui, des raisonnements deviennent plus automatiques, elle réfléchit un peu plus vite.* »

Parents de Camille : « *Oui beaucoup. Surtout en mémoire. Elle a acquis de la rapidité.* »

Parents d'Éva : « *Oui pour le mental, et le rappel des maths.* »

Parents de Léo : « *Oui, sur la rapidité du calcul mental* »

ANNEXE 12 : Tableau des résultats de l'entraînement

Tableau Océane

Code exercice	Stratégie	Technique	Temps	Nombre d'erreurs	Jour d'entraînement
S1J1E1	Doubles	Association par couleur	01:02	0	lundi 31/03/14
S1J1E2	doubles	relier les colonnes	00:18	0	lundi
S1J1E3	calculer une dizaine	dominos	04:26	7	lundi
S1J2E1	doubles	Association par couleur	02:54	8	mardi
S1J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:10	1	mardi
S1J2E3	calculer une dizaine	calcul flash	02:47	0	mardi
S1J3E1	doubles	relier les colonnes	01:20	0	mercredi
S1J3E2	passage par la dizaine	Association par couleur	01:08	0	mercredi
S1J3E3	calculer une dizaine	dominos	02:43	16	mercredi
S1J4E1	doubles	Association par couleur	03:48	8	jeudi
S1J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	01:31	3	jeudi
S1J4E3	calculer une dizaine	calcul flash	01:27	0	jeudi
S1J5E1	doubles	relier les colonnes	01:52	4	vendredi
S1J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:55	20	vendredi
S1J5E3	calculer une dizaine	dominos	01:05	1	vendredi
S2J1E1	doubles	calcul flash	02:03	4	lundi 07/04/14
S2J1E2	passage par la dizaine	mémory	02:24	12	lundi
S2J1E3	calculer une dizaine	dominos	00:51	2	lundi
S2J2E1	doubles	mémory	04:35	23	mardi
S2J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	03:18	10	mardi
S2J2E3	multiplications	Association par couleur	02:39	22	mardi
S2J3E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:02	2	mercredi
S2J3E2	passage par la dizaine	dominos	01:36	2	mercredi
S2J3E3	multiplications	relier les colonnes	04:12	10	mercredi
S2J4E1	doubles	calcul flash	01:38	0	jeudi
S2J4E2	calculer une dizaine	dominos	00:22	0	jeudi
S2J4E3	multiplications	mémory multipliant	03:57	48	jeudi
S2J5E1	doubles	mémory	01:52	9	vendredi
S2J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	03:26	7	vendredi
S2J5E3	multiplications	dominos	01:46	7	vendredi
S2J5E4	calculer une dizaine	calcul à trou	01:10	3	vendredi

S3J1E1	doubles	Association par couleur	02:11	1	lundi 14/04/14
S3J1E2	passage par la dizaine	dominos	01:04	2	lundi
S3J1E3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:06	6	lundi
S3J1E4	décomposition additive	calcul à trou	00:33	3	lundi
S3J2E1	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:36	4	mardi
S3J2E2	multiplications	Association par couleur	06:21	16	mardi
S3J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:27	1	mardi
S3J3E1	doubles	relier les colonnes	01:49	7	vendredi
S3J3E2	calculer une dizaine	calcul à trou	00:41	0	vendredi
S3J3E3	multiplications	dominos	00:46	9	vendredi
S3J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:27	1	vendredi
S3J4E1	doubles	relier les colonnes	01:10	1	lundi
S3J4E2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	03:00	4	lundi
S3J4E3	multiplications	dominos	00:26	8	lundi
S3J4E4	décomposition additive	calcul à trou	00:47	4	lundi
S3J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:43	0	mardi
S3J5E2	multiplications	calcul flash	01:48	5	mardi
S3J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:51	3	mardi
S4J1E1	doubles	relier les colonnes	03:33	15	mercredi 23/04/14
S4J1E2	passage par la dizaine	mémory	06:07	44	mercredi
S4J1E3	multiplications	dominos	00:30	11	mercredi
S4J1E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:36	4	mercredi
S4J2E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	00:58	5	jeudi
S4J2E2	multiplications	Association par couleur	03:28	9	jeudi
S4J2E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	02:48	0	jeudi
S4J3E1	doubles	Association par couleur	03:24	12	vendredi
S4J3E2	passage par la dizaine	calcul à trou	01:11	8	vendredi
S4J3E3	multiplications	dominos	01:12	20	vendredi
S4J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:36	4	vendredi
S4J4E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:57	0	dimanche
S4J4E2	multiplications	mémory multipliant	04:32	10	dimanche
S4J4E3	décomposition	Remettre dans le bon ordre	02:38	7	dimanche

	additive				
S4J5E1	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:59	4	mercredi
S4J5E2	passage par la dizaine	calcul flash	02:02	3	mercredi
S4J5E3	multiplications	mémory multipliant	02:26	0	mercredi
S4J5E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:53	7	mercredi
S5J1E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:29	0	jeudi 01/05/14
S5J1E2	multiplications	relier les colonnes	03:20	4	jeudi
S5J1E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:51	4	jeudi
S5J2E1	doubles	mémory	01:44	8	vendredi
S5J2E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:49	0	vendredi
S5J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:44	1	vendredi
S5J3E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:22	2	samedi
S5J3E2	multiplications	mémory multipliant	02:08	1	samedi
S5J3E3	décomposition additive	calcul à trou	01:11	11	samedi
S5J4E1	doubles	calcul flash	05:32	5	dimanche
S5J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:13	5	dimanche
S5J4E3	décomposition additive	calcul à trou	00:53	5	dimanche
S5J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:40	1	mardi 06/05/14
S5J5E2	multiplications	calcul flash	02:17	0	mardi
S5J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:46	5	mardi

