



HAL
open science

**Analyse de la construction des notions temporelles chez
des sujets de 8 à 12 ans porteurs de troubles de la
cognition mathématique en vue de la création d'un outil
d'évaluation**

Camille Gresselin

► **To cite this version:**

Camille Gresselin. Analyse de la construction des notions temporelles chez des sujets de 8 à 12 ans porteurs de troubles de la cognition mathématique en vue de la création d'un outil d'évaluation. Médecine humaine et pathologie. 2020. hal-03870262

HAL Id: hal-03870262

<https://hal.univ-lorraine.fr/hal-03870262>

Submitted on 24 Nov 2022

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



AVERTISSEMENT

Ce document est le fruit d'un long travail approuvé par le jury de soutenance et mis à disposition de l'ensemble de la communauté universitaire élargie.

Il est soumis à la propriété intellectuelle de l'auteur. Ceci implique une obligation de citation et de référencement lors de l'utilisation de ce document.

D'autre part, toute contrefaçon, plagiat, reproduction illicite encourt une poursuite pénale.

Contact : ddoc-memoires-contact@univ-lorraine.fr

LIENS

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 122. 4

Code de la Propriété Intellectuelle. articles L 335.2- L 335.10

http://www.cfcopies.com/V2/leg/leg_droi.php

<http://www.culture.gouv.fr/culture/infos-pratiques/droits/protection.htm>



**UNIVERSITÉ
DE LORRAINE**



**DÉPARTEMENT
D'ORTHOPHONIE
NANCY**
Faculté de Médecine



**UNIVERSITÉ DE LORRAINE
FACULTÉ DE MÉDECINE
DÉPARTEMENT D'ORTHOPHONIE**

MÉMOIRE présenté pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITÉ D'ORTHOPHONISTE

par

Camille Gresselin

soutenu le : **15 juin 2020**

Analyse de la construction des notions temporelles chez des sujets de 8 à 12 ans porteurs de troubles de la cognition mathématique en vue de la création d'un outil d'évaluation

Mémoire dirigé par : **Mme ANTOINE Camille,**
Orthophoniste
Enseignante au département d'orthophonie de Nancy

Président de jury : **M. CLAUDON Philippe**
Maître de conférences
HDR en psychologie clinique et psychopathologie
Université de Lorraine

Assesseur : **M. STEMPFEL Bruno**
Docteur diplômé d'état en médecine générale,
Médecin généraliste libéral à Nancy

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier les membres du jury qui ont accepté de consacrer du temps à la lecture de ce mémoire et de contribuer à sa correction. Je remercie plus spécifiquement M. Claudon, Maître de Conférences HDR en psychologie clinique et psychopathologie, qui a accepté de présider ce jury et le Dr. Stempfél, diplômé d'état en médecine générale, pour avoir accepté d'être assesseur.

Je tiens à adresser toute ma gratitude à Madame Antoine, orthophoniste et enseignante au Département d'Orthophonie de Nancy, pour s'être autant investie dans la réalisation de ce mémoire, pour avoir été si réactive pour répondre à chacune de mes interrogations ainsi que pour sa bienveillance et sa patience tout au long de ce travail. Je la remercie également pour son implication dans notre formation et plus généralement dans notre profession.

Je remercie l'équipe pédagogique du Département d'Orthophonie d'avoir su préserver la qualité de notre cursus malgré les conditions particulières auxquelles elle a dû faire face. Je remercie plus spécifiquement Madame Multon qui m'a apporté une aide précieuse dans la validation de mon projet de mémoire.

Je remercie chaleureusement Aline Ritter et Frédérique Bernard, orthophonistes, pour m'avoir accueillie en stage long en M1 et M2, pour m'avoir accordée leur confiance et grâce à qui je me sens désormais prête pour démarrer dans la vie professionnelle.

Je remercie également mon conjoint Julien pour son soutien infini et tout ce qu'il m'a apporté depuis 4 ans. Je remercie mille fois mes parents, pour tout. Je remercie mon père pour ses multiples relectures attentives qui m'ont fait gagner du temps. Je remercie ma sœur aînée Alice, orthophoniste, pour m'avoir montré la voie et pour ses précieux conseils tout au long de mon cursus universitaire. Je remercie également Bertrand, Mathilde, mes grands-parents, Marie-Pierre et Poly pour les bons moments que l'on a passé ensemble ces dernières années. Je remercie tous les membres notre immense famille, je voudrais pouvoir les nommer tous. Je remercie Arnault de m'avoir soutenue l'été dernier alors que j'effectuais mes recherches. Je remercie Marjorie pour avoir relu et corrigé le résumé de mon mémoire et pour tant d'autres choses.

Je remercie ma belle-famille pour son soutien et tous les formidables weekends de pause m'ayant permis de reprendre mon souffle.

Je remercie mes amis, Jonathan et Anthony ; Agathe, Clémence, Florine, Cécile ; ma formidable marraine Margot, Camille, Lisa, Marjorie, Morgane, Prescilia, Roseline, Constance et la promotion 2015-2020 pour avoir rendu ces études plus agréables.

DECLARATION SUR L'HONNEUR

Je soussignée, Camille GRESSELIN, inscrite à l'Université de Lorraine, atteste que ce travail est le fruit d'une réflexion et d'un travail personnels et que toutes les sources utilisées ont été clairement indiquées. Je certifie que toutes les utilisations de textes préexistants, de formulations, d'idées, de raisonnements empruntés à un tiers sont mentionnées comme telles en indiquant clairement l'origine.

Conformément à la loi, le non-respect de ces dispositions me rend passible de poursuites devant la commission disciplinaire et les tribunaux de la République Française.

Fait à Vandoeuvre les Nancy, le

25/05/2020

Signature



SOMMAIRE

Remerciements	2
Sommaire	4
Introduction	9
Partie 1 : Ancrage théorique.....	11
Chapitre 1 : La construction des notions temporelles	12
1 Définition du temps et des concepts associés	12
1.1 Définition générale	12
1.2 Le temps subjectif.....	13
1.3 Le temps objectif	13
2 Le développement typique des notions temporelles	15
2.1 Le développement des notions temporelles avant 6 ans.....	16
2.2 Le développement des notions temporelles entre 6/7 ans et 9/10 ans.	17
2.3 Le développement des notions temporelles après 10 ans.	18
3 Conclusion du chapitre 1	19
Chapitre 2 : Les capacités de raisonnement, en lien avec structures temporelles	21
1 Définition du raisonnement.....	21
1.1 Le système 1 : un système intuitif	21
1.2 Le système 2 : un système logique	22
1.3 Le système 3 : un système exécutif	24
2 Le rôle du raisonnement dans l'acquisition des notions temporelles.....	25
2.1 La classification et la sériation : deux activités logiques fondamentales dans l'acquisition des notions temporelles	25
2.2 Le rôle des fonctions exécutives dans la construction de l'appréciation du temps. ..	27
3 Le trouble du raisonnement et sa symptomatologie en lien avec les notions temporelles	28
3.1 Des difficultés à se décentrer.....	28

3.2	Une absence de réversibilité	29
3.3	Une altération de la fonction sémiotique et de la représentation mentale	29
4	Conclusion	30
1.	Les tests en orthophonie	32
1.1	Définition du bilan orthophonique	32
1.2	Définition d'un test.....	32
1.3	Le recueil de données et leur analyse	33
1.4	La création et les qualités d'un test	34
2	Le bilan de cognition mathématique.....	34
2.1	Le cadre d'un bilan de cognition mathématique.....	34
2.2	Les épreuves du bilan de cognition mathématique.....	35
3	Conclusion.....	38
Partie 2 : Partie méthodologique		40
1	Population	41
1.1	Les critères d'inclusion et d'exclusion	41
1.2	L'échantillonnage et le recrutement.....	41
1.3	La taille de l'échantillon	42
2	Outils méthodologiques	42
2.1	Le déroulement de l'étude	42
2.2	La collecte des données	43
Partie 3 : Résultats.....		45
1	Les conditions de recueil des résultats.....	46
2	Cas clinique N°1 : Marie, 10 ans et 0 mois, scolarisée en CM1, consulte en orthophonie depuis février 2018.....	46
2.1	Les troubles de la cognition mathématique observés chez Marie	46
2.2	Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.	47

2.3	Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.	48
2.4	Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.	49
2.5	Conclusion et repère d'âge	50
3	Cas n° 2 : Pierre, 8 ans et 4 mois, scolarisé en CE2, suivi en orthophonie depuis mars 2018 pour un trouble des apprentissages.....	50
3.1	Les troubles de la cognition mathématique observés chez Pierre.	51
3.2	Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.	51
3.3	Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.	52
3.4	Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.	53
3.5	Conclusion et repère d'âge	53
4	Cas n°3 : Paul, âgé de 9 ans et 6 mois au moment de la séance, suivi en orthophonie depuis Octobre 2017 pour un trouble du langage écrit, requalifié en trouble des apprentissages depuis mai 2019.	54
4.1	Les troubles de la cognition mathématique observés chez Paul.....	54
4.2	Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.	54
4.3	Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.	56
4.4	Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.	56
4.5	Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.	57
4.6	Observation des habiletés langagières :.....	58
5	Cas n° 4 : Jacques, 9 ans et 6 mois, suivi en orthophonie depuis octobre 2017 pour un trouble du langage écrit, requalifié en trouble des apprentissages depuis mai 2019.....	59

5.1	Les troubles de la cognition mathématique observés chez Jacques.	59
5.2	Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.	59
5.3	Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.	60
5.4	Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.	61
5.5	Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.	63
6	Cas numéro 5 : Jean, âgé de 11 ans et 6 mois, scolarisé en CM2 (a redoublé son CE1), vient en séance d'orthophonie depuis octobre 2018	63
6.1	Les troubles de la cognition mathématique observés chez Jean.....	63
6.2	Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.	64
6.3	Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.	66
6.4	Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.	66
6.5	Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.	67
6.6	Observation des conduites langagières :.....	68
6.7	Conclusion et repère d'âge	69
7	Cas numéro 6 : Louis, âgé de 8 ans et 8 mois, scolarisé en CE1 depuis 2 ans, consulte en orthophonie depuis mai 2018.	69
7.1	Les troubles de la cognition mathématique observés chez Louis.....	69
7.2	Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.	70
7.3	Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.	71

7.4	Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.	72
7.5	Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.	73
7.6	Conclusion et repère d'âge	74
	Discussion	75
1	L'interprétation des résultats.....	75
1.1	L'apprentissage des connaissances relatives aux notions temporelles	76
1.2	Mettre en liens les différents systèmes temporels	79
1.3	L'utilisation des savoirs en outils	80
2	Les limites de l'étude	84
3	Perspectives du mémoire	85
3.1	La création d'un outil d'évaluation	85
3.2	Les perspectives plus globales.....	88
	Conclusion.....	90
	Bibliographie.....	91
	Annexes	94
1	Annexe 1 : Tableau récapitulatif des acquisitions temporelles de l'enfant en fonction de son âge.....	94
2	Annexe 2 : Compétences à observer	95
3	Annexe 3 : Grille des compétences observées chez les enfants étudiés et sa légende :....	97
4	Annexe 4 : Suggestion d'un prototype de test.	100

INTRODUCTION

« Mon fils est souvent en retard au collège », « ma fille a des difficultés à s'organiser », « il n'arrive pas à préparer son sac pour le lendemain », « son discours est décousu » : ces affirmations, décrivant des difficultés en lien avec la notion du temps, sont fréquemment recueillies par les orthophonistes lors de l'anamnèse des patients porteurs de troubles de la cognition mathématique. En effet, dans le développement de l'enfant, les notions d'objet, d'espace, de temps et de causalité se construisent de façon concomitante et interfèrent entre elles. Les troubles spécifiques du développement chez l'enfant peuvent donc avoir des répercussions sur la construction de ce type de notions (Bedoin et al., 2016). Il est donc pertinent de s'intéresser à la relation entre le trouble de la cognition mathématique et les difficultés d'acquisitions des notions temporelles.

Afin d'étudier ces difficultés, il est nécessaire de comprendre, dans un premier temps, ce que sont ces notions temporelles et comment elles s'acquièrent chez les individus tout-venants. Dans un objectif similaire, Tartas (2009) a créé un questionnaire destiné à évaluer les connaissances temporelles théoriques des enfants tout-venants. Si cet outil s'est avéré efficace pour mettre en lumière des repères d'acquisition en fonction de l'âge des individus, elle a constaté que son utilisation rencontrait un « effet plafond » pour les enfants de plus de 8 ans. En outre, il est pertinent d'évaluer les notions temporelles des individus plus âgés. En effet, c'est entre 5 et 12 ans que le sujet apprend à employer les différents instruments sociaux, à résoudre des problèmes sur le temps, à distinguer linguistiquement présent et passé et qu'il comprend que le temps est une notion créée par l'homme. (Tartas, 2010).

Pour évaluer de façon plus sensible le développement des notions temporelles d'un individu de 8 à 12 ans, il est donc impératif d'utiliser un outil plus complexe que celui qui fut créé en 2009 par Tartas, basé sur les acquisitions présumées des sujets de cette tranche d'âge, afin d'éviter un « effet plafond ». Cependant, nos recherches ont révélé qu'il existe peu d'outils complets permettant d'évaluer les acquisitions temporelles des patients et leur capacité à les utiliser en outil. Nous proposons donc d'étudier l'acquisition des notions temporelles de l'individu de 8 à 12 ans, afin de créer un outil destiné à évaluer ces acquis, qui pourrait être proposé en complément d'un bilan de la cognition mathématique.

La première partie de ce mémoire consistera à définir la notion du temps et à faire l'état des lieux des connaissances concernant le développement des notions temporelles. Nous définirons également ce qu'est la cognition mathématique et nous étudierons comment se développe cet aspect chez l'individu tout venant. Nous tâcherons ensuite de décrire les troubles de la cognition mathématique et de les mettre en lien avec les difficultés d'acquisition des notions temporelles. Enfin, nous nous interrogerons sur les critères nécessaires à prendre en compte lors de la création d'un outil d'évaluation de qualité.

La seconde partie sera consacrée à la méthodologie employée pour cette étude et rendra compte des résultats obtenus au moyen d'une étude de cas multiples portant sur l'observation des compétences temporelles de 6 patients, âgés de 8 ans et 8 mois à 11 ans et 6 mois, porteurs de troubles de la cognition mathématique. Enfin, une synthèse de cette étude sera rédigée sous forme de conclusion et proposera des pistes pour la création de ce test.

PARTIE 1 :
ANCORAGE THEORIQUE

CHAPITRE 1

LA CONSTRUCTION DES NOTIONS TEMPORELLES

1 Définition du temps et des concepts associés

Avant de nous pencher sur la construction des notions temporelles chez l'individu, nous tâcherons de définir ce qu'est le temps. C'est un travail particulièrement délicat car ce mot revêt de multiples sens : il peut à la fois se référer au changement, au vieillissement ou à la mort, à une durée, une vitesse ou une période. Il possède plusieurs ancrages, tels que le passé, le présent et le futur et il est parfois difficile de le dissocier de l'espace auquel il est si étroitement lié. En outre, il nous confronte à bien des contradictions : il se mesure de façon précise par le biais d'instruments fins mais il n'est pas concret comme le serait la longueur d'un objet ; on peut y appliquer des opérations et des calculs mais on ne peut le manipuler ou le quantifier de la même manière que des volumes ou des masses ; enfin, nous vivons dans un présent qui s'évoque au passé à chaque seconde écoulée. Comment pouvons-nous définir cette notion si complexe ?

1.1 Définition générale

Le Petit Robert définit le temps comme « un milieu infini où paraissent se dérouler irréversiblement les existences dans leur changement, les événements ou les phénomènes en leur succession, il est considéré dans sa durée » (Robert, p.1938). De Coster (2009), le caractérise comme un milieu linéaire, irréversible et homogène. Pour Etienne Klein (2004), le temps est le fruit de l'articulation de trois éléments : la durée, la succession et la simultanéité. Une durée peut être expérimentée, ressentie, segmentée en unités, calculée ou mesurée. La succession et la simultanéité sont observables à partir de nos actions sur des objets ou des événements que l'on compare.

Bien que le temps soit considéré comme un *milieu infini*, les expressions qui le contiennent dénotent davantage l'aspect limité des durées ou des événements. Ce temps limité est souvent exprimé comme une ressource (« je n'ai pas le temps »), ou comme une contrainte (« j'ai ce délai à respecter »). Tartas définit le temps comme « un cadre construit par

l'homme », à partir d'éléments naturels tels que les rythmes nycthéméraux et biologiques, et des instruments de mesure destinés à synchroniser les activités d'une société. (Tartas et al., 2009, p.24-25). Face à cette diversité, afin de définir le temps, de nombreux auteurs l'ont répertorié en diverses catégories ; les travaux de Valérie Tartas (2009) étant la référence la plus proche du contexte orthophonique, nous nous appuyerons sur sa classification. Elle distingue deux types de temps : le temps subjectif et le temps objectif.

1.2 Le temps subjectif

Pour Tartas (2009), le temps subjectif s'inscrit dans le vécu personnel de l'individu. Il est construit sur ses ressentis internes (degré de fatigue, rythmes biologiques, quantité d'actions effectuées dans la journée) et sur ses perceptions (luminosité extérieure, chaleur). Il lui permet de se situer dans la journée ou dans la semaine et il est *subjectif* car il n'est pas quantifié ou quantifiable par un outil de mesure. En effet, il correspond à une « durée vécue par notre conscience » (Bergson cité par Tordjman, 2015, p.3) et notre perception du temps est influencée par notre âge, nos processus cognitifs, nos perceptions physiques et notre état émotionnel et psychique (Tordjman, 2015 ; Bergler, 1969). Ainsi, un enfant qui s'est amusé dans la cour de récréation aura l'impression qu'il s'est écoulé très peu de temps, alors que son camarade forcé de nettoyer la classe aura subi cette punition comme si elle avait duré des heures. Il est également avéré que plus nous vieillissons, plus nous avons le sentiment que l'année s'écoule rapidement. Ce phénomène est lié, entre autres, au ralentissement du corps et de l'esprit qui contraste avec la rapidité de l'environnement de la personne âgée et à sa projection dans les dimensions du temps qui se modifie. Le temps subjectif concerne l'individu dès le début de sa vie jusqu'à sa mort, tandis que le temps objectif s'acquiert progressivement. Ces deux temps se complètent. En effet, Piaget (1946) considère que les notions temporelles ne sont complètement intégrées que lorsque l'individu arrive à composer avec ces deux facettes. Ce qui nous amène à définir la notion de temps objectif.

1.3 Le temps objectif

Selon Tartas (2009), indépendant de notre vécu, le temps objectif est composé de plusieurs unités apprises culturellement, imbriquées les unes dans les autres : 1 an est composé de 12 mois, 1 mois est composé de 4 semaines, 1 semaine de 7 jours, 1 journée de

24 heures etc. Il constitue un cadre social qui peut être mesuré avec des instruments communs à une société : en occident, nous serions démunis sans les montres, les agendas ou les calendriers qui nous permettent de nous synchroniser avec nos pairs. En outre, nous possédons un lexique très riche et précis pour décrire le temps social : il est composé d'adverbes de temps (« hier », « déjà », « dorénavant ») et de fréquence (« toujours », « rarement »), de conjonctions (« quand », « lorsque », « avant que »), et de noms (« lundi », « mars », « automne ») et les temps verbaux permettent de situer temporellement la situation d'énonciation (De Coster, 2009). Il s'enrichit et se précise au fur et à mesure du développement du langage de l'enfant.

Le temps objectif a été lui-même décrit sous deux aspects : le temps objectif physique, décrit par Piaget et le temps conventionnel ou temps culturel et social, développé par Friedman, qui s'appuie sur le premier aspect, le temps objectif.

Le temps objectif physique constitue le « cadre abstrait de référence » (Tartas et al., 2009, p.89), à partir duquel nous effectuons des opérations temporelles telles que des calculs de durées, des conversions (1 heure qui se transforme en 60 minutes par exemple) ou la sériation d'événements. Quant au temps conventionnel, il correspond au système d'unités imbriquées décrit précédemment et à leur utilisation, commune à toute une société. (Tartas, 2009).

Notons cependant que le caractère « objectif » de la mesure du temps est tout à fait relatif. En effet, les instruments de mesure et les outils conventionnels diffèrent selon l'époque et la culture, comme le montrent les multiples calendriers créés (lunaire, solaire, romain ou grégorien) (Tordjman, 2015).

Nous avons donc vu que le temps s'analyse sous différents aspects et qu'il se caractérise par une double triade : les caractères linéaires, irréversibles et homogènes du temps, ainsi que ses dimensions : le passé, le présent, le futur. Le temps possède deux facettes, le temps subjectif qui est ressenti et vécu par un individu, et le temps objectif qui est quantifiable et mesurable par des outils conventionnels. Dans ce mémoire, nous nous intéresserons plus spécifiquement à la notion de temps objectif, dont la construction s'appuie notamment sur le temps subjectif.

2 Le développement typique des notions temporelles

Selon De Coster (2009), la notion de temps se construit de façon progressive jusqu'à l'adolescence. Sa construction dépend à la fois du cadre socio-éducatif et du milieu scolaire dans lequel évolue l'enfant.

Le cadre socio-éducatif apporte un quotidien répétitif nécessaire à la construction de régularités temporelles par le sujet. Il permet à l'enfant d'intégrer les caractéristiques du temps, bien qu'il ne soit pas forcément capable de les verbaliser. En outre, la notion d'ordre s'acquiert, par exemple, à travers l'évocation chronologique du déroulement d'une journée ; de même, le caractère irréversible du temps peut être expérimenté à travers la mort d'un proche ou d'un animal de compagnie (De Broca, 2012). Le cadre socio-éducatif est également le lieu privilégié d'application des outils conventionnels, par le biais, entre autres, de l'utilisation du calendrier ou à travers l'importance des jours de fêtes qui reviennent de façon cyclique.

Le milieu scolaire, quant à lui, inculque l'acquisition des outils conventionnels de façon formelle : chaque jour, l'enfant voit la date écrite au tableau ou dans son cahier, il doit apprendre par cœur les chaînes verbales des jours, des mois et des saisons, lire l'heure et, plus tard, effectuer des calculs de durées. L'enfant y acquiert des « attitudes, vis-à-vis des instances temporelles » (de Coster 2009, p. 35) comme, par exemple, le respect des horaires.

De sa naissance à ses 16 ans, l'enfant emmagasine donc différentes connaissances et aptitudes décrites de façon exhaustives par de Coster : « La compréhension de l'irréversibilité, la linéarité et l'homogénéité du temps », « la compréhension et la connaissance des concepts temporels », « l'orientation dans le temps », « savoir lire l'heure », « localiser les événements dans le temps », « structurer le temps », « estimer et concevoir des durées », « utiliser les temps des verbes et les termes temporels » et « comprendre les racines historiques de son époque » (de Coster, 2009, p.35). Nous allons donc étudier comment l'individu acquiert ces connaissances.

2.1 Le développement des notions temporelles avant 6 ans

A l'instar des autres animaux, nous possédons une sorte d'« horloge interne » qui nous permet de nous situer temporellement (Tartas, 2009 ; Vygotsky, 1931/1978). Les bébés en sont également dotés mais leur perception du temps se façonne progressivement.

De sa naissance jusqu'à un an, le bébé est sensible aux rythmes biologiques. Ainsi, se succèdent des périodes de veille et de sommeil, de faim, de pleurs et de sustentation, de jeux etc. Ce rythme répétitif constitue le premier cadre de la structure temporelle : il s'agit de l'expérience du temps vécu. L'enfant perçoit les mouvements, les changements et il expérimente différentes durées lors des activités de sa vie. Il construit ainsi les premières séries temporelles, constituées de succession d'actions simples. Cependant, les notions de linéarité, de succession et d'irréversibilité ne sont pas encore établies et l'enfant n'a aucun attrait pour les outils conventionnels (de Coster, 2009).

Entre un an et deux ans, l'enfant construit le présent en même temps qu'il acquiert la permanence de l'objet et, par extension, la permanence de soi (Malrieu, 1953). Il commence à comprendre quelques expressions du lexique temporel (« attends », « pas tout de suite » ou « bientôt fini »).

Entre dix-huit mois et trois ans, l'enfant acquiert les relations de causalité entre les événements, la perception de l'ordre et de la durée des événements (Fraisse et Michotte, 1956). Les relations de causalité émergent à travers le caractère répétitif des événements du quotidien et par le développement langagier (en compréhension et en expression) de l'enfant. A cette période, il commence à raconter son vécu en mobilisant des adverbes temporels (« après », « demain », « hier », « bientôt »), bien qu'il ne se soit pas encore saisi précisément de leur sens. En outre, il est capable de situer son énonciation par l'emploi des temps des verbes. En outre, l'ordre et la durée, sur lesquels se fonde de la perception du rythme, constituent l'armature de la temporalité de l'enfant. Ces deux notions se construisent à travers le jeu symbolique ponctué d'un début, d'un milieu et d'une fin, auxquels il faut ajouter la récurrence des actions. (Tartas, 2009 ; Fraisse et Michotte, 1956 ; de Coster, 2009).

Vers cinq ans, le vocabulaire temporel simple est maîtrisé et employé de façon stable et cohérente. L'enfant commence à construire des récits structurés et il est capable de remettre des histoires séquentielles illustrées dans l'ordre, c'est-à-dire d'en extraire un fil temporel

cohérent. Les outils de mesure du temps, quant à eux, ne sont pas encore acquis, mais les enfants de cet âge sont capables de se repérer dans la journée, d'utiliser de façon précise les termes « hier » et « demain », et 50% des individus de cet âge connaissent les jours de la semaine (Tartas, 2009).

Jusqu'à six ans, l'enfant poursuit sa compréhension du temps à partir de la récurrence des événements de son vécu, qu'il met en lien avec ses connaissances partielles des systèmes conventionnels. Par exemple, l'enfant va associer dimanche à *un jour où il ne va pas à l'école* et le lundi comme *le jour après dimanche*. Mais les autres jours de la semaine ne seront pas forcément acquis. De la même façon, l'enfant va associer le matin à la présence de tel animateur à l'école, mais si cet adulte est absent, il perdra de l'aisance pour se situer dans la journée. Ici, les systèmes conventionnels sont indissociables du vécu de l'enfant : on parle alors de localisation monoréférentielle (Quartier, 2009).

C'est seulement vers six ans que l'enfant accède à une localisation biréférentielle (Quartier, 2009), c'est-à-dire qu'il arrive à se détacher de ses perceptions spatiales et de son vécu pour situer des événements dans le temps physique. On considère alors qu'il a acquis le caractère objectif du temps. Il n'est, cependant, pas encore en mesure de comparer les événements entre eux. Quartier (2009), citant Piaget, parle de la co-sérialisation du temps subjectif et du temps objectif. C'est cette co-sérialisation permet l'acquisition profonde des notions conventionnelles, qui, selon Fraisse (1957), se développent entre 6 et 9 ans.

2.2 Le développement des notions temporelles entre 6/7 ans et 9/10 ans.

Entre 6/7 ans et 9/10 ans, les éléments qui composent les systèmes conventionnels sont connus, ordonnés et emboîtés progressivement par l'enfant. Cela lui permet alors de maîtriser ces systèmes avec de plus en plus de précision. Nous allons donc étudier comment s'opère l'acquisition des notions temporelles à cette période.

Vers 6 ans, l'enfant est capable de se situer dans la semaine ; mais à partir de 7 ans, il peut également se situer dans l'année et dans les saisons, dire combien de semaines composent un mois et il commence à apprendre l'heure (Fraisse, 1957 ; De Broca, 2012). Il peut également localiser quelques éléments importants dans le calendrier, tels que son anniversaire ou Noël (De Broca, 2012).

Vers huit ans, l'enfant a acquis l'aspect objectif du temps, il peut assimiler certains éléments historiques qui n'ont pas de lien avec son vécu. Il est capable de se projeter dans un passé plus lointain et de raconter son historique personnel. A partir de cet âge, il maîtrise le lexique et la grammaire qui sont associés au temps. Il peut donc aisément créer un récit cohérent à partir d'images séquentielles, à l'aide de connecteurs logiques et de temps verbaux adaptés (de Broca, 2012). A cette période, il commence également à considérer l'âge comme « le produit d'un calcul temporel » (Samartzi, 2008).

Vers neuf ans, plusieurs capacités nouvelles apparaissent : la capacité de donner la date complète exacte, la compréhension de l'aspect cyclique, la coordination de divers systèmes et l'utilisation des repères conventionnels comme supports de raisonnement temporel (Quartier, 2009).

Pour résumer, à neuf ans, l'enfant a compris l'irréversibilité du temps, sait se repérer dans l'année, la semaine et la journée ; il maîtrise donc l'utilisation des systèmes conventionnels. Il sait lire l'heure et commence à résoudre des problèmes de calculs de durées. S'étant détaché de ses perceptions et de son vécu personnel, il est capable de s'intéresser à des phénomènes historiques complètement indépendants de lui, de les intégrer et de les situer approximativement dans le temps. Il sait décrire le temps verbalement et situer le cadre d'énonciation dans le passé, le présent et le futur. A neuf ans, la grande majorité des notions temporelles sont donc acquises.

Une question se pose alors : les préadolescents continuent-ils à construire les notions temporelles après cette période ? Si oui, quelles sont ces notions temporelles ?

2.3 Le développement des notions temporelles après 10 ans.

Après dix ans, on sait que l'individu n'apprend pas de nouvelles notions temporelles mais il affine ses compétences, qui ne sont pas toutes matures.

De la même façon que le nombre, l'enfant de dix ans considère que le temps est un objet sur lequel il peut appliquer des opérations mentalisées et réversibles, des déductions et des hypothèses (Legeay et Stroh, 2006). Cependant, il n'a pas encore assimilé le temps comme étant une abstraction car il considère que les outils de mesure (montre, horloge) le déterminent. C'est-à-dire qu'il estime, par exemple, que lors des changements d'heure, soit nous vieillissons, soit nous rajeunissons (Fraisie, 1968).

Vers 11/12 ans, l'individu arrive à estimer des durées de façon précise. En effet, à cette période, le préadolescent arrive à se détacher de ses perceptions et s'est approprié les outils de mesure du temps. Il peut donc confronter ses estimations à la réalité et les améliorer par un effet d'entraînement (Fraisse, 1968). Cette capacité lui permet, par exemple, d'évaluer la durée d'une conversation, du temps écoulé depuis les dernières vacances, ou de donner l'heure avec une marge de 20 minutes. En outre, si les opérations métriques commencent à se développer vers 9 ans, elles ne sont matures que vers 11/12 ans (Quartier, 2009).

Les individus de 11/12 ans ont construit une représentation mentale spatiale des différents systèmes conventionnels (mois, semaines). Ils sont capables de s'y déplacer d'avant en arrière (de mars à janvier par exemple), ou d'arrière en avant (de mars à juillet). Cette représentation mentale leur permet d'estimer des dates, de faire des calculs de durées, ou de se repérer dans le temps, mais elle n'est totalement fonctionnelle qu'à 15 ou 16 ans. Avant d'avoir ce système de représentation mentale (c'est-à-dire avant 11/12 ans), l'enfant utilise une chaîne verbale insécable qui ne permet qu'un déplacement allant de l'arrière vers l'avant (Friedman cité par Quartier, 2009).

3 Conclusion du chapitre 1

Pour conclure, les notions temporelles ne sont pleinement matures que vers 16 ans et les capacités d'estimations continuent même à s'améliorer à l'âge adulte (Fraisse, 1968). L'« effet plafond » constaté avec le questionnaire de Valérie Tartas est expliqué par le fait que les enfants ont acquis la plupart des notions temporelles vers 8/9 ans. Cependant, cette revue de littérature montre qu'au-delà des connaissances, des compétences sont encore à explorer après cet âge charnière. Ces compétences sont les opérations métriques, la compréhension que le temps est indépendant des outils de mesures conventionnels, l'estimation précise des durées, la représentation mentale spatiale des systèmes conventionnels et la capacité à effectuer des opérations mentales sur ces systèmes.