Tableau Julie

Code exercice	Stratégie	Technique	Temps	Nombre d'erreurs	Jour d'entraînement
S1J1E1	Doubles	Association par couleur	01:34	0	lundi31/03/14
S1J1E2	doubles	relier les colonnes	01:05	0	lundi
S1J1E3	calculer une dizaine	dominos	11:34	1	mardi
S1J2E1	doubles	Association par couleur	03:22	0	mercredi
S1J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:30	1	mercredi
S1J2E3	calculer une dizaine	calcul flash	01:22	0	mercredi
S1J3E1	doubles	relier les colonnes	01:20	0	jeudi
S1J3E2	passage par la dizaine	Association par couleur	06:23	5	jeudi

S1J3E3	calculer une dizaine	dominos	02:24	1	jeudi
S1J4E1	doubles	Association par couleur	02:10	0	vendredi
S1J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	07:01	4	vendredi
S1J4E3	calculer une dizaine	calcul flash	01:11	0	vendredi
S1J5E1	doubles	relier les colonnes	01:42	1	lundi
S1J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	04:22	4	lundi
S1J5E3	calculer une dizaine	dominos	01:36	3	lundi
S2J1E1	doubles	calcul flash	01:06	0	mardi 08/04/14
S2J1E2	passage par la dizaine	mémory	04:31	25	mardi
S2J1E3	calculer une dizaine	dominos	01:51	3	mardi
S2J2E1	doubles	mémory	02:44	18	mercredi
S2J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	05:03	30	mercredi
S2J2E3	multiplications	Association par couleur	01:14	0	mercredi
S2J3E1	calculer une dizaine	calcul à trou	02:12	3	jeudi
S2J3E2	passage par la dizaine	dominos	07:11	0	jeudi
S2J3E3	multiplications	relier les colonnes	02:16	3	jeudi
S2J4E1	doubles	calcul flash	01:21	1	vendredi
S2J4E2	calculer une dizaine	dominos	01:22	2	vendredi
S2J4E3	multiplications	mémory multipliant	01:56	3	vendredi
S2J5E1	doubles	mémory	01:09	4	lundi
S2J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:18	3	lundi
S2J5E3	multiplications	dominos	00:47	0	lundi
S2J5E4	calculer une dizaine	calcul à trou	01:23	7	lundi
S3J1E1	doubles	Association par couleur	02:40	7	mardi 15/04/14
S3J1E2	passage par la dizaine	dominos	02:34	6	mardi
S3J1E3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:55	2	mardi
S3J1E4	décomposition additive	calcul à trou	01:27	1	mardi
S3J2E1	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	02:41	0	mercredi
S3J2E2	multiplications	Association par couleur	05:10	4	mercredi
S3J2E3	décomposition additive	calcul à trou	01:23	5	mercredi
S3J3E1	doubles	relier les colonnes	04:51	4	jeudi
S3J3E2	calculer une dizaine	calcul à trou	02:55	5	jeudi
S3J3E3	multiplications	dominos	01:22	2	jeudi
S3J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:22	5	jeudi

S3J4E1	doubles	relier les colonnes	02:28	0	vendredi
S3J4E2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	03:08	4	vendredi
S3J4E3	multiplications	dominos	00:54	1	vendredi
S3J4E4	décomposition additive	calcul à trou	00:59	5	vendredi
S3J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:10	0	lundi
S3J5E2	multiplications	calcul flash	01:29	1	lundi
S3J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	01:39	5	lundi
S4J1E1	doubles	relier les colonnes	05:11	16	mardi 22/04/14
S4J1E2	passage par la dizaine	mémory	05:04	18	mardi
S4J1E3	multiplications	dominos	02:18	0	mardi
S4J1E4	décomposition additive	compléter des boîtes	16:20	1	mardi
S4J2E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:59	1	mercredi
S4J2E2	multiplications	Association par couleur	02:03	1	mercredi
S4J2E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	05:02	2	mercredi
S4J3E1	doubles	Association par couleur	06:35	34	jeudi
S4J3E2	passage par la dizaine	calcul à trou	02:13	9	jeudi
S4J3E3	multiplications	dominos	01:24	2	jeudi
S4J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:17	5	jeudi
S4J4E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:35	4	vendredi
S4J4E2	multiplications	mémory multipliant	03:02	6	vendredi
S4J4E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	04:44	0	vendredi
S4J5E1	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	03:41	0	lundi
S4J5E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:51	0	lundi
S4J5E3	multiplications	mémory multipliant	03:01	6	lundi
S4J5E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:01	0	lundi
S5J1E1	calculer une dizaine	calcul à trou	02:07	4	mardi 29/04/14
S5J1E2	multiplications	relier les colonnes	02:24	0	mardi
S5J1E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:37	2	mardi
S5J2E1	doubles	mémory	04:37	18	mercredi
S5J2E2	passage par la dizaine	calcul flash	02:54	0	mercredi
S5J2E3	décomposition additive	calcul à trou	01:49	2	mercredi
S5J3E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	02:21	3	jeudi