Dans la partie suivante, nous évoquerons pourquoi les enfants et adolescents vivant avec un trouble du raisonnement sont fréquemment confrontés à des difficultés d'acquisition des notions temporelles. Nous avons vu précédemment que la construction de ces notions est étroitement liée aux notions d'objet, de temps, d'espace et de causalité et qu'elle était concomitante au développement de la compréhension de l'enfant (Bedoin et al., 2016). Nous

étudierons donc, dans cette deuxième partie, les capacités de raisonnement qui sont en lien avec la compréhension du temps et l'utilisation des outils conventionnels.

CHAPITRE 2

LES CAPACITES DE RAISONNEMENT, EN LIEN AVEC STRUCTURES TEMPORELLES

Dans ce chapitre, nous évoquerons les liens entre le raisonnement et l'acquisition des notions temporelles. Dans un premier temps, nous définirons ce qu'est le raisonnement puis nous verrons en quoi il permet de construire les notions temporelles. Enfin, nous aborderons l'aspect pathologique du raisonnement et son influence sur la construction des notions temporelles.

1 Définition du raisonnement

La pensée fonctionne grâce à un système composé de fonctions cognitives interconnectées. Il existe six grandes fonctions cognitives : la perception, la mémoire, l'attention, la motricité, le langage et le raisonnement. Le raisonnement s'appuie sur les fonctions exécutives (la flexibilité mentale, l'inhibition et la mise à jour) mais il dépend également d'une construction qui repose sur les interactions de l'individu avec le milieu. Il se construit progressivement lors du développement de l'individu grâce à la maturation cérébrale et cognitive.

Afin d'étudier le fonctionnement du raisonnement, nous décrirons les trois systèmes qui le composent à partir d'un modèle synthétisant les travaux de Kahneman (2012), Piaget (1998) et Houdé (2014). Ces trois systèmes sont complémentaires et interagissent entre eux.

1.1 Le système 1 : un système intuitif

Le système 1 (S1) fonctionne continuellement dès lors que nous sommes éveillés et il précède toujours le système 2. Il est automatique, rapide et produit des impressions, des réactions et des intuitions qui sont, la plupart de temps, efficaces et adaptées aux situations quotidiennes. Les informations récoltées par le système 1 sont envoyées si besoin au système 2 qui les traite à son tour. Ce système peut fonctionner sans mobiliser les capacités attentionnelles de l'individu et il lui permet de détecter un danger, de lui faire tourner la tête afin de l'orienter vers la source d'un stimulus sonore ou de tirer des conclusions à partir

d'indices perceptifs (Kahneman, 2012) : il est donc ancré dans l'immédiateté. Un raisonnement s'appuyant essentiellement sur le système 1 n'appréhende les propriétés du réel que dans l'instant présent et se révèle incapable de prendre en compte les transformations de l'objet. Il ne peut donc pas envisager un état B d'un objet au moment où il le perçoit sous son état A. Ainsi, l'individu « ne [peut] organiser [ses] expériences en tenant compte des aspects temporels, causaux et spatiaux, et des relations avec autrui » (Bedoin et al, 2016, p.158 ; Legeay, 2013).

En outre, malgré son utilité au quotidien, le système 1 est limité car il est vecteur de biais de raisonnement : il est le créateur des stéréotypes et des « conclusions hâtives » (Houdé, p.17), modifie la réalité afin qu'elle concorde avec les émotions du sujet ; il néglige l'ambiguïté, il mésestime certaines probabilités et « réagit plus fortement aux pertes qu'aux gains » (Houdé, p.15). Lorsque le système 1 est insuffisant pour résoudre une situation, c'est le système 2 (S2) qui est supposé le suppléer (Kahneman, 2012).

1.2 Le système 2 : un système logique

1.2.1 Définition du système 2

Le système 2 est un système lent, dont l'activité nécessite de l'attention et un effort constant (Kahneman, 2012). Il reçoit et corrige si besoin les informations envoyées par le système 1. En effet, lorsque le système 1 ne suffit pas à comprendre ou à s'adapter à une situation plus complexe, le système 2 prend le relais et l'étudie de façon approfondie (Kahneman, 2012).

Le système 2 correspond à la pensée opératoire telle que l'a décrite Piaget (1991). Ce système est déjà présent chez l'enfant bien qu'il soit en cours de développement.

La faculté de démarche hypothético-déductive constitue la clé de voûte du raisonnement logico-mathématique et prend appui sur les notions déjà acquises par l'individu. Elle permet de porter son attention sur la « coordination d'actions » effectuées sur les objets concrets ou abstraits et mène l'individu à construire des conclusions générales sur le monde (Fisher, 2013, p.8). Le système 2 devient donc au fil du temps de plus en plus indépendant des perceptions et des émotions du sujet ; ce qui lui permet une compréhension plus objective des propriétés et des relations du réel. L'individu peut alors considérer les idées, le langage comme des objets

et raisonner à partir de représentations mentales. Il est ainsi capable de penser à partir d'objets absents ou abstraits. En outre, ce type de fonctionnement se caractérise par une pensée mobile, réversible et décentrée du sujet.

La réversibilité permet d'associer mentalement différents états d'un même objet aux transformations qu'il subit, d'accéder aux relations de causalité et de « coordonner différents points de vue dans le traitement simultané des informations » (Mijeon, 2013, p.38). Elle rend la pensée capable d'envisager à la fois une action et son inverse.

La décentration, permet à l'individu de se détacher de son propre point de vue pour en considérer un autre (Brin et al, 2011). Elle se traduit par une contextualisation plus large du langage qui se manifeste par exemple à travers l'utilisation des expressions : l'enfant, qui auparavant ne les utilisait que dans certains contextes, les emploie désormais dans toutes les situations appropriées. Ses compétences langagières sont donc devenues « indépendantes du contexte spatio-temporel d'énonciation » (Brin et al., 2011, p.71).

Lors de sa maturation, le raisonnement construit la causalité, la conservation, le nombre, le temps et l'espace (Mijeon, 2013). Cela permet également au sujet de réfléchir sur des éléments abstraits et d'« envisager tous les possibles » (Mijeon, 2013, p37), compétences nécessaires à l'élaboration du raisonnement hypothético-déductif.

1.2.2 La classification et la sériation : deux mécanismes du système 2.

Le raisonnement logico-mathématique se construit notamment grâce aux activités logiques décrites par Piaget (1991) : la sériation et la classification. Ces deux mécanismes permettent à l'individu de s'approprier le réel et les informations qui y sont relatives en les hiérarchisant et en les classant.

La sériation permet de mettre mentalement en relation des éléments entre eux : ils peuvent être comparés, le but étant de les organiser selon une hiérarchie (Voye et al. 2013). La sériation se travaille à travers les notions d'ordre et de succession, ainsi qu'à travers la propriété de la transitivité. Cette dernière est comprise à partir de sept ou huit ans lorsque la pensée devient mobile et réversible (Voye et al., 2013). Elle permet d'accéder au type de raisonnement suivant : « si A est en relation avec B et que B est en relation avec C, alors A est en relation avec C » (Brin et al., 2011, p.284). Grâce à la transitivité, l'individu peut avoir une

appréciation globale des éléments ce qui le rend alors capable d'anticiper la mise en relation à effectuer et d'obtenir d'emblée une sériation correcte (Voye et al. 2013).

La classification, quant à elle, consiste à regrouper mentalement des éléments en collections, selon un ou plusieurs critères communs. Cette opération est donc « intériorisée ou intériorisable, réversible et coordonnée avec d'autres opérations » (Brin et al., 2011, p.53).

Une classe peut être réfléchie sous deux aspects : l'extension et la compréhension. Le premier aspect correspond à l'ensemble des propriétés contenues dans une classe et le second au terme qui les désigne ou aux propriétés communes qui les rassemblent. (Piaget et al., 1991). Tous les éléments de la classe sont substituables ou équivalents et les enfants peuvent envisager ces deux aspects de la classe vers l'âge de 9 ou 10 ans (Piaget et al., 1991).

Ces rouages de la pensée vont être complémentaires et se suppléer lorsque l'individu sera en situation de raisonnement.

1.3 Le système 3 : un système exécutif

Pour les activités de raisonnement complexe requérant un accès à l'abstraction, il est indispensable que l'individu inhibe le système 1 et les facteurs de biais de raisonnement qui y sont associés, afin que le système 2 soit en mesure de travailler (Houdé, 2014). Cette tâche est attribuée au système 3, qui régule l'activité des deux premiers systèmes grâce aux fonctions exécutives suivantes : l'inhibition, l'attention et la flexibilité. L'inhibition peut réprimer ou non, selon la situation, l'action du système 1 et ses biais perceptifs. L'attention permet de ne pas être happé par divers stimuli afin de se concentrer sur les éléments qui doivent être traités dans le raisonnement. La flexibilité quant à elle facilite la bascule du système 1 au système 2 (Houdé, 2014). Ces trois fonctions donnent donc accès à la logique et à la métacognition (Houdé, 2014).

Nous avons donc vu que le raisonnement était constitué de trois systèmes interagissant les uns avec les autres. Dans la partie suivante, nous étudierons le rôle du raisonnement dans l'acquisition des notions temporelles.

2 Le rôle du raisonnement dans l'acquisition des notions temporelles

Dans cette partie, nous étudierons en quoi les capacités de raisonnement interviennent dans la construction des notions temporelles. Dans un premier temps, nous développerons en quoi les activités logiques de sériation et de classification combinées structurent les notions temporelles. Puis, dans un second temps, nous évoquerons l'importance des fonctions exécutives lors de l'appréciation du temps.

2.1 La classification et la sériation : deux activités logiques fondamentales dans l'acquisition des notions temporelles

La synthèse des activités de sériation et de classification constitue le socle de l'apprentissage des notions temporelles. Elle permet la mise en contexte d'une situation inscrite dans un cadre temporel, l'acquisition du vocabulaire et des habiletés morphosyntaxiques en lien avec les notions temporelles, l'acquisition des systèmes conventionnels et, par la conceptualisation du nombre, l'utilisation fine des outils temporels.

2.1.1 L'acquisition du vocabulaire et des habiletés morphosyntaxiques en lien avec la temporalité

Grâce à la classification, l'individu organise son lexique en catégories. Le lexique est donc organisé à partir de termes génériques rassemblant plusieurs termes spécifiques. Piaget parle dans ce cas de « méthode descendante » : l'enfant classe les informations du général au particulier (Piaget, 1991). Elle s'oppose à la « méthode ascendante », qui fonctionne du particulier vers le général. La première méthode s'associe à une pensée déductive alors que la seconde s'apparente davantage à une méthode inductive (Legeay, 2013). Ces termes génériques sont eux-mêmes hiérarchisés par des relations d'inclusion. Les notions temporelles étant décrites par un lexique riche et précis, leur acquisition dépend donc (entre autres) d'une activité mentale de classification. Vers 5 ans, l'enfant est capable de réciter les jours de la semaine et s'est approprié certains termes temporels mais il ne sait pas encore se situer à l'échelle de la semaine. C'est seulement lorsqu'il acquiert une pensée opératoire concrète (vers 7-8 ans) et tend vers la logique des classes qu'il est capable de dire que les sept jours

sont les éléments qui composent la classe « semaine », et qu'un mois est composé de quatre semaines (Broca, 2012).

En outre, la classification permet d'accéder à la polysémie des mots et de comprendre l'utilisation des marqueurs morphosyntaxiques (genre et nombre, adjectifs, temps des verbes etc.) qui sont nécessaires pour situer l'énonciation dans un cadre temporel (Maeder, 2013).

2.1.2 Le repérage dans le temps et au sein des systèmes conventionnels

Comme nous l'avons vu dans la partie 1, la sériation est le socle des notions d'ordre et de succession qui caractérisent le temps (Voye et al., 2013). Elle permet à l'enfant d'apprendre la « gestion chronologique du temps » et de comprendre, grâce à la transitivité, que « si mardi est avant jeudi et que lundi est avant mardi, alors lundi est avant jeudi ». Il en est de même pour toutes les structures temporelles telles que les heures, les mois, les saisons ou les années.

En outre, c'est grâce à la sériation que l'individu est en mesure d'ordonner les adverbes temporels ou de fréquence et de comprendre leurs nuances (« avant-hier », « hier », « demain », « après-demain » ; « jamais », « parfois », « régulièrement », « fréquemment », « souvent », « toujours »).

Ensuite, selon Chalon-Blanc (2005), « l'ordre assigne temporairement une place et une seule dans l'espace et le temps aux divers éléments d'une classe ». La sériation permettrait donc d'organiser mentalement les événements les uns par rapport aux autres.

De plus, selon Quartier (2009), citant Piaget, c'est de la co-sériation des aspects objectifs et subjectifs du temps que dépend l'apprentissage par l'enfant des événements indépendants de son vécu, tels que des faits historiques. Cette co-sériation commence à se construire vers l'âge de 6 ans mais elle n'est complètement établie que vers 8-9 ans (Fraisie, 1957).

Le temps est fragmenté sous forme de systèmes, eux-mêmes décomposés en sous-systèmes. Les comprendre nécessite donc d'avoir acquis les classes logiques et les relations d'inclusions (qui ne sont pleinement maîtrisées que vers 10 ans). En effet, c'est seulement vers 7 ans que l'enfant commence à accéder aux notions d'emboîtement : il est alors capable de se situer à la fois dans la semaine, dans le mois et la saison. Il n'est apte à donner la date

exacte que vers 9 ans. Ces systèmes sont complexes à maîtriser car ce sont des éléments abstraits, dont la manipulation n'est possible que par la pensée ou par l'intermédiaire d'outils conventionnels. Or, si les systèmes ne sont pas compris, l'utilisation de ces outils ne sera pas efficiente.

2.1.3 La notion du nombre

Le temps est une entité qui se calcule, se compte et s'appuie sur les constructions numériques de l'individu. Or, l'acquisition du nombre dépend en partie des activités de classification et de sériation. En effet, la sériation permet à l'individu d'accéder à l'aspect ordinal du nombre : elle le rend apte à mettre du sens sur la numérotation des jours du mois qui fonctionne comme un étiquetage par ordre croissant. La classification, quant à elle, permet d'accéder à l'aspect cardinal des nombres (Piaget, 1991). Ce dernier équivaut à la quantité correspondant à chaque nombre. L'aspect cardinal du nombre aide à estimer les durées.

Enfin, comprendre le nombre, c'est être également capable de faire des conversions (comprendre la base dix ou qu'une heure est égale à soixante minutes), de transformer des problèmes en calculs mathématiques, et de tenir un raisonnement du type : « si je veux arriver à 14h30 à tel endroit, et que j'ai 15 min de route, je dois partir à 14h30 min – 15 min, soit 14h15 ». Un déficit des habiletés liées au nombre peut donc occasionner des difficultés majeures dans la vie quotidienne.

2.2 Le rôle des fonctions exécutives dans la construction de l'appréciation du temps.

Comme nous l'avons vu dans le premier chapitre, l'estimation du temps est vraiment fonctionnelle vers 11/12 ans et s'améliore jusqu'à l'âge adulte. Il s'avère qu'elle est, entre autres, dépendante de l'attention et de la mémoire de travail, tout comme l'est le raisonnement à travers le système 3 (Droit-Volet et al., 2013).

L'attention est mobilisée dans certaines tâches temporelles, notamment l'appréciation du temps, la discrimination et la reproduction. En effet, c'est elle qui « attribue une certaine quantité de ressources allouées à ces tâches » et un défaut d'attention aura une incidence négative sur leur réalisation qui sera moins bien effectuée (Bobin-Bègue, 2002, p.33).

La mémoire de travail, quant à elle, sert à stocker les informations temporelles réduites, telles que les courtes durées, et nécessitant moins d'attention (Bobin-Bègue, 2002).

L'étude de Droit-Volet (2013) a démontré que l'amélioration des capacités d'estimation du temps, en lien avec une sorte d'« horloge interne », affecte également les capacités d'attention et de la mémoire de travail. Ainsi, non seulement le traitement des informations temporelles s'améliore, mais également celui de toutes les informations dynamiques évoluant dans un cadre temporel, Il serait donc intéressant d'étudier les capacités d'estimation du temps chez les patients éprouvant des difficultés dans l'utilisation des notions temporelles.

3 Le trouble du raisonnement et sa symptomatologie en lien avec les notions temporelles

Selon le DSM-5, les difficultés de raisonnement sont décrites dans le chapitre des troubles des apprentissages, eux-mêmes classés parmi les troubles développementaux. Ce déficit est caractérisé par de « grandes difficultés à appliquer des concepts, des données ou des méthodes mathématiques pour résoudre les problèmes » (Association, 2015, p76-77). En France, les orthophonistes classent plutôt les troubles du raisonnement parmi les troubles de la cognition mathématique désignant l'ensemble des processus qui permettent la réalisation de tâches mathématiques et d'activités de haut niveau (calculs, résolution de problèmes, déductions et inférences). Le trouble de la cognition mathématique englobe le trouble du raisonnement, qui lui-même peut se focaliser sur le système 2, logico-mathématique.

Les patients qui en sont affectés peinent à considérer le cadre temporel dans lequel ils se situent afin d'en tirer des lois, des conclusions et à différencier ce qui est simultané de ce qui est successif. Ils présentent également des difficultés à se décentrer et à exprimer verbalement leur compréhension du monde (Bedoin et al., 2016). Dans un trouble du raisonnement, la pensée se base essentiellement sur le système 1 et néglige les systèmes 2 et 3 qui sont dysfonctionnels. Elle est ancrée dans l'immédiateté, n'est pas réversible et manque de mobilité.

3.1 Des difficultés à se décentrer

Les capacités de décentration permettent à l'individu de plus de 6 ans de se détacher de ses perceptions pour combiner les caractères subjectifs et objectifs du temps. On parle alors de localisation bi-référentielle du temps (Fraisse, 1957). Dans le cas des troubles du

raisonnement, certains enfants n'ont pas acquis cette capacité de décentration, et restent dans une localisation mono-référentielle du temps : ils sont alors incapables de dissocier les systèmes conventionnels du temps vécu (Fraisie, 1957). Nous pouvons réutiliser l'exemple de cet enfant qui associait le matin à la présence de tel adulte à l'école. On peut donc déduire que les systèmes conventionnels, mêmes s'ils sont connus de l'enfant, ne sont pas compris dans toute leur complexité.

3.2 Une absence de réversibilité

Vers 10 ans, la réversibilité est fonctionnelle, elle permet alors à l'individu de considérer le temps comme un objet sur lequel il peut appliquer des opérations mentalisées et réversibles, des déductions et des hypothèses (Legeay et al., 2006). Dans son essai, Russel décrit deux types de réversibilité : la négation et la réaction circulaire. La réaction circulaire permet à l'individu d'accéder à l'aspect cyclique du temps (Russel et al. 2000). Quant à la réversibilité par la négation (Russel et al. 2000), elle permet à l'individu de projeter sa pensée vers l'« arrière ». Cette capacité est étroitement liée à celle de la mémoire où l'individu évoque les événements passés. Un retour empirique dans le passé, après une transformation, permet de comprendre le lien entre un état initial et un état final et de pouvoir se déplacer mentalement dans le passé, le présent et le futur.

Sans la R-négation, il est impossible au sujet d'évoquer volontairement des épisodes passés et de considérer le passé comme un « espace mental visible à volonté » (Russel et al. 2000, p. 156). Le passé se réduit alors à un espace où cohabitent des sensations, des images, et ne constituent pas des épisodes qui s'inscrivent dans un contexte objectif. On dit alors que le sujet est ancré dans l'immédiateté. Il lui est donc impossible de faire preuve d'anticipation ou de rétroaction, de raconter les événements qui structurent sa vie (Russel et al, 2000), de faire la distinction entre « ce qui est simultanée de ce qui est successif » (Bedoin et al, 2016, p.159), et de créer des liens entre différents états d'un objet et d'en extraire des lois et des conclusions (Bedoin et al, 2016).

3.3 Une altération de la fonction sémiotique et de la représentation mentale

3.3.1 Des difficultés langagières

Les personnes souffrant de troubles du raisonnement sont très fréquemment sujets à des troubles de la compréhension et de l'expression orale ou écrite. Cela se traduit entre autres par une incompréhension des consignes données à l'école ou par les parents, une difficulté à organiser son discours ou à hiérarchiser les informations lors d'une discussion (Bedoin et al., 2016). Les difficultés en compréhension peuvent s'expliquer par un mauvais décodage des éléments morphosyntaxiques (qui se développe de façon concomitante avec le raisonnement) : l'individu ne comprend pas les consignes dont la morphosyntaxe ne suit pas l'ordre chronologique d'énonciation, telles que « Avant de vous lever, vous allez ranger vos affaires » et peine à distinguer les notions de passé, présent ou futur. En expression, le discours est désorganisé, l'individu peine à construire un vocabulaire précis et à en saisir les nuances (Maeder, 2013). Cela explique les défauts d'utilisation des connecteurs logiques (« souvent », « toujours », « parfois » etc.)

3.3.2 Des représentations mentales altérées

Les personnes fonctionnant essentiellement à partir du système 1 sont ancrées dans une pensée figée, centrée sur leurs perceptions. L'accès aux notions abstraites, telles que les notions temporelles ou la création de représentations mentales, se révèle difficile pour elles. Or, les représentations mentales jouent un rôle prépondérant vers 11/12 ans dans la représentation des systèmes temporels. Elles permettent de passer d'une chaîne verbale insécable (n'étant associée qu'à un déplacement de l'arrière vers l'avant), à une représentation spatiale des systèmes conventionnels. Cette représentation permet à l'individu de s'y déplacer de l'arrière vers l'avant mais aussi de l'avant vers l'arrière. L'absence de représentation mentale entrave l'estimation des dates, le repérage dans le temps (Fraisie, 1957), ainsi que l'accès au nombre (Morel, 2013), élément clé de la représentation du temps.

4 Conclusion

Pour conclure, les structures temporelles se développent progressivement en lien avec les capacités de raisonnement. En effet, la richesse des représentations mentales, les capacités de réversibilité, de décentration, de même que l'activité logique influencent l'utilisation et la compréhension des notions associées au temps.

Notre étude a donc pour objectif de mettre en lumière, lors d'une observation clinique, les difficultés rencontrées concrètement par les patients sujets à des troubles du raisonnement. Savent-ils utiliser des outils conventionnels ? Arrivent-ils à se repérer dans le temps ? Comment comprennent-ils des phrases qui contiennent des éléments syntaxiques qui se réfèrent au temps ? Savent-ils conduire un récit en respectant une chronologie structurée et en utilisant correctement le temps des verbes ainsi que des connecteurs ?

A l'issue de cette observation, nous proposerons un exemple d'outil d'évaluation qui ne sera, néanmoins, ni testé ni validé lors d'une étude clinique. Afin de créer cet outil, nous étudierons, dans le chapitre 3, la création des tests en orthophonie.

CHAPITRE 3

LA CREATION D'UN OUTIL D'EVALUATION EN ORTHOPHONIE

1. Les tests en orthophonie

1.1 Définition du bilan orthophonique

Toute intervention orthophonique débute par un bilan dans l'intention d'établir un diagnostic orthophonique et de déterminer si une rééducation est nécessaire. Le diagnostic détermine une pathologie et qualifie le profil du patient en fonction de son développement et de ses aptitudes au moment du test. Le bilan permet d'évaluer à quelle fréquence se déroulera la rééducation et quels seront les objectifs thérapeutiques (Brin et al., 2011). Ce bilan orthophonique est constitué d'une anamnèse et d'évaluations de compétences. Les informations recueillies sont traitées de façon quantitative grâce à des tests étalonnés et de façon qualitative grâce à l'analyse clinique de l'orthophoniste. A l'issue de ce bilan, le praticien rédige un compte-rendu qui sera transmis au médecin prescripteur, au patient ou à ses parents si ce dernier est mineur. Le bilan est un « outil de dépistage, de diagnostic et de prévention » (Brin et al., 2011).

1.2 Définition d'un test

Un test peut se définir comme « une épreuve standardisée dans son administration et de sa passation » (Brin et al, 2011, p. 278) que les praticiens, selon leur profession, peuvent administrer à leurs patients pour évaluer leurs compétences. Les données recueillies sont comparées soit à une norme sociale se référant à l'âge, au niveau de scolarisation ou à la

catégorie socio-culturelle du patient, soit à une norme chiffrée qui correspond à la moyenne des résultats obtenus par l'ensemble des personnes ayant passé le test pour la standardisation (Coquet, 2002). Les tests se déclinent en plusieurs catégories : l'évaluation naturelle, l'observation semi-dirigée, lors de laquelle l'orthophoniste propose un cadre ou un matériel standardisé induisant les comportements ou les réponses du patient ou qui explorent une compétence spécifique du patient (Coquet, 2002). Dans le cadre des troubles du raisonnement, les orthophonistes s'appuient davantage sur les observations semi-dirigées ou sur les tests standardisés en complément de l'anamnèse pour déterminer le profil du patient.

Les tests revêtent de multiples avantages : ils permettent au praticien d'élaborer une hypothèse diagnostique, de comprendre et de préciser le trouble du patient, d'être objectif quant au décalage entre les normes établies et le profil de la personne testée et, plus tard, de constater l'évolution du patient sur le long terme si le test le permet (Belot et al., 2001).

Il est important de noter que, malgré la qualité du test, les résultats obtenus sont toujours à prendre avec précaution car ils peuvent varier selon l'état psychologique du patient (anxiété, tristesse, manque de confiance en soi ou de motivation) ou selon son état physique (pathologie ou fatigue). L'appréciation qualitative est donc indispensable afin de déceler les biais présents lors de la passation (Belot et al., 2001).

1.3 Le recueil de données et leur analyse

Le recueil de données peut être effectué par différents moyens. L'orthophoniste peut effectuer un enregistrement audio ou vidéo, remplir une grille d'évaluation avec des items à cocher, compter le nombre de réponses obtenues, celui de réponses fausses, calculer un ratio entre les réponses correctes et les réponses fausses ou chronométrer le temps de passation (Coquet, 2002). Le recueil des données peut également prendre la forme d'une prise de note, permettant à la fois de transcrire les réponses précises du patient ainsi que ses comportements, tels que les manipulations du matériel, les stratégies mises en place ou l'adaptabilité à l'examineur et aux situations (Coquet, 2002).

Selon l'évaluation, les réponses du patient seront analysées de manière qualitative ou quantitative. Une analyse statistique sera particulièrement adaptée pour juger une performance. Elle se rapporte à un étalonnage effectué sur un échantillon de population, sélectionné de sorte qu'il soit le plus représentatif possible de la population globale concernée

par le test. La performance peut être notée en écart-type, en percentile, par rapport à un repère développemental ou à une échelle normalisée (Coquet, 2002).

1.4 La création et les qualités d'un test

La création d'un test nécessite d'avoir des connaissances théoriques à propos du domaine évalué, de posséder les repères normés établis selon un niveau développemental, scolaire, social, ou culturel. La création d'un test implique la réalisation d'items ciblant des compétences spécifiques et la construction d'un protocole de passation qui doit être respecté rigoureusement lors de l'étalonnage ou d'un bilan. La passation doit être à la fois facile et rapide (Belot et al., 2002). En outre, le test doit posséder trois qualités indispensables pour qu'il puisse être étalonné par la suite : la validité, la fiabilité et la sensibilité.

La validité permet de vérifier qu'un test évalue bien la compétence ciblée tout en respectant le modèle théorique à partir duquel il a été construit (Brin et al., 2011). La validité est morcelée en cinq catégories : la validité interne, la validité empirique, la validité prédictive, la validité théorique et la validité d'appartenance (Belot et al., 2001).

Pour qu'un test soit fidèle, il faut qu'il soit proposé plusieurs fois au même échantillon. Chaque sujet doit alors présenter les mêmes résultats sur chacun des items. L'effet re-test et la marge d'erreur, à condition qu'elle soit faible, doivent cependant être pris en compte afin d'éviter un biais lors de l'évaluation de la fidélité (Belot et al., 2001 ; Brin et al., 2011).

Un test sensible permet de distinguer et de catégoriser avec précision les sujets évalués. Plus un test est pourvu « de catégories et de classements des individus », plus il est considéré comme étant sensible (Brin et al., 2011, p.250). Plus un test possède d'items, plus il est probable qu'il soit sensible (Belot, 2001). La sensibilité permet à un test de poser une hypothèse diagnostique ou de la confirmer en détectant la présence d'un trouble.

2 Le bilan de cognition mathématique

2.1 Le cadre d'un bilan de cognition mathématique

Le bilan de cognition mathématique est un acte permettant d'identifier les difficultés

d'un patient lorsqu'il doit réaliser des activités liées au nombre et au raisonnement et d'en comprendre l'origine et de le qualifier afin d'établir un plan thérapeutique.

Il démarre systématiquement par une anamnèse lors de laquelle l'orthophoniste interroge le patient ou son entourage sur son développement, sur ses acquisitions psychomotrices et sur ses antécédents médicaux. Il le questionne également sur le(s) motif(s) qui justifie(nt) la réalisation du bilan de cognition mathématique, sur la personne à l'initiative du rendez-vous (le patient lui-même, l'enseignant, les parents, le médecin prescripteur) et sur les difficultés qu'il rencontre précisément au quotidien. La plupart du temps, ces doutes surviennent pour deux raisons principales : soit le patient présente des difficultés importantes en mathématiques, soit il souffre de difficultés globales et massives dans la plupart des apprentissages, peine à retenir ses leçons et à utiliser ses savoirs en outils (Bedoin et al., 2016).

L'orthophoniste dispose de diverses batteries de tests. Les outils construits à partir d'un modèle constructiviste possèdent principalement des épreuves portant sur le raisonnement logico-mathématique. Les batteries élaborées à partir des modèles neuropsychologiques privilégient l'évaluation des aspects numériques et ne possèdent pas d'épreuve de manipulation.

A l'issue du bilan de cognition mathématique, l'orthophoniste peut poser (ou non) un diagnostic de « trouble spécifique des apprentissages avec déficit du calcul » (DSM-V, 2013). L'objectif majeur est de déterminer si le patient souffre d'une dyscalculie développementale primaire, d'une dyscalculie développementale secondaire à un ou plusieurs trouble(s), et/ou d'un trouble du raisonnement. Si le patient souffre d'une dyscalculie développementale, il est nécessaire de détecter si elle est associée ou non à un trouble du raisonnement.

2.2 Les épreuves du bilan de cognition mathématique

Afin de pouvoir poser un diagnostic, le bilan de cognition mathématique évalue trois grands domaines : le sens du nombre et l'accès au sens du nombre, la numération et l'arithmétique et les capacités à raisonner. Dans cette partie nous aborderons les épreuves du bilan auxquelles notre test des notions temporelles sera complémentaire. Par conséquent, nous traiterons dans un premier temps les épreuves évaluant les aspects numériques ; puis les épreuves de raisonnement et enfin les épreuves complémentaires.

2.2.1 Les aspects numériques

Comme nous l'avons vu précédemment, nous distinguons deux types de dyscalculies développementales : la dyscalculie développementale primaire et la dyscalculie développementale secondaire.

La première est considérée comme un trouble spécifiquement lié au nombre ; elle est causée par un déficit d'estimation des quantités ou par un déficit d'accès aux quantités numériques par des symboles, qui sont des capacités innées, de bas niveau. On peut tester les activités de bas niveau par des épreuves d'estimation et de comparaison de quantités, de dénombrement ou à travers la connaissance de la chaîne numérique verbale.

Dans le cadre de la dyscalculie développementale secondaire, les activités de bas niveaux sont préservées et ce sont les activités de haut niveau qui sont touchées. Ils correspondent à la numération et à l'arithmétique qui comprennent la comparaison et la sériation numérique, la compréhension de la base dix, la réalisation d'opérations ou de calculs mentaux ainsi que les faits numériques. Ce type de dyscalculie est secondaire à d'autres troubles affectant une ou plusieurs capacité(s) impliquée(s) dans l'acquisition des tâches mathématiques. Il peut s'agir de troubles des capacités linguistiques, visuo-spatiales, de raisonnement ou des fonctions exécutives. Afin de préciser notre diagnostic, il est donc intéressant d'évaluer ces capacités et si besoin d'effectuer des examens complémentaires.