S5J3E2	multiplications	mémory multipliant	04:00	16	jeudi
S5J3E3	décomposition additive	calcul à trou	01:44	7	jeudi
S5J4E1	doubles	calcul flash	08:15	7	vendredi
S5J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	03:25	1	vendredi
S5J4E3	décomposition additive	calcul à trou	01:33	3	vendredi
S5J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:46	0	lundi
S5J5E2	multiplications	calcul flash	01:19	0	lundi
S5J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:28	5	lundi 05/05/14

Tableau Estelle

Code exercice	Stratégie	Technique	Temps	Nombre d'erreurs	Jour d'entraînement
S1J1E1	Doubles	Association par couleur	01:03	0	lundi 31/03/14
S1J1E2	doubles	relier les colonnes	00:44	1	lundi
S1J1E3	calculer une dizaine	dominos	03:26	0	lundi
S1J2E1	doubles	Association par couleur	01:57	1	mardi
S1J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:54	0	mardi
S1J2E3	calculer une dizaine	calcul flash	00:59	0	mardi
S1J3E1	doubles	relier les colonnes	00:42	0	mercredi
S1J3E2	passage par la dizaine	Association par couleur	03:56	0	mercredi
S1J3E3	calculer une dizaine	dominos	01:23	0	mercredi
S1J4E1	doubles	Association par couleur	01:18	0	jeudi
S1J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	03:08	0	jeudi
S1J4E3	calculer une dizaine	calcul flash	00:48	0	jeudi
S1J5E1	doubles	relier les colonnes	01:21	0	vendredi
S1J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	01:39	0	vendredi
S1J5E3	calculer une dizaine	dominos	01:31	6	vendredi
S2J1E1	doubles	calcul flash	00:57	0	lundi 07/04/14
S2J1E2	passage par la dizaine	mémory	07:59	18	lundi
S2J1E3	calculer une dizaine	dominos	02:36	1	lundi
S2J2E1	doubles	mémory	03:46	13	mercredi
S2J2E2	passage par la	relier les colonnes	04:13	0	mercredi

	dizaine				
S2J2E3	multiplications	Association par couleur	01:12	0	mercredi
S2J3E1	calculer une dizaine	calcul à trou	03:28	0	jeudi
S2J3E2	passage par la dizaine	dominos	04:25	0	jeudi
S2J3E3	multiplications	relier les colonnes	01:30	2	jeudi
S2J4E1	doubles	calcul flash	01:27	0	vendredi
S2J4E2	calculer une dizaine	dominos	00:45	0	vendredi
S2J4E3	multiplications	mémory multipliant	01:44	0	vendredi
S2J5E1	doubles	mémory	02:00	9	samedi
S2J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	04:19	1	samedi
S2J5E3	multiplications	dominos	01:06	0	samedi
S2J5E4	calculer une dizaine	calcul à trou	01:46	0	samedi
S3J1E1	doubles	Association par couleur	01:34	0	lundi 14/04/14
S3J1E2	passage par la dizaine	dominos	02:25	0	lundi
S3J1E3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:22	0	lundi
S3J1E4	décomposition additive	calcul à trou	00:44	0	lundi
S3J2E1	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:53	3	mardi
S3J2E2	multiplications	Association par couleur	02:20	0	mardi
S3J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:34	0	mardi
S3J3E1	doubles	relier les colonnes	01:45	0	jeudi
S3J3E2	calculer une dizaine	calcul à trou	00:47	0	jeudi
S3J3E3	multiplications	dominos	01:02	0	jeudi
S3J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:11	0	jeudi
S3J4E1	doubles	relier les colonnes	01:36	0	vendredi
S3J4E2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	02:56	4	vendredi
S3J4E3	multiplications	dominos	00:39	0	vendredi
S3J4E4	décomposition additive	calcul à trou	00:28	0	vendredi
S3J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:09	0	samedi
S3J5E2	multiplications	calcul flash	00:56	0	samedi
S3J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:49	1	samedi
S4J1E1	doubles	relier les colonnes	03:47	3	lundi 21/04/14
S4J1E2	passage par la dizaine	mémory	09:01	41	lundi
S4J1E3	multiplications	dominos	00:50	0	lundi
S4J1E4	décomposition	compléter des boîtes	00:38	2	lundi