2.2.2 Le raisonnement

L'orthophoniste propose d'évaluer les processus qui caractérisent le système 2 du raisonnement, par des épreuves d'origine piagétienne. Il s'agit de comprendre quel degré d'abstraction va projeter l'individu sur du matériel et d'évaluer sa capacité à organiser les données conceptuelles.

L'orthophoniste va tester la sériation et la classification qui sont deux activités mentales qui nous permettent d'appréhender le monde en l'organisant : la sériation hiérarchise les éléments concrets ou abstraits qui le composent et la classification permet de les rassembler en catégories. Les tester nous permet donc d'évaluer comment l'individu met en lien et organise ses connaissances.

Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, le système 2 est fonctionnel lorsque le sujet arrive à inhiber le système 1 grâce au système 3, qui repose sur les fonctions exécutives. Pour tester ces fonctions, nous pouvons faire passer des épreuves évaluant la mémoire de travail, l'inhibition, la flexibilité et la planification.

La boucle phonologique (aspect auditivo-verbal de la mémoire de travail) sert à maintenir en mémoire un nombre limité d'informations verbales. Elle intervient dans différents domaines de l'utilisation du nombre : le calcul mental, la rétention des consignes lors de la résolution de problèmes ou la relation de transitivité entre des nombres (Von Aster, 2006). Le calepin visuo-spatial, quant à lui, retient les informations visuelles et spatiales. Il permet de savoir quels éléments ont déjà été comptés lors des épreuves de dénombrement (Von Aster, 2006).

L'inhibition sert à inhiber les fausses croyances, les procédures automatiques, pour pouvoir accueillir d'autres savoirs et programmer des procédures élaborées. Elle est donc utile dans la réalisation d'une tâche complexe ou nouvelle.

La flexibilité permet à l'enfant de faire preuve de rétroaction : lorsqu'une erreur est détectée, cela lui permet d'ajuster son comportement ou son plan d'action pour réussir une tâche.

La planification est notamment très utile dans les épreuves de résolution de problèmes car elle permet d'élaborer un plan d'action pour le résoudre. Sans plan d'action, le patient risque de tâtonner et de procéder par essais-erreurs lors des épreuves de résolution de problèmes.

L'attention soutenue permet de rester attentif lors de l'exécution d'une tâche et l'attention sélective est impliquée lorsque l'individu doit se concentrer sur une tâche et inhiber les distracteurs qui pourraient la perturber. L'évaluer permet de prédire certains comportements du patient lors des situations d'apprentissage ou de tâches complexes.

Toutes ces composantes entrent en jeu dans les tâches liées au raisonnement, il est donc important de les évaluer pour la pose du diagnostic.

2.2.3 Les épreuves complémentaires

Les épreuves complémentaires peuvent être utiles, si l'on soupçonne des pathologies concomitantes aux troubles de la cognition mathématique, ou pour explorer plus particulièrement un domaine, afin d'affiner notre diagnostic. Elles permettent également de rendre compte des difficultés que le patient rencontre au quotidien.

Comme nous l'avons constaté dans les chapitres précédents, les patients qui souffrent de troubles de la cognition mathématique présentent souvent des difficultés en lien avec les notions temporelles. Sachant que les habiletés sur lesquelles se fondent des aspects conceptuels du nombre sont également impliquées dans l'acquisition des notions temporelles et leur utilisation, l'emploi d'un outil testant ces notions serait donc intéressant en guise d'examen complémentaire à un bilan de cognition mathématique.

En orthophonie, pour évaluer les notions temporelles, il existe peu d'outils étalonnés (Batteux, 2013) : la compréhension du temps et le repérage temporel peuvent être mesurés par le Questionnaire Temporel pour l'Enfant (Capul, 1966 ; Dubois, 1972), le rythme peut être évalué par la NEEL (Chevrie-Muller et Plaza, 2001) et l'expression du temps à travers le langage peut être testé par le TCG-R de (Khomsî, 1987 ; Batteux, 2013). Cette liste n'est pas exhaustive. Néanmoins, chacune de ces épreuves évalue brièvement un versant spécifique des notions temporelles et aucune d'elle ne teste l'utilisation en outils des instruments du temps social.

La création d'un test spécifiquement dédié à la construction des notions temporelles serait donc pertinente pour pallier ce manque en orthophonie.

3 Conclusion

Le bilan orthophonique est un acte lors duquel l'orthophoniste doit déceler et caractériser les difficultés du patient à partir des informations recueillies lors de l'anamnèse, de la passation d'outils étalonnés et des observations cliniques de l'orthophoniste. Il permet de poser un diagnostic et de déterminer de quel type de rééducation a besoin le patient.

Les outils étalonnés ont l'avantage d'aider à poser un diagnostic objectif par rapport à une norme et d'évaluer spécifiquement certaines capacités. Néanmoins ils ne sont pas toujours

adaptés à certains profils de patients. Lors de la création de ce type de matériel, il est donc nécessaire de bien cibler la population concernée, de générer un outil écologique et qui facilite les observations qualitatives du praticien.

Il existe peu d'outils étalonnés pour évaluer l'utilisation des notions temporelles en outils à partir d'instruments sociaux. Il est donc intéressant de pallier ce déficit par la création d'un outil mesurant cette compétence.

PARTIE 2 :
PARTIE METHODOLOGIQUE

Cette étude a pour premiers objectifs de déterminer si les patients porteurs de troubles de la cognition mathématique présentent effectivement un déficit d'acquisition des notions temporelles, d'évaluer quels niveaux se trouvent affectés chez ces patients et par quels comportements cela se traduit. Le second objectif est de mettre en lien les difficultés temporelles de ces patients avec les troubles de la cognition mathématique qu'ils présentent.

Notre travail consistera en une étude observationnelle descriptive portant sur des cas multiples. L'étude sera transversale et multicentrique : elle se déroulera sur deux lieux de stages auprès d'orthophonistes exerçant en libéral.

1 Population

1.1 Les critères d'inclusion et d'exclusion

Nous observerons huit patients âgés de huit à douze ans, souffrant d'un trouble de la cognition mathématique, en situation d'utilisation des outils temporels lors des séances d'orthophonie. Il est nécessaire qu'ils aient passé un bilan préalablement ayant révélé des troubles du raisonnement et/ou des aspects conceptuels du nombre. En effet, notre objectif est également de faire un parallèle entre nos observations cliniques et les liens entre la cognition mathématique et les notions temporelles que nous avons établis dans la partie théorique.

Nous avons cependant mis en place plusieurs critères d'exclusion : nous avons choisi de ne pas observer les patients porteurs d'autres troubles pouvant affecter l'acquisition des notions temporelles. Les patients porteurs de déficits visuel, auditif, ou cognitif, porteurs de troubles massifs du langage oral ou non francophones, ayant des troubles pouvant affecter leur rapport au temps (troubles du spectre autistique ou pathologies psychiatriques comme la schizophrénie).

1.2 L'échantillonnage et le recrutement

L'échantillonnage sera effectué sans randomisation.

Le recrutement sera fait par les orthophonistes-maîtres de stages au sein de leur patientèle. Nous demanderons ensuite aux patients pouvant faire partie de la population cible, et leurs parents, s'ils nous donnent leur accord pour que nous observions la séance et recueillions des informations pour notre étude. Ils seront informés préalablement de la nature de l'étude et nous nous engagerons à anonymiser les données recueillies.

1.3 La taille de l'échantillon

La taille de l'échantillon sera composée de 8 patients (3 filles et 5 garçons) correspondant aux critères de sélection évoqués précédemment. Ils sont issus de la patientèle de deux orthophonistes également maîtres de stages.

2 Outils méthodologiques

Le recueil de données sera réalisé à partir d'une grille d'observation (cf. Annexe 3) qui sera remplie au cours des séances d'orthophonie. Cette grille d'observation est composée d'items évaluant les comportements et les productions du patient qui sont relatives au temps. Les données recueillies seront comparées aux compétences et aux déficits constatés lors du bilan de cognition mathématique et aux repères d'âges d'acquisition relevés dans la partie théorique (cf. Annexe 1).

2.1 Le déroulement de l'étude

Le recueil des données se déroulera lors de 2 séances de 30 minutes pour chacun des 8 patients. Afin de recueillir des conduites pertinentes pour notre étude, nous avons choisi d'observer ces patients lors d'ateliers créés et menés par leur orthophoniste. Ces ateliers sont construits selon divers objectifs orientés vers l'acquisition des notions temporelles en lien avec le raisonnement : rappeler au patient les notions temporelles élémentaires, l'aider à comprendre les systèmes temporels, lui apprendre à utiliser les outils sociaux, améliorer sa capacité à résoudre des problèmes. Tous ses objectifs convergent vers un but principal : aider le patient à contextualiser sa pensée dans un ancrage temporel.

2.2 La collecte des données

Lors de la séance d'orthophonie, les propos de l'enfant seront enregistrés et le bureau sera filmé afin de remplir la grille d'évaluation avec plus de précision. Les enregistrements seront détruits dès que la grille d'observation (Annexe 3), préalablement construite à partir de la revue de littérature de la partie théorique, sera totalement remplie, et ce de façon anonyme. Les observations porteront sur les conduites langagières de l'enfant et de son comportement lors des activités proposées par l'orthophoniste. Elles porteront sur les notions temporelles, selon les besoins de la rééducation orthophonique en cours. Il n'y aura pas de cotation car il s'agira d'une étude qualitative des conduites de l'individu

3. Mode de traitement des données

L'analyse du recueil de données sera qualitative et consistera en une étude de cas multiples. Chaque cas sera analysé indépendamment lors de la partie « Résultats ». Ensuite, nous réaliserons une discussion qui analysera les conduites des patients dans leur globalité.

4. Précautions méthodologiques

Premièrement, nous expliquerons aux patients et à leurs parents que des études ont montré que les personnes porteuses de troubles du raisonnement logicomathématique pouvaient avoir des difficultés à utiliser les notions temporelles. Nous rajouterons que nous avons décidé de réaliser une étude pour savoir quelles difficultés temporelles nous retrouvons concrètement chez les enfants et adolescents qui sont porteurs de ce type de trouble, afin de mieux les repérer et ainsi, mieux les traiter. Ensuite, nous préciserons que l'étudiante-stagiaire sera présente en séance en guise d'observatrice, et qu'elle relèvera, de façon anonyme, ce que l'enfant dit ou fait en fonction de l'activité proposée par l'orthophoniste. Enfin, nous demanderons un accord de consentement écrit, signé du patient (mineur) et de ses parents.

5. Hypothèses opérationnelles

Nous faisons l'hypothèse que les patients porteurs de troubles de la cognition mathématique présentent un retard dans l'acquisition des notions temporelles et dans leur utilisation.

Nous prévoyons que ces difficultés temporelles se reflètent à travers le langage de l'enfant ainsi que ses comportements.

Nous estimons que l'on retrouvera des difficultés temporelles similaires chez les patients présentant des troubles de la cognition mathématique similaire, révélant un lien entre ces deux domaines.

PARTIE 3 : RESULTATS

1 Les conditions de recueil des résultats

Les conditions liées à l'épidémie de covid-19 n'ont permis d'étudier que 6 patients, âgés de 8 ans et 8 mois à 11 ans et 6 mois, sur un seul lieu de stage. Chacun de ces patients n'a été vu qu'une fois à l'exception des cas n° 3 et n° 4. Nous avons tout de même pu observer leurs connaissances ainsi que leurs compétences dans l'utilisation des notions temporelles en outils.

Les enfants sont tous porteurs de troubles de la cognition mathématique, caractérisés par un trouble du raisonnement révélé, entre autres, lors d'épreuves de classifications et de sériation impliquées comme nous l'avons détaillé précédemment dans la construction des notions temporelles.

Les observations consignées ont été effectuées à l'aide d'une grille de compétences créée à partir de la littérature à laquelle nous faisons référence dans la partie théorique. Les compétences attendues pour les enfants de cette tranche d'âges sont détaillées en annexe 2. Dans les parties suivantes, nous étudierons les conduites de chacun de ces six enfants individuellement. Afin de préserver l'anonymat des participants de l'étude, tous les prénoms ont été modifiés.

2 Cas clinique N°1 : Marie, 10 ans et 0 mois, scolarisée en CM1, consulte en orthophonie depuis février 2018.

2.1 Les troubles de la cognition mathématique observés chez Marie

Marie a 10 ans au moment de la séance. Elle va en orthophonie depuis le début de l'année 2018 car un trouble d'acquisition du raisonnement lui a été diagnostiqué. Les épreuves de classification et de sériation ont été soumises à Marie.

L'épreuve de classification révèle qu'elle est capable d'extraire plusieurs critères, sa pensée est donc de plus en plus mobile mais elle reste malgré tout guidée par les propriétés visuelles des objets. Ainsi, c'est son regard qui la guide pour organiser les objets et non sa pensée logique : cela nous indique qu'elle est encore très ancrée dans l'aspect concret de la situation et qu'elle tire ses conclusions des indices perceptifs. Ainsi, elle commence à

envisager la transformation des objets mais sa pensée n'est donc pas suffisamment réversible étant donné son âge réel. Marie n'est donc pas encore capable de « [tenir compte] des aspects causaux, spatiaux et temporels [pour organiser ses expériences] » (Bedoin et al, 2016, p.158). Deuxièmement, cela nous montre que les conduites de classifications de Marie ne sont pas encore matures, ce qui s'explique par une difficulté à extraire des régularités de ses expériences. Ainsi, elle n'est pas encore capable de faire preuve de déduction et raisonne plutôt par induction.

L'épreuve de sériation demande de comparer et de hiérarchiser les informations. Concernant les conduites de mise en relation, Marie a compris les liens de sériation grâce à la manipulation mais elle n'est pas encore capable d'anticiper ses actions. Elle présente encore des difficultés à avoir une vision globale du matériel présenté et n'a pas encore construit la transitivité. Cependant, c'est cette dernière qui permet à l'enfant de réaliser des raisonnements de ce type : « si mardi est avant jeudi et que lundi est avant mardi, alors lundi est avant jeudi », qui permet d'intégrer la notion d'ordre et de succession. Nous supposons donc que ce type de déduction est altéré chez Marie.

La classification et la sériation sont construites de façon homogène chez Marie qui s'appuie encore sur les percepts pour savoir.

2.2 Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.

Marie n'a pas encore acquis les connaissances élémentaires relatives au système horaire. Elle ne sait pas que 60 secondes correspondent à 1 minute et n'a pas de représentation mentale de cette durée. Lorsque l'orthophoniste lui demande si 60 secondes correspondent à une longue durée, Marie donne une réponse positive. Elle n'a pas encore accès à l'utilisation de l'horloge car ses connaissances de cet outil sont encore incomplètes : elle n'a pas compris ce que représentent les différentes composantes de l'horloge et la façon dont elles s'articulent. Ainsi, elle n'est pas encore capable de lire ou de représenter une heure, que ce soit sur une horloge réelle ou un outil pédagogique.

En outre, les calculs d'horaires en proaction sont encore laborieux.

Extrait :

ADULTE : Le match, il commence à 10h du matin et il dure 2 heures. Tu penses qu'il va finir à quelle heure le match ?

ENFANT : Bah...à 2 heures du coup.

ADULTE : A 2 heures ?

ENFANT : Bah oui parce que du coup...regarde... **elle utilise l'horloge pédagogique destinée à l'apprentissage de l'heure ** là il est 10 et euh... après on fait 2...on calcule...enfin je sais pas si on calcule normalement...

ADULTE : Tu peux calculer si tu veux.

ENFANT : Non ça se termine soit à 2h, soit à 12h.

ADULTE : Comment on fait pour savoir si c'est 2h ou 12h ?

ENFANT : Bah par exemple euh...par exemple on euh on va calculer de 10, donc on va faire $10 + 2$...du coup j'en ai 10 et j'en rajoute 2... ça fait 12 ?

Comme nous le montre cet extrait, Marie semble confondre l'heure et la durée dans un premier temps. C'est en réfléchissant pour expliquer sa pensée qu'elle élabore progressivement une stratégie pour effectuer le calcul d'horaire en proaction. Ses explications nous montrent qu'elle a besoin de segmenter chaque étape de sa stratégie pour résoudre ce problème. Son fonctionnement est donc encore immature pour son âge, en effet, les enfants résolvent ce type de problème de façon automatisée dès 9 ans.

2.3 Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.

Marie semble capable de se repérer correctement dans la semaine : elle sait quelle est la date exacte (jour, mois, année) bien qu'elle ne la restitue pas spontanément dans sa totalité (elle ne donne que le jour de la semaine). Malgré cela, il arrive qu'elle fasse des erreurs, parce que ce genre de tâche lui coûte cognitivement.

Cependant, elle ne paraît pas avoir encore élaboré de stratégie pour résoudre des problèmes de calculs de dates rapprochés. Pour ce faire, elle déclare devoir "compter les jours". Toutefois, elle les récite de façon automatique, en commençant par le lundi alors qu'elle doit partir du jour de la situation d'énonciation (vendredi), ce qui fausse son calcul. L'ambiguïté du terme « prochain » qu'elle comprend comme « le samedi dans 2 semaines », complexifie l'énoncé du problème car le calcul de date rapprochée se mue en un calcul de

dates à distance. Cependant, une fois l'énoncé explicité, le calcul de date proche reste impossible pour Marie.

2.4 Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.

Marie peut dire en quelle saison nous sommes ; elle est capable de restituer les quatre saisons, bien qu'elle ne connaisse pas leur ordre d'apparition (acquis à 7 ans en théorie). Cependant, elle ne sait pas quelle sera la saison suivante et ne fait pas non plus le lien entre les saisons et les mois de l'année (acquis à 7 ans également), ce qui permet d'illustrer sa capacité déficitaire à faire des liens mentalement entre les notions.

Le trouble du raisonnement de Marie se retrouve dans sa capacité à construire les notions temporelles qu'elle devrait maîtriser étant donné son âge réel et son niveau scolaire. En effet, elle ne connaît pas le nombre de jours contenus dans un mois bien qu'elle ait un calendrier devant elle et ne sait donc pas à quoi correspond un mois et demi (acquis à 7 ans). En outre, même après explication, elle n'arrive pas à intégrer qu'un mois est composé de 30 jours, ce qui nous laisse supposer qu'elle présente également des difficultés pour conceptualiser le nombre.

Extrait :

ADULTE : Dis-moi ! C'est combien de jours un mois ?

ENFANT : C'est...je sais pas. *silence* je sais pas...

ADULTE : Tu dirais combien ?

ENFANT : Bah...c'est pas 10 jours ?

ADULTE : Je crois que c'est plus. Je crois que c'est 30

ENFANT : C'est 30 jours et puis ça a duré 10 jours ou 20 jours

ADULTE : La moitié tu veux dire ?

ENFANT : Ça se peut pas si ça fait 30 parce que, on peut pas faire moitié parce que sinon y en aura un toute seule, y en a deux qui sont...C'est 40 jours alors.

Lors d'un problème de calcul de date éloignée, Marie est mise en échec par deux facteurs : elle ne sait pas comment calculer une date éloignée et elle ne sait pas à quoi correspond « un mois et demi ». Face à une telle difficulté, elle tente de plaquer la notion de

« demi » au calendrier (partage du support en deux moitiés). A ce moment, il semble que Marie n'a plus la consigne initiale en tête.

Extrait:

ADULTE : C'est quoi un mois et demi ?

ENFANT : Euh...C'est c'est...euh c'est c'est séparé...c'est c'est euh...un mois et tr...et...bah....prrrt...**elle soupire puis reste silencieuse** euh par exemple...là y a y a y a y a...attends...**elle compte sur le calendrier**. Tu vois là c'est séparé **elle sépare le calendrier en 2 parties avec sa main droite et prend 2 personnages qu'elle met de part et d'autre de sa main** ça veut dire que là ils ont un côté chacun...Et euh...par exemple, il y en a une (personnage) qui part de l'école par exemple et l'autre elle prend tout.

D'une manière similaire à celle du calcul de date, la stratégie qu'elle a développée pour savoir quel mois nous serons 4 mois plus tard, par exemple, n'est pas encore opérationnelle. Elle inclut le mois du moment de l'énonciation au moment de compter les mois, ce qui rend son calcul erroné.

2.5 Conclusion et repère d'âge

Pour conclure, Marie, âgée de 10 ans, semble avoir les compétences relatives à la temporalité similaires à celles des enfants d'environ 7 ans. Elle est capable de se repérer dans la journée, la semaine et dans l'année mais elle n'a pas encore la capacité de comprendre le fonctionnement des différents systèmes temporels entre eux.

3 Cas n° 2 : Pierre, 8 ans et 4 mois, scolarisé en CE2, suivi en orthophonie depuis mars 2018 pour un trouble des apprentissages.

3.1 Les troubles de la cognition mathématique observés chez Pierre.

Pierre consulte en orthophonie depuis 2018 pour un trouble des apprentissages : il présente à la fois des troubles du langage écrit et de la cognition mathématique. Les épreuves de classifications et de sériation ont été soumises à Pierre.

Premièrement, l'épreuve de classifications révèle qu'il effectue des collections par rapprochement de semblables et qu'il traite le matériel sous un angle exclusivement perceptif. Ceci nous montre que sa pensée n'est pas encore réversible et qu'elle fonctionne de manière intuitive. Chaque collection est considérée de façon successive et non de façon simultanée, il est concentré sur l'extension de la classe, c'est-à-dire qu'il analyse les éléments qui composent la classe, il peut les mettre en lien mais n'est pas encore capable de les ranger dans une catégorie plus générale. Pierre n'a donc pas encore acquis l'inclusion. Or, c'est l'inclusion qui permet la compréhension le fonctionnement des systèmes et sous-systèmes temporels, de ranger le lexique de façon descendante et de raisonner par déduction. A l'heure actuelle, Pierre raisonne plutôt par induction et classe son vocabulaire du plus précis au plus général.

Deuxièmement, l'épreuve de sériation a montré que les conduites de mise en relation ne sont réalisées que si elles sont induites par l'adulte. Il n'est donc pas encore capable de comparer et de hiérarchiser les informations efficacement. Spontanément, Pierre reste sur une modalité figurative, il est centré sur ses perceptions visuelles et n'est pas en mesure de tirer des lois et des conclusions à partir des propriétés physiques du réel. Ainsi, il n'a pas encore acquis la transitivité, même de façon intuitive, nécessaire à l'acquisition des notions d'ordre et de succession qui sont les compétences socles des constructions temporelles.

En outre, Pierre présente une lenteur importante pour traiter les questions et sa mémoire de travail semble rapidement saturée car il demande régulièrement que les consignes lui soient répétées.

3.2 Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.

Pierre est capable de se repérer dans les moments de la journée et il sait que le terme « déjeuner » est associé au repas du midi et à quelle heure correspond « midi ». Cependant,

l'utilisation de l'horloge et des heures comme unités comptables semblent difficiles pour lui. En effet, bien qu'il sache à quoi correspondent les différentes composantes du cadran d'une horloge, il ne sait pas indiquer midi pile avec une horloge pédagogique. Midi étant un horaire de référence en début d'apprentissage, cela laisse supposer qu'il ne sait pas représenter d'autres horaires sur ce type d'horloge.

Les calculs d'horaires simples en rétroaction ne sont pas maîtrisés et Pierre semble confondre l'horaire avec la durée. A la question : « Si un match finit à midi et qu'il dure 2 heures, à quelle heure commencera-t-il ? », il répond successivement : « le match commence à 2 heures » puis « à 1 heure ». En outre, il semble ne pas mesurer que sa réponse n'est pas conforme à la réalité.

Sa connaissance vis-à-vis des structures horaires et de leur utilisation est donc en début de construction, à l'instar d'enfants d'environ 7 ans.

3.3 Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.

Pierre connaît la date complète à un jour près (jour, mois, année) et arrive, malgré une latence importante, à faire des calculs de dates rapprochées de façon efficace. Cependant, il n'est pas encore en mesure d'expliquer la procédure qu'il a utilisée.

Extrait :	
ADULTE :	Ta meilleure amie Clémence t'a invité à venir jouer au basket samedi prochain. Quel jour ce sera ?
ENFANT :	<i>*Latence importante*</i>
ADULTE :	Comment tu peux savoir ?
ENFANT :	<i>*Latence importante*</i>
ADULTE :	Tu as besoin d'aide ?
ENFANT :	Hm.
ADULTE :	Comment tu as fait là déjà, pour chercher ? Tu veux qu'on te redise ?
ENFANT :	Hm.
ADULTE :	Ta meilleure amie Clémence t'a invité à venir jouer au basket samedi prochain. Est-ce que tu peux me donner la date à laquelle tu iras voir Clémence jouer au basket ?
ENFANT :	<i>*murmure pendant un certain temps*</i> le huit ?
ADULTE :	Oui ! Bravo ! Comment tu as fait pour savoir ?
ENFANT :	Bah j'ai réfléchi.
ADULTE :	Et qu'est-ce que tu t'es dit dans ta tête ?
ENFANT :	Que c'était le 8.

Étant donnée l'efficacité de son calcul de dates rapprochées, nous supposons que sa capacité à se repérer dans la semaine et sa connaissance de la chaîne verbale des jours est acquise.

3.4 Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.

Il n'est pas capable de savoir quel mois nous étions quatre mois auparavant et il ignore le processus pour réaliser ce calcul. Lorsque la question : « peux-tu me dire quel mois nous étions il y a quatre mois ? » lui est posée, il compte en proaction à partir de janvier et répond « avril ». Il n'arrive donc pas à compter à rebours, que ce soit à partir de sa représentation mentale des mois ou du calendrier. Cependant, étant donnée sa réponse, nous supposons qu'il a construit une stratégie pour résoudre ce type de calcul en proaction mais elle n'est pas encore opérationnelle. Sa difficulté à compter en rétroaction concorde avec le fait qu'il n'ait pas encore construit la réversibilité, nécessaire à ce type d'opération.

3.5 Conclusion et repère d'âge

Pour conclure, les temps de latence de Pierre semblent être le signe de difficultés d'apprentissage et de raisonnement : il demande régulièrement à l'orthophoniste qu'elle lui répète les consignes et peine à en retenir les informations. Cette lenteur a également pu entraver l'acquisition du fonctionnement des outils sociaux permettant de mesurer le temps : lors des problèmes posés par l'orthophoniste, il n'utilise pas spontanément le calendrier ou l'horloge pédagogique et il déclare n'avoir jamais utilisé d'agenda. Pierre recourt à une syntaxe simple et des phrases courtes. Il peine à justifier ses réponses de manière à expliquer la procédure utilisée pour obtenir tel résultat à un problème. Pour comparer deux dates, il emploie une expression spatiale plutôt que temporelle : « 2008 c'est plus haut [que 6000 av. J.-C.] ». Cet exemple illustre le fait que les notions spatiales et temporelles se construisent de façon concomitante et interdépendante, ce qui nous pousse à nous interroger au sujet de son aptitude à les différencier. Étant donné le peu de données que nous possédons, nous ne pouvons pas évaluer à quelle tranche d'âge s'apparentent ses connaissances temporelles.

Néanmoins, son appropriation des structures horaires nous laisse supposer qu'elles se situent autour de celles des enfants de 7 ans.

4 Cas n°3 : Paul, âgé de 9 ans et 6 mois au moment de la séance, suivi en orthophonie depuis Octobre 2017 pour un trouble du langage écrit, requalifié en trouble des apprentissages depuis mai 2019.

4.1 Les troubles de la cognition mathématique observés chez Paul.

Paul est scolarisé en CE2 (il a doublé son CE1). Il consulte en orthophonie depuis octobre 2017 pour des troubles du langage écrit puis de la cognition mathématique. Concernant le raisonnement logique, Paul n'a pas accès à la classification, ni à la sériation. De ce fait, il n'a acquis ni la transitivité, ni l'inclusion. Cependant, son trouble est plus important que celui des enfants précédents car ses conduites se cantonnent à la description du matériel. Il ne compare pas du tout les objets entre eux, il n'en extrait aucune propriété et n'en tire donc ni loi, ni conclusion. Ses conduites sont exclusivement perceptives, il lui est impossible de se détacher des propriétés visuelles et sa pensée est statique et ancrée dans l'immédiateté : il n'a acquis ni l'ordre, ni la succession et ne peut considérer les transformations des objets. Il n'est donc pas en mesure de construire des liens causaux ou temporels.

4.2 Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.

Paul est capable de se repérer dans la journée en sachant si nous sommes le matin, l'après-midi ou le soir mais il peine à comparer les grandes activités du quotidien entre elles et à les situer selon des horaires. Nous avons pu l'observer lors d'une activité dont le but est d'associer des étiquettes « horaires » à des étiquettes « événement de la journée ». Cet exercice révèle dans un premier temps que Paul n'arrive pas à relier les horaires exacts aux événements correspondants. Il range les étiquettes par tâtonnement, sans tenir compte de l'ordre chronologique. Lorsque l'orthophoniste retire les horaires pour ne conserver que les événements afin de les ranger par ordre chronologique, il déclare être mis en difficulté par la

diversité des termes désignant les différents repas de la journée. Ainsi, il place les étiquettes dans l'ordre suivant : « déjeuner », « arrivée à l'école », « départ de l'école », « dîner », « petit-déjeuner », « coucher ». Il déclare pendant l'activité que le dîner se déroule l'après-midi et qu'il ne sait pas à quelle heure on mange « le repas du midi ». Sa méconnaissance des termes désignant les moments-clés de la journée a un impact significatif sur sa capacité à comparer ces événements entre eux.

En outre, sa connaissance des structures horaires est altérée car il ne connaît pas les équivalences heures-minutes-secondes y étant associées. Lorsque l'orthophoniste lui demande combien d'heures il y a dans une journée, il répond « 2 heures », puis « 12 heures ». Ensuite, il rectifie : « il y a deux tours d'une horloge pour une journée...24 heures ? ». Paul a donc besoin de reconstituer tout un cheminement de pensée pour retrouver le nombre d'heures exactes qu'il y a dans une journée. Il ne sait pas combien de minutes compte une heure et lorsque l'adulte l'interroge à ce sujet, il répond : « 1 minute ça fait...2 minutes ? ».

Ces difficultés sont accrues par le fait qu'il n'a pas encore construit de représentations internes des durées. Par exemple, lorsque l'orthophoniste l'interroge sur ce que l'on peut faire en 1 minute, il affirme que « nous avons le temps d'aller au restaurant, d'y manger et de repartir ».

Malgré ces difficultés, il a retenu à quoi correspondent les éléments d'un cadran et comment représenter 1 heure qui passe : il arrive à indiquer midi sur une horloge pédagogique, même s'il n'a pas encore compris la relation entre les chiffres de l'horloge et les nombres représentant les heures de l'après-midi. Par exemple, il affirme que 13h correspond à 2 heures de l'après-midi.

Ne possédant pas suffisamment de connaissances à propos du système des horaires et de son fonctionnement, il est impossible pour Paul d'élaborer une stratégie afin d'y appliquer des calculs. Lorsque l'orthophoniste lui demande à quelle heure terminera un match qui commence à 13 heures et dure 2 heures, il n'est pas en mesure de donner une réponse.

4.3 Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.

Paul connaît la chaîne verbale des jours de la semaine et connaît la date à un jour près. Il est donc capable de se repérer dans la semaine. Cependant, il n'a pas encore développé de stratégie pour effectuer un calcul de date rapprochée. En situation de problème, lorsque l'orthophoniste lui demande de donner la date de « samedi prochain » (le lendemain de la séance), il ne comprend pas à quelle date cela réfère et ne cherche pas à lever l'ambiguïté du terme « prochain ». Il déclare que « samedi prochain est dans 5 jours », sans répondre précisément à la question. C'est seulement lorsque l'orthophoniste lui explique la consigne et que « samedi prochain » correspond au lendemain qu'il est capable de donner la date exacte.

4.4 Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.