	additive				
S4J2E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	00:52	0	mardi
S4J2E2	multiplications	Association par couleur	01:50	0	mardi
S4J2E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	04:18	2	mardi
S4J3E1	doubles	Association par couleur	05:44	6	mercredi
S4J3E2	passage par la dizaine	calcul à trou	04:29	5	mercredi
S4J3E3	multiplications	dominos	00:52	0	mercredi
S4J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:49	5	mercredi
S4J4E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:30	0	jeudi
S4J4E2	multiplications	mémory multipliant	01:23	1	jeudi
S4J4E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	02:29	0	jeudi
S4J5E1	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:51	6	lundi
S4J5E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:15	1	lundi
S4J5E3	multiplications	mémory multipliant	01:31	2	lundi
S4J5E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:48	4	lundi
S5J1E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:30	0	mardi 29/04/14
S5J1E2	multiplications	relier les colonnes	01:39	0	mardi
S5J1E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:39	7	mardi
S5J2E1	doubles	mémory	03:53	25	mercredi
S5J2E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:33	0	mercredi
S5J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:49	3	mercredi
S5J3E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:45	1	jeudi
S5J3E2	multiplications	mémory multipliant	01:33	3	jeudi
S5J3E3	décomposition additive	calcul à trou	01:51	6	jeudi
S5J4E1	doubles	calcul flash	02:38	2	dimanche
S5J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	04:12	2	dimanche
S5J4E3	décomposition additive	calcul à trou	01:22	3	dimanche
S5J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:42	0	vendredi 09/05/14
S5J5E2	multiplications	calcul flash	01:01	0	vendredi
S5J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	01:02	6	vendredi

Tableau Marion

Code exercice	Stratégie	Technique	Temps	Nombre d'erreurs	Jour d'entraînement
S1J1E1	Doubles	Association par couleur	02:01	0	mardi 01/04/14
S1J1E2	doubles	relier les colonnes	00:48	0	mardi
S1J1E3	calculer une dizaine	dominos	06:25	12	mardi
S1J2E1	doubles	Association par couleur	02:46	0	jeudi
S1J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	03:06	0	jeudi
S1J2E3	calculer une dizaine	calcul flash	03:39	0	jeudi
S1J3E1	doubles	relier les colonnes	01:10	0	vendredi
S1J3E2	passage par la dizaine	Association par couleur	07:48	9	vendredi
S1J3E3	calculer une dizaine	dominos	02:12	0	vendredi
S1J4E1	doubles	Association par couleur	02:07	0	samedi
S1J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	11:11	3	samedi
S1J4E3	calculer une dizaine	calcul flash	02:13	0	samedi
S1J5E1	doubles	relier les colonnes	01:23	0	dimanche
S1J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	01:41	0	dimanche
S1J5E3	calculer une dizaine	dominos	01:10	1	dimanche
S2J1E1	doubles	calcul flash	01:30	0	mardi 08/04/14
S2J1E2	passage par la dizaine	mémory	03:00	8	mardi
S2J1E3	calculer une dizaine	dominos	00:53	1	mardi
S2J2E1	doubles	mémory	02:34	14	mercredi
S2J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	06:31	2	mercredi
S2J2E3	multiplications	Association par couleur	01:01	0	mercredi
S2J3E1	calculer une dizaine	calcul à trou	03:19	1	jeudi
S2J3E2	passage par la dizaine	dominos	02:42	0	jeudi
S2J3E3	multiplications	relier les colonnes	03:57	4	jeudi
S2J4E1	doubles	calcul flash	01:26	2	vendredi
S2J4E2	calculer une dizaine	dominos	01:09	1	vendredi
S2J4E3	multiplications	mémory multipliant	02:54	0	vendredi
S2J5E1	doubles	mémory	03:25	15	samedi
S2J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	04:08	3	samedi
S2J5E3	multiplications	dominos	01:04	0	samedi

S2J5E4	calculer une dizaine	calcul à trou	02:26	2	samedi
S3J1E1	doubles	Association par couleur	02:18	0	lundi 14/04/14
S3J1E2	passage par la dizaine	dominos	04:07	6	lundi
S3J1E3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	02:16	0	lundi
S3J1E4	décomposition additive	calcul à trou	01:39	2	lundi
S3J2E1	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	02:06	0	mercredi
S3J2E2	multiplications	Association par couleur	04:05	2	mercredi
S3J2E3	décomposition additive	calcul à trou	01:37	2	mercredi
S3J3E1	doubles	relier les colonnes	02:22	0	jeudi
S3J3E2	calculer une dizaine	calcul à trou	01:25	0	jeudi
S3J3E3	multiplications	dominos	01:32	3	jeudi
S3J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	04:57	4	jeudi
S3J4E1	doubles	relier les colonnes	01:29	0	vendredi
S3J4E2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	02:34	3	vendredi
S3J4E3	multiplications	dominos	01:44	8	vendredi
S3J4E4	décomposition additive	calcul à trou	01:11	4	vendredi
S3J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:59	0	samedi
S3J5E2	multiplications	calcul flash	01:15	3	samedi
S3J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	01:46	5	samedi
S4J1E1	doubles	relier les colonnes	03:36	2	mercredi 23/04/14
S4J1E2	passage par la dizaine	mémory	03:19	20	jeudi 24/04/14
S4J1E3	multiplications	dominos	01:00	2	mercredi 23/04/14
S4J1E4	décomposition additive	compléter des boîtes	02:14	4	mercredi
S4J2E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:49	0	vendredi
S4J2E2	multiplications	Association par couleur	01:53	2	vendredi
S4J2E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	03:08	0	vendredi
S4J3E1	doubles	Association par couleur	05:00	0	samedi
S4J3E2	passage par la dizaine	calcul à trou	01:24	2	samedi
S4J3E3	multiplications	dominos	01:46	13	samedi
S4J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:04	6	samedi
S4J4E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:20	1	dimanche

S4J4E2	multiplications	mémory multipliant	04:58	24	dimanche
S4J4E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	02:15	3	dimanche
S4J5E1	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:53	6	lundi
S4J5E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:19	2	lundi
S4J5E3	multiplications	mémory multipliant	02:49	4	lundi
S4J5E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:25	4	lundi
S5J1E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:31	0	mercredi 30/04/14
S5J1E2	multiplications	relier les colonnes	03:15	5	mercredi
S5J1E3	décomposition additive	compléter des boîtes	03:08	2	mercredi
S5J2E1	doubles	mémory	04:05	18	jeudi
S5J2E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:31	1	jeudi
S5J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:55	7	jeudi
S5J3E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:38	0	vendredi
S5J3E2	multiplications	mémory multipliant	04:02	1	vendredi
S5J3E3	décomposition additive	calcul à trou	04:05	0	vendredi
S5J4E1	doubles	calcul flash	01:57	0	samedi
S5J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:53	0	samedi
S5J4E3	décomposition additive	calcul à trou	02:31	3	samedi
S5J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:38	1	dimanche 04/04/14
S5J5E2	multiplications	calcul flash	01:18	3	dimanche
S5J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:28	3	dimanche

Tableau Camille

Code exercice	Stratégie	Technique	Temps	Nombre d'erreurs	Jour d'entraînement
S1J1E1	Doubles	Association par couleur	00:42	0	lundi 31/03/14
S1J1E2	doubles	relier les colonnes	00:34	0	lundi
S1J1E3	calculer une dizaine	dominos	04:34	2	lundi
S1J2E1	doubles	Association par couleur	01:13	0	mardi
S1J2E2	passage par la	relier les colonnes	00:38	0	mardi

	dizaine				
S1J2E3	calculer une dizaine	calcul flash	00:57	0	mardi
S1J3E1	doubles	relier les colonnes	00:53	0	mercredi
S1J3E2	passage par la dizaine	Association par couleur	01:02	0	mercredi
S1J3E3	calculer une dizaine	dominos	01:06	3	mercredi
S1J4E1	doubles	Association par couleur	01:43	1	jeudi
S1J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	00:54	0	jeudi
S1J4E3	calculer une dizaine	calcul flash	01:18	0	jeudi
S1J5E1	doubles	relier les colonnes	01:07	0	vendredi
S1J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	04:53	6	vendredi
S1J5E3	calculer une dizaine	dominos	00:52	0	vendredi
S2J1E1	doubles	calcul flash	01:08	2	lundi 07/04/14
S2J1E2	passage par la dizaine	mémory	02:01	10	lundi
S2J1E3	calculer une dizaine	dominos	00:32	0	lundi
S2J2E1	doubles	mémory	02:01	10	mardi
S2J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:51	11	mardi
S2J2E3	multiplications	Association par couleur	01:24	2	mardi
S2J3E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:04	0	mercredi
S2J3E2	passage par la dizaine	dominos	00:51	4	mercredi
S2J3E3	multiplications	relier les colonnes	01:44	4	mercredi
S2J4E1	doubles	calcul flash	01:08	0	jeudi
S2J4E2	calculer une dizaine	dominos	00:45	0	jeudi
S2J4E3	multiplications	mémory multipliant	02:05	3	jeudi
S2J5E1	doubles	mémory	01:48	10	samedi
S2J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:17	4	samedi
S2J5E3	multiplications	dominos	00:30	0	samedi
S2J5E4	calculer une dizaine	calcul à trou	00:38	2	samedi
S3J1E1	doubles	Association par couleur	01:50	1	lundi 14/04/14
S3J1E2	passage par la dizaine	dominos	01:34	5	mercredi 16/04/14
S3J1E3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	00:48	0	lundi 14/04/14
S3J1E4	décomposition additive	calcul à trou	00:33	1	lundi
S3J2E1	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:24	5	jeudi
S3J2E2	multiplications	Association par couleur	01:54	1	jeudi
S3J2E3	décomposition additive	calcul à trou	01:17	0	jeudi