Paul ne connaît pas les mois de l'année : lorsqu'il doit les réciter, il omet les mois de février, mai et novembre. Il lui arrive également de confondre le jour avec le mois et le mois avec l'année. Lorsque l'orthophoniste lui demande de combien de jours est composé un mois, il commence par dire qu'« il y a 1 seul jour ». Il rectifie peu après déclarant qu'un mois fait 31 jours. Il sait que la moitié d'un mois fait environ 15 jours mais il ne sait pas à quoi correspond 1 mois et demi. Lorsque l'orthophoniste lui demande combien il y a de semaines dans un mois, il répond « 31 semaines », ce qui nous laisse supposer qu'il confond parfois les jours et les semaines.

Paul est capable de dire en quelle saison nous sommes mais il ne peut pas citer les quatre saisons malgré l'étayage de l'orthophoniste. Les problèmes mettant en jeu les mois de l'année ne peuvent donc pas être résolus. Calculer quel mois nous serons dans x mois (proaction) et lequel nous étions il y a x mois (rétroaction) n'est donc pas possible pour Paul. La présence du calendrier ne l'aide pas et lorsque l'orthophoniste lui demande par quel mois il doit commencer à compter, il répond « juin » alors que la séance se déroule au mois de mars.

En outre, Paul ne peut pas associer de grands événements à une saison. Lors d'une activité mettant en jeu des étiquettes bleues « saisons » et des étiquettes rouges

« événements » à associer, il met ensemble « l'été » et « pâques », « Halloween » et « le printemps », « les grandes vacances » et « l'automne » et « Noël » avec « l'hiver ». Lorsque l'orthophoniste lui demande de donner la date de Noël et d'Halloween, il ne peut pas répondre et il situe les grandes vacances en juillet.

Malgré cela, Paul connaît la date de son anniversaire et peut le situer sur le calendrier en retrouvant d'abord le mois puis le jour. Cependant, cette opération reste très lente chez lui et trouver chaque date lui demande environ une vingtaine de secondes.

Tous ces éléments nous montrent que Paul n'a pas acquis les connaissances de base, ni construit une compréhension fiable des sous-systèmes temporels constituant une année (qu'il s'agisse des mois, des saisons ou des événements importants y étant associés).

4.5 Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.

Paul ne sait pas ce qu'est un siècle et ignore le siècle actuel. A la question « sais-tu en quel siècle on est ? », il répond dans un premier temps : « dans quoi ? » ; puis « 2020 » après que l'orthophoniste lui a expliqué la notion de siècle. Concernant la Seconde Guerre Mondiale, il ne peut en décrire quelques faits ni dire quand elle s'est déroulée. Tout ce qu'il affirme c'est « qu'il y en avait deux ». Cela nous montre qu'il n'a pas encore acquis la capacité de contextualiser des faits historiques ou de reculer dans un passé plus lointain, ce qui est cohérent étant donné qu'il ne sait pas encore se repérer dans l'année.

Les calculs d'âges en fonction de l'année de naissance et vice-versa, acquis normalement vers 8/9 ans, ne sont pas encore possibles pour Paul. Lorsque l'orthophoniste lui demande quel âge a une personne née en 2001, il répond dans un premier temps : « il a 100 000 ans ». Puis il dit « 34 ans » en expliquant que son frère, né en 1992 a 27 ans et que 2001 étant une date proche, 34 lui semble convenable. Le fait qu'il propose dans un premier temps un âge aussi éloigné, puis qu'il nous indique une date approximative dans un second temps, nous montre que le lien entre la date et l'âge n'est pas encore construit et que sa conceptualisation du nombre est encore très imprécise.

4.6 Observation des habiletés langagières :

Lors d'une activité où il doit placer les adverbes temporels « du plus souvent au moins souvent », il commence par mettre l'étiquette « toujours » au milieu des autres étiquettes. Pour finir, il range les adverbes dans l'ordre suivant : « toujours », « parfois », « rarement », « souvent », « jamais ». En outre, il confond les termes avant/après. Nous en déduisons qu'il n'a pas accès au sens logique de ces différents adverbes.

Lorsque l'orthophoniste lui demande de raconter ce qu'il a fait la semaine passée, il n'évoque que deux éléments spontanément, malgré les étayages de l'orthophoniste. Il emploie des phrases courtes et les évoque dans un ordre aléatoire, sans les situer dans le temps.

Extrait :

ADULTE : Depuis qu'on s'est vus, qu'est-ce que tu as fait ?

ENFANT : Euh j'ai...hm...j'ai lu.

ADULTE : Ah ! Super !

ENFANT : Hm...c'est tout.

ADULTE : C'est tout. Tu n'es pas allé à l'école ?

ENFANT : Ah, si !

ADULTE : Ah ! Oui ? Et tu as fait d'autres choses sympas ?

ENFANT : Bah oui !

ADULTE : Vas-y raconte !

ENFANT : J'ai aussi joué avec mes amis.

ADULTE : Hm ! Ah oui ? Chez toi ?

ENFANT : Hm...pas chez moi ! A l'école et chez moi.

ADULTE : D'accord. Tu as joué à quoi ?

ENFANT : Aux...à des guerriers.

Lorsqu'on lui demande de raconter une histoire à partir d'images séquentielles, il raconte l'histoire dans l'ordre chronologique mais sans faire de lien de cause à effet. Par exemple, il évoque le garçon de l'histoire qui tombe dans la boue, sans expliquer que c'est le chien qui l'a fait tomber en tirant brutalement sur la laisse. Il n'utilise pas de connecteur logique et emploie le présent durant tout son récit.

Toutes ces difficultés (ordonner les adverbes de temps ou de fréquence et organiser mentalement les événements les uns par rapport aux autres) sont directement en lien avec les conduites de mise en relation et avec l'acquisition de la transitivité qui sont déficitaires chez Paul.

Pour conclure, si nous faisons la synthèse des compétences observées chez Paul, ces dernières s'apparentent à celles des enfants de moins de 7 ans.

5 Cas n° 4 : Jacques, 9 ans et 6 mois, suivi en orthophonie depuis octobre 2017 pour un trouble du langage écrit, requalifié en trouble des apprentissages depuis mai 2019.

5.1 Les troubles de la cognition mathématique observés chez Jacques.

Jacques est le frère jumeau de Paul. Il consulte en orthophonie depuis octobre 2017 pour un retard d'acquisition du langage écrit requalifié en troubles des apprentissages avec troubles de la cognition mathématique. Concernant le raisonnement logique, tout comme son frère, il ne questionne pas les éléments en termes de classe ou d'ordre. Il n'a donc construit ni la transitivité, ni l'inclusion. Ses conduites se cantonnent à la description du matériel. Il ne compare pas du tout les objets entre eux, il n'en extrait aucune propriété et n'en tire donc ni loi, ni conclusion. Ses conduites sont exclusivement perceptives, il lui est impossible de se détacher des propriétés visuelles et sa pensée est donc statique et ancrée dans l'immédiateté : il n'a acquis ni l'ordre, ni la succession et ne peut considérer les transformations des objets. Il n'est donc pas en mesure de construire des liens hiérarchiques, causaux ou temporels.

5.2 Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.

Lorsque l'orthophoniste lui demande si nous sommes le matin, le midi, l'après-midi ou le soir, il donne la bonne réponse. Néanmoins, lorsqu'elle lui propose de se justifier, il répond « parce que ça se voit ». Il n'évoque ni son vécu propre, ni les activités de la journée qui sont déjà passées, ni les horaires relatifs aux moments de la journée. Jacques sait à quoi correspond l'aiguille des heures mais il confond l'aiguille des minutes avec celle des secondes. Il ne peut pas indiquer l'heure sur une horloge factice. Il sait représenter une heure qui passe mais pas un laps de temps de deux heures. On en déduit qu'il ne réalise pas qu'une durée de deux heures correspond à une heure ajoutée à une heure. Il sait qu'une journée contient 24 heures mais il ignore qu'une heure est composée de 60 minutes : il pense qu'une heure fait « 100

minutes ». Ses connaissances de bases associées au système des horaires sont donc encore trop imprécises pour son âge.

Jacques ne connaît pas les horaires associés aux activités quotidiennes qui ponctuent la journée. Lors d'un atelier dont le but est d'associer chaque activité quotidienne à un horaire, il procède de la façon suivante : il place les étiquettes horaires de façon aléatoire, il confond « l'arrivée à l'école » avec « le départ à l'école », il place « le coucher » à « 16 heures », « le déjeuner » à « 8 heures », « le départ de l'école » à « 9 heures », « l'arrivée à l'école » à « 12 heures », « le diner » à « 21 heures » et « le petit-déjeuner » à « 19 heures ». Lorsque l'orthophoniste restitue ses réponses oralement, il estime que son organisation est juste. Face à la difficulté du patient, elle lui propose de trier les étiquettes « activités » dans l'ordre chronologique. Il les range de la façon suivante : « déjeuner », « départ de l'école », « arrivée à l'école », « diner », « petit-déjeuner », « coucher ». En outre, à l'instar de son frère jumeau, il déclare ne pas différencier les termes associés aux repas de la journée.

Toutes ces observations nous montrent que sa façon de se repérer dans la journée est imprécise et qu'il ne s'est pas encore saisi des outils sociaux car il n'a pas encore construit le système horaire. Il devrait pouvoir s'appuyer sur les activités quotidiennes pour se repérer mais sa méconnaissance du vocabulaire les désignant le freine pour y parvenir. Ceci expliquerait qu'il n'arrive pas à expliquer pourquoi nous sommes le matin/l'après-midi/le soir.

5.3 Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.

Jacques connaît les jours de la semaine et sait quel jour nous sommes. Cependant, sa capacité à se repérer dans la semaine et à faire des calculs de dates rapprochées semble fragile.

<u>Extrait :</u>	
ADULTE :	Ton amie Clémence t'as invité à venir la regarder jouer au basket samedi prochain, quel jour ce sera ?
ENFANT :	Hm...euh...samedi ?
ADULTE :	Hm ! Samedi prochain ! Et ce sera quelle date ?
ENFANT :	Hm, j'sais pas trop...

ADULTE :	C'est quand samedi ? Dans combien de temps ?
ENFANT :	Hm...5 jours ?
ADULTE :	On est quel jour aujourd'hui ?
ENFANT :	Le 5 ?
ADULTE :	Presque ! le 6 ! Et on est quel jour de la semaine ? [...] Est-ce qu'on est mercredi ?
ENFANT :	Non. On est vendredi.
ADULTE :	Vendredi ! Alors c'est quand samedi ? Dans combien de temps ?
ENFANT :	Dans...demain ?
ADULTE :	Hm ! c'est demain ! donc c'est dans combien de jours ?
ENFANT :	Dans...7 jours ?
ADULTE :	Dans 1 jour ! Et comme c'est dans 1 jour, on sera quelle date ?
ENFANT :	Hm...dimanche ?

Cet extrait nous montre qu'il est capable de donner le jour du mois à un jour près mais le contexte de résolution de problème semble le perturber car en situation de conversation ordinaire, il est capable de dire quel jour nous étions la veille et quel jour nous serons le lendemain. Plusieurs hypothèses pourraient expliquer sa difficulté : il peut ne pas avoir compris le terme « prochain » le poussant ainsi à dire que samedi prochain est dans « 5 jours » puis « 7 jours » et il n'arrive pas à réactualiser le fait qu'on parle du lendemain ; il n'a pas compris le cheminement que l'adulte lui propose ; l'énoncé du problème lui est resté obscur. Quelle que soit l'hypothèse, cet extrait nous montre que Jacques n'a pas encore élaboré de stratégie pour réaliser des calculs de jours rapprochés car il n'est pas en mesure de proposer de réponse sans l'étayage de l'adulte.

5.4 Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.

Bien que Jacques sache en quel mois nous sommes au moment de la séance, il ne connaît ni les noms, ni le nombre des mois. Lorsque l'orthophoniste le questionne, il affirme qu'il y a 10 mois dans une année et il n'arrive à citer que « mars, avril et mai ». Au cours d'un exercice, il fait une erreur et dit que nous sommes en avril (au lieu de mars) et lors d'un problème de calcul de date, quand on lui demande de donner un mois, il cite l'année en cours. En outre, il ne connaît pas le nombre de jours dans 1 mois : il répond 12 jours dans un premier temps, puis 20 jours et revient à sa proposition initiale. Il pense également qu'un mois est composé de deux semaines. Ces erreurs nous montrent que l'acquisition des connaissances

relatives aux mois n'est pas encore achevée. En outre, il ne maîtrise pas encore le calendrier : il n'arrive pas à représenter un mois et demi sur le calendrier et n'arrive pas à compter 45 jours sur le même support. En effet, une fois arrivé à la fin du mois, il se bloque et ne sait pas comment poursuivre le décompte. Quand l'orthophoniste lui demande de calculer quel mois nous étions quatre mois plus tôt, il dit « juin ». Quand elle lui demande comment il a procédé, il répond qu'il a « compté en arrière » en faisant « mars, avril, mai, juin ». S'il a compris qu'il fallait compter en rétroaction, il n'arrive pas à l'effectuer mentalement ou sur le calendrier.

De même que pour les mois, Jacques n'arrive pas restituer les quatre saisons : il a besoin de l'ébauche phonémique de l'adulte car l'indigage sémantique n'est pas suffisant. En effet, il ne possède pas de représentation mentale suffisamment riche de chacune des saisons pour les retrouver via ce processus : il ne peut donc pas les mettre en lien les unes avec les autres. En outre, bien qu'il sache dire en quelle saison nous sommes, il ne peut néanmoins pas dire celle qui lui succèdera dans 10 jours.

Ces difficultés se retrouvent lors d'un exercice dont le but est d'associer les saisons à un événement : il associe Noël à l'hiver, les grandes vacances à l'automne puis au printemps, Halloween à l'été et Pâques à l'automne. Concernant les grands événements, il ne connaît pas leurs dates. Lorsqu'on lui demande de nous restituer sa date d'anniversaire, il répond « l'Août 10 » : le mois est correct mais pas le jour et la structure de sa phrase ne correspond pas à l'énonciation d'une date. Il dit également que Noël est en mars et ne sait pas quand se situent les grandes vacances. Il connaît cependant le mois de la rentrée des classes.

Tous ces éléments nous montrent que Jacques n'a pas construit les connaissances relatives aux sous-systèmes des mois et des saisons et n'a pas opéré leur mise en lien. Ainsi, il semble difficile pour lui de se repérer ou de se projeter dans l'année, voire dans le mois en cours. De même, l'utilisation du calendrier ainsi que les calculs de dates éloignées ne sont pas maîtrisées.

5.5 Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.

Jacques n'a acquis la notion de siècle : lorsque l'orthophoniste lui demande en quel siècle nous sommes, il répond par une localisation spatiale/géographique (« en France »). Après une explication de l'orthophoniste, il se réfère à l'année (2019-2020) et n'arrive pas à s'approprier le fait qu'un siècle correspond à 100 ans. Lorsqu'elle lui demande ensuite quel siècle était juste avant le nôtre, il fait référence à une époque en évoquant une population : « les romains ? les gaulois ? ».

Concernant la Seconde Guerre Mondiale, il dit en avoir entendu parler mais fait référence à la guerre des tranchées. Quand on lui demande s'il en connaît les dates, il n'est pas capable de les restituer. Cela nous montre qu'il est en mesure de retenir quelques faits historiques, bien que cela soit de façon imprécise, mais de le situer par rapport à aujourd'hui.

Pour conclure, étant données les acquisitions temporelles de Jacques, on peut estimer que ses compétences correspondent à celles des enfants de moins de 7 ans. Ses capacités de repérage se limitent à la semaine et ses connaissances de bases des sous-systèmes des mois et des saisons sont encore trop fragiles et instables pour y appliquer des stratégies de raisonnement (planification et calculs).