S3J3E1	doubles	relier les colonnes	01:13	5	vendredi
S3J3E2	calculer une dizaine	calcul à trou	00:57	0	vendredi
S3J3E3	multiplications	dominos	00:48	1	vendredi
S3J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:15	1	vendredi
S3J4E1	doubles	relier les colonnes	00:56	0	samedi
S3J4E2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:26	1	samedi
S3J4E3	multiplications	dominos	00:45	4	samedi
S3J4E4	décomposition additive	calcul à trou	00:47	2	samedi
S3J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:11	1	dimanche
S3J5E2	multiplications	calcul flash	01:00	1	dimanche
S3J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:47	3	dimanche
S4J1E1	doubles	relier les colonnes	03:28	11	mardi 22/04/14
S4J1E2	passage par la dizaine	mémory	06:40	4	mardi
S4J1E3	multiplications	dominos	01:35	14	mardi
S4J1E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:54	2	mardi
S4J2E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	00:36	0	mercredi
S4J2E2	multiplications	Association par couleur	01:38	0	mercredi
S4J2E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	02:05	0	mercredi
S4J3E1	doubles	Association par couleur	02:37	17	jeudi
S4J3E2	passage par la dizaine	calcul à trou	01:33	7	jeudi
S4J3E3	multiplications	dominos	01:10	5	jeudi
S4J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:17	7	jeudi
S4J4E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:27	0	vendredi
S4J4E2	multiplications	mémory multipliant	03:11	14	vendredi
S4J4E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	02:28	3	vendredi
S4J5E1	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:29	6	samedi
S4J5E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:31	4	samedi
S4J5E3	multiplications	mémory multipliant	05:40	22	samedi
S4J5E4	décomposition additive	compléter des boîtes	02:08	4	samedi
S5J1E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:28	0	lundi 28/04/14
S5J1E2	multiplications	relier les colonnes	02:56	2	lundi
S5J1E3	décomposition additive	compléter des boîtes	02:29	1	lundi
S5J2E1	doubles	mémory	02:32	22	mardi

S5J2E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:08	1	mardi
S5J2E3	décomposition additive	calcul à trou	01:07	4	mardi
S5J3E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	00:43	0	mercredi
S5J3E2	multiplications	mémory multipliant	01:47	1	mercredi
S5J3E3	décomposition additive	calcul à trou	03:56	4	mercredi
S5J4E1	doubles	calcul flash	02:32	8	vendredi
S5J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	01:43	0	vendredi
S5J4E3	décomposition additive	calcul à trou	01:06	5	vendredi
S5J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:23	0	dimanche
S5J5E2	multiplications	calcul flash	01:00	1	dimanche
S5J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	01:33	1	dimanche 04/05/14

Tableau Éva

Code exercice	Stratégie	Technique	Temps	Nombre d'erreurs	Jour d'entraînement
S1J1E1	Doubles	Association par couleur	02:14	9	lundi 31/03/14
S1J1E2	doubles	relier les colonnes	00:31	0	lundi
S1J1E3	calculer une dizaine	dominos	05:03	37	lundi
S1J2E1	doubles	Association par couleur	03:34	2	mardi
S1J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	00:22	0	mardi
S1J2E3	calculer une dizaine	calcul flash	03:55	0	mardi
S1J3E1	doubles	relier les colonnes	01:05	0	mercredi
S1J3E2	passage par la dizaine	Association par couleur	00:58	0	mercredi
S1J3E3	calculer une dizaine	dominos	03:19	36	mercredi
S1J4E1	doubles	Association par couleur	02:39	2	jeudi
S1J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	01:05	3	jeudi
S1J4E3	calculer une dizaine	calcul flash	00:58	0	jeudi
S1J5E1	doubles	relier les colonnes	01:27	2	vendredi
S1J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:46	13	vendredi
S1J5E3	calculer une dizaine	dominos	01:08	17	vendredi
S2J1E1	doubles	calcul flash	00:49	1	lundi 07/04/14
S2J1E2	passage par la dizaine	mémory	03:30	13	lundi

S2J1E3	calculer une dizaine	dominos	02:56	28	lundi
S2J2E1	doubles	mémory	02:35	19	mardi
S2J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:57	34	mardi
S2J2E3	multiplications	Association par couleur	02:10	5	mardi
S2J3E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:32	0	mercredi
S2J3E2	passage par la dizaine	dominos	00:51	11	mercredi
S2J3E3	multiplications	relier les colonnes	01:27	1	mercredi
S2J4E1	doubles	calcul flash	01:05	1	jeudi
S2J4E2	calculer une dizaine	dominos	00:36	20	jeudi
S2J4E3	multiplications	mémory multipliant	01:35	0	jeudi
S2J5E1	doubles	mémory	01:20	12	vendredi
S2J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:31	3	vendredi
S2J5E3	multiplications	dominos	00:53	13	vendredi
S2J5E4	calculer une dizaine	calcul à trou	00:47	1	vendredi
S3J1E1	doubles	Association par couleur	02:34	0	lundi 14/04/14
S3J1E2	passage par la dizaine	dominos	03:46	8	mardi 15/04/14
S3J1E3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	02:13	1	lundi 14/04/14
S3J1E4	décomposition additive	calcul à trou	01:56	2	lundi
S3J2E1	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	03:43	3	mercredi
S3J2E2	multiplications	Association par couleur	03:28	8	mercredi
S3J2E3	décomposition additive	calcul à trou	01:08	2	mercredi
S3J3E1	doubles	relier les colonnes	01:19	1	jeudi
S3J3E2	calculer une dizaine	calcul à trou	01:08	2	jeudi
S3J3E3	multiplications	dominos	02:19	3	jeudi
S3J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:45	3	jeudi
S3J4E1	doubles	relier les colonnes	02:56	6	vendredi
S3J4E2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	02:25	2	vendredi
S3J4E3	multiplications	dominos	00:56	0	vendredi
S3J4E4	décomposition additive	calcul à trou	00:35	1	vendredi
S3J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:33	0	samedi
S3J5E2	multiplications	calcul flash	00:52	0	samedi
S3J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	03:22	9	samedi
S4J1E1	doubles	relier les colonnes	02:52	7	lundi 21/04/14
S4J1E2	passage par la	mémory	05:34	33	lundi

	dizaine				
S4J1E3	multiplications	dominos	00:52	0	lundi
S4J1E4	décomposition additive	compléter des boîtes	02:11	3	lundi
S4J2E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	00:55	2	mardi
S4J2E2	multiplications	Association par couleur	01:10	0	mardi
S4J2E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	02:22	0	mardi
S4J3E1	doubles	Association par couleur	03:40	2	mercredi
S4J3E2	passage par la dizaine	calcul à trou	02:14	2	mercredi
S4J3E3	multiplications	dominos	01:21	2	mercredi
S4J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:24	2	mercredi
S4J4E1	calculer une dizaine	calcul à trou	00:40	1	jeudi
S4J4E2	multiplications	mémory multipliant	05:32	9	jeudi
S4J4E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	01:40	0	jeudi
S4J5E1	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:23	4	vendredi
S4J5E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:18	0	vendredi
S4J5E3	multiplications	mémory multipliant	03:49	3	vendredi
S4J5E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:32	0	vendredi
S5J1E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:36	2	lundi 28/04/14
S5J1E2	multiplications	relier les colonnes	02:03	3	lundi
S5J1E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:30	1	lundi
S5J2E1	doubles	mémory	00:34	19	mardi
S5J2E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:11	1	mardi
S5J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:34	2	mardi
S5J3E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	02:41	19	mercredi
S5J3E2	multiplications	mémory multipliant	05:04	19	mercredi
S5J3E3	décomposition additive	calcul à trou	01:49	4	mercredi
S5J4E1	doubles	calcul flash	01:55	1	jeudi
S5J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	03:05	1	jeudi
S5J4E3	décomposition additive	calcul à trou	00:44	3	jeudi
S5J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:22	3	vendredi
S5J5E2	multiplications	calcul flash	00:59	1	vendredi
S5J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:50	3	vendredi 02/05/14

Tableau Léo

Code exercice	Stratégie	Technique	Temps	Nombre d'erreurs	Jour d'entraînement
S1J1E1	Doubles	Association par couleur	02:02	0	mercredi 02/04/14
S1J1E2	doubles	relier les colonnes	01:00	0	mercredi
S1J1E3	calculer une dizaine	dominos	01:54	0	mercredi
S1J2E1	doubles	Association par couleur	01:07	0	jeudi
S1J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	00:44	0	jeudi
S1J2E3	calculer une dizaine	calcul flash	00:54	0	jeudi
S1J3E1	doubles	relier les colonnes	00:41	0	vendredi
S1J3E2	passage par la dizaine	Association par couleur	00:41	0	vendredi
S1J3E3	calculer une dizaine	dominos	01:04	0	vendredi
S1J4E1	doubles	Association par couleur	02:20	1	samedi
S1J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	01:22	5	samedi
S1J4E3	calculer une dizaine	calcul flash	00:54	0	samedi
S1J5E1	doubles	relier les colonnes	01:33	1	lundi
S1J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:02	0	lundi
S1J5E3	calculer une dizaine	dominos	02:08	5	lundi
S2J1E1	doubles	calcul flash	01:02	0	mardi 08/04/14
S2J1E2	passage par la dizaine	mémory	05:42	17	mardi
S2J1E3	calculer une dizaine	dominos	00:40	0	mardi
S2J2E1	doubles	mémory	02:34	20	mercredi
S2J2E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	02:59	0	mercredi
S2J2E3	multiplications	Association par couleur	01:00	0	mercredi
S2J3E1	calculer une dizaine	calcul à trou	02:02	1	jeudi
S2J3E2	passage par la dizaine	dominos	02:32	0	jeudi
S2J3E3	multiplications	relier les colonnes	00:54	0	jeudi
S2J4E1	doubles	calcul flash	01:25	0	vendredi
S2J4E2	calculer une dizaine	dominos	00:38	0	vendredi
S2J4E3	multiplications	mémory multipliant	02:02	2	vendredi
S2J5E1	doubles	mémory	01:46	8	samedi 12/04/14

S2J5E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	01:59	1	samedi
S2J5E3	multiplications	dominos	01:08	0	samedi
S2J5E4	calculer une dizaine	calcul à trou	01:50	1	samedi
S3J1E1	doubles	Association par couleur	02:21	1	samedi 19/04/14
S3J1E2	passage par la dizaine	dominos	05:49	2	samedi
S3J1E3	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:15	0	samedi
S3J1E4	décomposition additive	calcul à trou	00:20	0	samedi
S3J2E1	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:20	1	dimanche
S3J2E2	multiplications	Association par couleur	01:55	1	dimanche
S3J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:34	1	dimanche
S3J3E1	doubles	relier les colonnes	01:48	0	mercredi
S3J3E2	calculer une dizaine	calcul à trou	01:09	0	mercredi
S3J3E3	multiplications	dominos	00:47	1	mercredi
S3J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:21	0	mercredi
S3J4E1	doubles	relier les colonnes	01:22	0	jeudi
S3J4E2	passage par la dizaine	Remettre dans le bon ordre	02:51	4	jeudi
S3J4E3	multiplications	dominos	01:44	0	jeudi
S3J4E4	décomposition additive	calcul à trou	00:47	0	jeudi
S3J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:21	1	vendredi
S3J5E2	multiplications	calcul flash	02:07	0	vendredi
S3J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	01:06	3	vendredi
S4J1E1	doubles	relier les colonnes	03:51	0	lundi 28/04/14
S4J1E2	passage par la dizaine	mémory	04:33	21	lundi
S4J1E3	multiplications	dominos	00:49	0	lundi
S4J1E4	décomposition additive	compléter des boîtes	01:11	4	lundi
S4J2E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	02:33	0	mercredi 30/04/14
S4J2E2	multiplications	Association par couleur	03:11	1	mercredi
S4J2E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	02:37	1	mercredi
S4J3E1	doubles	Association par couleur	03:32	3	mardi 06/05/14
S4J3E2	passage par la dizaine	calcul à trou	00:59	3	mardi
S4J3E3	multiplications	dominos	01:02	1	mardi

S4J3E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:39	4	mardi
S4J4E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:34	0	mercredi
S4J4E2	multiplications	mémory multipliant	11:40	5	mercredi
S4J4E3	décomposition additive	Remettre dans le bon ordre	01:34	0	mercredi
S4J5E1	calculer une dizaine	Remettre dans le bon ordre	01:02	0	lundi 12/05/14
S4J5E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:06	0	lundi
S4J5E3	multiplications	mémory multipliant	03:15	1	lundi
S4J5E4	décomposition additive	compléter des boîtes	00:43	8	lundi
S5J1E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:56	1	mardi
S5J1E2	multiplications	relier les colonnes	01:36	0	mardi
S5J1E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:48	3	mardi
S5J2E1	doubles	mémory	03:51	13	mercredi
S5J2E2	passage par la dizaine	calcul flash	01:39	0	mercredi
S5J2E3	décomposition additive	calcul à trou	00:50	7	mercredi
S5J3E1	calculer une dizaine	compléter des boîtes	01:42	1	jeudi
S5J3E2	multiplications	mémory multipliant	02:27	3	jeudi
S5J3E3	décomposition additive	calcul à trou	01:55	8	jeudi
S5J4E1	doubles	calcul flash	02:23	0	vendredi
S5J4E2	passage par la dizaine	relier les colonnes	03:53	1	vendredi
S5J4E3	décomposition additive	calcul à trou	00:31	6	vendredi
S5J5E1	calculer une dizaine	calcul à trou	01:48	2	samedi 17/05/14
S5J5E2	multiplications	calcul flash	01:20	0	samedi
S5J5E3	décomposition additive	compléter des boîtes	00:25	4	samedi

Résumé : De nombreux enfants suivis en orthophonie pour des troubles du calcul utilisent des stratégies de calcul coûteuses en temps et en capacités cognitives. Par ailleurs, différents programmes de rééducation intensive ont montré des résultats intéressants et la tablette tactile devient un outil pertinent pour la rééducation. Pourtant aucune application n'est disponible pour ce type de remédiation. Nous avons donc créé un programme d'entraînement à la maison, accessible sur tablette tactile, exerçant la mise en place des stratégies de calcul, afin de vérifier si cela améliorerait la compréhension et la mémorisation des faits arithmétiques. En suivant la méthodologie du cas unique, nous avons recruté sept patients suivis en orthophonie pour une rééducation du calcul. Nous leur avons proposé un programme de cinq semaines, à raison de cinq séances d'entraînement par semaine, d'une durée maximale de quinze minutes par séance. Notre protocole présente des résultats hétérogènes, trois des sept enfants ont amélioré leur score en calcul mental, un n'a pas évolué et trois ont diminué leur score. Notre hypothèse est donc partiellement validée. Cependant, notre analyse qualitative montre que les enfants ont tous aimé l'application. Ils ont tous le sentiment d'avoir progressé en calcul, ce qui est une victoire pour des enfants fâchés avec les mathématiques.

Mots-clés : Troubles du calcul, entraînement intensif, tablette tactile, stratégies de calcul, application, étude de cas, domicile.

Abstract : Many children who are followed in speech therapy for calculation disorders use costly calculation strategies both in time and cognitive abilities. Besides, different programmes of intensive training showed interesting results and a touchpad becomes a relevant tool for re-education. However, no application is available for this kind of therapy. We therefore created a training program at home, accessible on touchpad, practising the implementation of calculation strategies, to verify if it improved the understanding and the memorization of the arithmetical facts. In order to follow this unique methodology, we recruited seven patients being followed in speech therapy for re-education of calculation. We proposed a five week program for them, with five sessions of training a week, for a maximum of 15 minutes a session. Our protocol obtained mixed results, three of seven children improved their score in mental calculation, one didn't change and three decreased their score. Our hypothesis is thus partially validated. However, our qualitative analysis shows that the children all loved the application. They all feel that they have progressed in calculation, which is a victory for children irritated and annoyed with mathematics.

Keywords : calculation disorders, intensive training, touchpad, calculation strategies, OS application, case study, home.