6 Cas numéro 5 : Jean, âgé de 11 ans et 6 mois, scolarisé en CM2 (a redoublé son CE1), vient en séance d'orthophonie depuis octobre 2018

6.1 Les troubles de la cognition mathématique observés chez Jean

Jean évolue dans un contexte familial perturbé et il présente des carences psychoaffectives. Il consulte en orthophonie dans le cadre d'un trouble de raisonnement associé à un trouble d'acquisition du langage écrit. Bien que les structures logiques n'aient pas été retestées exhaustivement au dernier bilan, le trouble de raisonnement est toujours visible à travers une épreuve de conduite de mise en relation : ses conduites révèlent qu'il ne

cherche pas spontanément à comparer les objets les uns avec les autres et c'est seulement en s'appuyant sur ses perceptions visuelles et grâce à la manipulation qu'il parvient à mettre en place une sériation. L'orthophoniste observe par ailleurs que ses conduites ne sont pas conformes à son âge réel, car il procède rarement par raisonnement intuitif. En effet, Jean commence à faire des liens entre les différents éléments du matériel mais il n'est pas encore capable d'en tirer des déductions. La transitivité n'est donc pas encore construite et il n'est pas encore capable d'avoir une vision globale du matériel.

En outre, l'empan auditivo-verbal, mesuré par la répétition de séries de chiffres à l'endroit et à l'envers, est déficitaire, ce qui peut avoir un retentissement plus général dans les apprentissages.

6.2 Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.

Jean connaît le fonctionnement des sous-systèmes composant le système horaire. Il sait que 60 secondes correspondent à 1 minute (bien qu'il se trompe dans un premier temps et dise que cela fait 1 heure) et peut globalement concevoir ce que représente cette durée. Il est également capable d'estimer des durées plus longues, telles que celles d'un repas (évaluée à 45 minutes) ou d'un film au cinéma (« plutôt une heure et 3 heures pour le *Titanic* mais c'est rare que c'est 3 heures »). Il a également conscience de l'indépendance du temps vis-à-vis des outils sociaux.

Concernant l'utilisation de la montre, il est capable de lire et d'indiquer différentes heures avec la petite aiguille sur un outil pédagogique mais il place systématiquement la grande aiguille sous la petite sans prendre en compte les minutes (15h15 est représenté au lieu de 15h30, 17h25 au lieu de 17h etc.). Concernant sa capacité à se repérer dans la journée, il confond les termes « petit-déjeuner » et « déjeuner » mais il est capable de dire qu'il petit-déjeune à 7 heures et qu'il déjeune à midi. Il associe donc ces événements à des heures bien précises. Il est capable d'utiliser ces notions en outil pour effectuer des calculs d'horaires en rétroaction mais pas en proaction.

<u>Extrait 1 :</u>	
ADULTE :	Le match s'arrête à l'heure du déjeuner, à 12 heures tu as dit, et il dure deux heures. Est-ce que tu peux savoir à quelle heure il avait commencé ?
ENFANT :	Bah avant le déjeuner...
ADULTE :	Il s'est arrêté à 12 heures à l'heure du déjeuner et il avait duré 2 heures.
ENFANT :	*se saisit de l'horloge pédagogique, représente midi sur l'horloge et fait reculer la petite aiguille sur le 10* Il a commencé à 10 heures
<u>Extrait 2 :</u>	
ADULTE :	Tu vas voir le prince de la glace 3 au cinéma avec Clémence et Abed. Le film commence à 15h30. Tu sais combien de temps ça dure un film d'habitude ?
ENFANT :	Hm...1 heure...3 heures pour le Titanic. Plutôt une heure des fois et c'est rare que c'est 3 heures.
ADULTE :	Ok donc plutôt 1 heure. Le film commence à 15h30, vers quelle heure penses-tu sortir du cinéma ?
ENFANT :	Bah vu qu'on a passé le déjeuner, midi, je pense qu'on va passer une heure de l'après-midi !
ADULTE :	Tu te souviens à quelle heure il a commencé le film ?
ENFANT :	Non.
ADULTE :	A 15 heures 30. Alors à quelle heure on sortira du cinéma ?
ENFANT :	Personnellement je dirais *représente 17h25 sur l'horloge pédagogique* 17h. 17h ? Non 15h.
ADULTE :	Alors à quelle heure tu sors du cinéma ? 5 heures ou 3 heures ?
ENFANT :	3 heures.
ADULTE :	Comment tu as fait alors pour calculer 3 heures ?
ENFANT :	Eh bah personnellement, quand on est très en retard, on finit plus tôt. Et en fait...je sais pas.
ADULTE :	Je pense que tu aurais pu trouver...il y avait plein d'informations dans la question : on avait dit que le film il commençait à 15h30...
ENFANT :	Ah ! ça se finit à 15 heures 30 !
ADULTE :	Non, ça commence à 15 heures 30. Et le film il durait 1 heure.
ENFANT :	Ah mais non, c'est 1 heure du coup...1 heure de l'après-midi...

Cet extrait nous révèle différents éléments : premièrement, Jean présente des difficultés pour retenir les informations d'un énoncé ; sa mémoire de travail est rapidement saturée, ce qui peut l'empêcher d'élaborer une stratégie et de résoudre le problème posé. A la fin de l'extrait, ce phénomène est accentué : il confond l'heure de début et l'heure de fin, la durée et l'horaire, et propose des horaires de fin impossibles. Pourtant, ces erreurs n'apparaissent pas lors de l'exercice précédent. Deuxièmement, il est habituellement plus facile pour un enfant de résoudre un calcul d'horaire en proaction qu'en rétroaction, en raison du développement tardif de la capacité à rétroagir chez l'enfant : en effet, la rétroaction

dépend de la réversibilité qui n'est mature que vers 10 ans (Russel et al. 2000). Néanmoins, le calcul en rétroaction que Jean devait résoudre s'appliquait à des heures pleines : les minutes n'étaient donc pas à prendre en compte. Tandis que pour le calcul d'horaire en proaction, il doit intégrer les minutes, il ne semble pas pouvoir l'effectuer spontanément : parmi ses réponses, il ne propose que des heures fixes (17h, 15h, 13h). Le sous-système des minutes n'est donc pas encore acquis, rendant l'utilisation du système horaire et ses outils de mesure encore imprécise.

6.3 Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.

Jean connaît la date à un jour près : il donne le bon jour de la semaine et le bon mois mais se trompe de numéro. Lorsque l'orthophoniste lui demande de résoudre un calcul de date, il commence par se demander quel jour nous sommes, ce qui nous montre qu'il a commencé à élaborer une stratégie de calcul. Cependant, cette stratégie n'est pas suffisamment avancée et il choisit de donner une date au hasard. Malgré le peu d'indices que nous avons, nous pouvons faire l'hypothèse qu'il a acquis les connaissances relatives au jour de la semaine, qu'il est capable de s'y repérer mais que l'utilisation de ces connaissances en outil n'est pas encore possible.

6.4 Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.

Jean possède déjà quelques connaissances basiques concernant les mois : il connaît la chaîne verbale des mois, sait qu'un mois correspond à 30 jours. Cependant, il ne pourra pas utiliser cette connaissance pour trouver ce que représente un mois et demi car il affirme que cela dure également 30 jours.

En outre, il n'a pas encore construit les liens entre les sous-systèmes des mois et des saisons : il ne sait pas associer correctement les saisons aux mois (il pense qu'en janvier nous sommes en automne et ne sait pas dire à quels mois correspond l'été), ce qui nous montre que sa capacité à se repérer dans l'année est fragile. Il est donc impossible pour Jean de raisonner

à partir de ce système. A cet égard, un exercice portant sur des calculs de mois qui ne sont réussis ni en proaction ni en rétroaction nous le confirme : l'enfant déclare que 4 mois avant mars, nous étions en « février » et il ne sait pas calculer quel mois nous serons 1 mois et demi plus tard. Il n'a pas non plus acquis l'aspect cyclique du temps. En effet, lorsque l'orthophoniste lui demande d'identifier la date dans 1 an, il pense que nous serons le même jour de la semaine mais il ignore quelle date et quel mois.

6.5 Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.

Jean semble être en train de construire la notion des siècles : c'est seulement en effectuant un certain cheminement qu'il arrive à retrouver le siècle qui précédait le nôtre. En effet, lorsque l'orthophoniste lui pose la question, il évoque d'abord « les années 80 », « 1080 » et finit par dire « XVIIIe » puis « XXe siècle ».

Il est également capable de retenir des faits historiques lointains car il est capable de raconter quelques faits de la Seconde Guerre mondiale. Lorsqu'on lui demande de quoi il s'agit, il fait référence à l'extermination des Juifs et à Hitler et fait également part de ses hypothèses quant à l'état psychique du dictateur. Néanmoins, il ne peut pas encore la situer dans le temps (« 1700 ? Je ne sais plus »).

Jean ne maîtrise pas encore les calculs de date de naissance en fonction de l'âge mais il a déjà commencé à élaborer une stratégie.

Extrait :

ADULTE : Ta sœur va avoir 15 ans, est-ce que tu peux me dire en quelle année elle est née ?
ENFANT : Elle est née en 1980...non...1999 ?
ADULTE : Alors comment tu fais pour trouver ça ?
ENFANT : Et parce qu'elle a 15 ans, ce serait pas que ce soit en 2000 euh...j'sais pas quoi. Qu'elle va avoir 15 ans...ah quoique si...2015...elle est peut-être née en 2000 et du coup elle a eu 15 ans en 2015.
ADULTE : Ah oui mais c'est dans 1 mois et demi qu'elle va avoir 15 ans.
ENFANT : Mais, du coup, là elle a 2014 pour elle.
ADULTE : Alors là on peut dire qu'elle est née en quelle année du coup ?
ENFANT : 2000 ? Du coup...

ADULTE :	On est en quelle année nous ?
ENFANT :	2020. Elle est jeune comme toi...
ADULTE :	J'ai un peu plus que 15 ans...
ENFANT :	Vous avez 20 ? dans les 20 ?
ADULTE :	Donc, elle aura 15 ans cette année, en 2020. Alors elle est née en quelle année ?
ENFANT :	*latence* eh bah c'est facile !!! On a juste à enlever 15 à 20 ! Enfin, 14 à 20 !
ADULTE :	Ah !
ENFANT :	Et on le saura ! eh bien ça fait 14 moins 4 moins 0, 4...1...1...1, ça fait 15...non attends...14, 2014.
ADULTE :	Elle est née en 2014 ?
ENFANT :	Non...elle aurait 5 ou 6 ans...je sais plus...

Cet extrait nous indique plusieurs éléments : pour répondre à la question de l'orthophoniste, Jean procède d'abord par tâtonnement, il cherche une date aléatoire qui lui semble plausible, il ne met pas de stratégie logique en œuvre. C'est lorsque l'orthophoniste lui redonne l'énoncé du problème avec le minimum d'informations qu'il adopte la bonne stratégie pour trouver la réponse. Néanmoins, cet extrait nous montre bien que son déficit d'habileté en calcul et sa non-conceptualisation du nombre l'empêchent de trouver la solution.

En outre, sa représentation de l'âge des individus et des stades de la vie semble altérée : en effet, il suppose que l'orthophoniste a 15 ans. Or, il ne met pas en lien cet âge avec le stade de la vie correspondant.

6.6 Observation des conduites langagières :

Lorsque l'orthophoniste lui propose de relater les actions qu'il a effectuées durant l'activité précédente, il est capable d'utiliser les temps verbaux adaptés en employant le passé composé pour évoquer ce qu'il vient de faire et le futur simple pour raconter ce qu'il fera le lendemain. Néanmoins, bien qu'il narre correctement tout ce qu'il a fait, il ne suit pas l'ordre chronologique des événements.

6.7 Conclusion et repère d'âge

Étant données toutes les observations recueillies, nous estimons les capacités liées aux notions temporelles de Jean similaires à celles des enfants de 7 à 8 ans : il commence à s'appropriier les systèmes horaires, peut se repérer dans l'année et dans les saisons, bien qu'il ne sache pas encore les mettre en lien ; il a acquis l'aspect objectif du temps social, il est capable de se projeter dans un passé lointain, il utilise les temps verbaux adaptés et il considère l'âge comme un calcul temporel. Néanmoins, la plupart des compétences acquises normalement à 9 ans ne le sont pas encore (lire/représenter l'heure correctement, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps et résoudre de problèmes de calcul de date ou de durées).

7 Cas numéro 6 : Louis, âgé de 8 ans et 8 mois, scolarisé en CE1 depuis 2 ans, consulte en orthophonie depuis mai 2018.

7.1 Les troubles de la cognition mathématique observés chez Louis

Louis consulte en orthophonie dans le cadre d'un trouble d'acquisition du raisonnement associé à un trouble d'acquisition du langage écrit. Les épreuves effectuées par l'orthophoniste ont révélé, tout d'abord, que les conduites classificatrices sont immatures : bien qu'il perçoive toutes les propriétés du matériel, il ne s'en saisit pas pour en rassembler les éléments selon les stratégies permettant ces classifications. Ainsi, c'est son regard qui le guide pour organiser les objets et non sa pensée logique : cela nous indique qu'il est encore très ancré dans la situation concrète et qu'il tire ses conclusions des indices perceptifs. Ainsi, Louis commence à envisager la transformation des objets mais sa pensée n'est donc pas suffisamment réversible étant donné son âge réel. Deuxièmement, cela nous montre que les conduites de classifications de Louis ne sont pas encore matures, ce qui l'empêche d'extraire des régularités et des lois logiques de ses expériences. Ainsi, il n'est pas encore capable de faire preuve de déduction et raisonne plutôt par induction.

De plus, les conduites de mises en relation ne sont pas non plus mentalisées. En effet, même s'il perçoit les propriétés de sériation, il est difficile pour Louis d'organiser des

éléments du plus petit au plus grand car il procède par tâtonnement à partir de ses perceptions. Il présente encore des difficultés à avoir une vision globale du matériel présenté et n'a pas encore construit intuitivement la transitivité. Cependant, c'est cette dernière qui permet à l'enfant d'établir des raisonnements de type que « si mardi est avant jeudi et que lundi est avant mardi, alors lundi est avant jeudi », qui permet d'intégrer la notion d'ordre et de succession, nous supposons donc que ces compétences sont altérées chez Louis.

7.2 Se repérer dans la journée, utiliser la montre, calculer des horaires.

Louis connaît les horaires clés qui ponctuent son quotidien : il sait précisément à quelle heure il prend son petit-déjeuner, arrive à l'école et se couche. Il est même capable de relever des variations lorsque les horaires habituels changent : il dit qu'il se couche habituellement à 20h30, bien qu'il se couche à 21h depuis quelques jours. Néanmoins, bien qu'il sache dire spontanément que le petit-déjeuner se déroule le matin et que le déjeuner correspond au repas du midi, la diversité de vocabulaire décrivant les repas de la journée le met en échec en situation d'exercice. En effet, il se trompe lorsqu'il doit accoler les bons horaires aux bons événements de la journée : dans un premier temps il place correctement le petit déjeuner à 7h et le déjeuner à 12 heures. Puis, quand il décide de traiter l'étiquette « dîner », il modifie ses premières réponses en mettant le dîner à 12h, le déjeuner à 7h, il remet le petit-déjeuner à 7h et dit que le déjeuner est à 16h. Bien que ses réponses spontanées soient justes, ses apprentissages sont encore instables et empreints d'incertitudes.

Concernant sa capacité à utiliser et à comprendre la montre, il sait indiquer l'heure sur un outil pédagogique. Cependant, il lui arrive de commettre des erreurs d'inattention qui l'amènent à représenter 13h30 au lieu de 15h30 durant un exercice. Bien qu'il ait appris à utiliser la montre, il ne sait pas à quoi correspondent trois quarts d'heure et 60 secondes. Lorsque l'orthophoniste lui demande si 60 secondes correspondent à une longue durée, il répond par l'affirmative. Sa capacité d'estimation du temps est encore imprécise, qu'elle porte sur durées courtes ou plus longues. En effet, il semble appréhender « 1 minute » comme une expression décrivant une courte durée, au même titre que l'affirmation (« j'en ai pour 1/2/3...5 minute(s) ! »). Il pense avoir le temps de sortir du gymnase pour aller boire aux toilettes de l'école et en revenir durant la même séance d'éducation physique, malgré la distance importante entre les lieux. De la même façon, il pense qu'un déjeuner habituel dure

10 minutes et qu'un film dure 1 heure. Bien que ces propositions soient plausibles, elles ne concernent que quelques exceptions et ne conviennent pas dans la plupart des cas. Enfin, il a conscience de l'indépendance des outils sociaux vis-à-vis du temps qui passe mais les contre-suggestions de l'orthophoniste le font hésiter : cette connaissance ne constitue donc pas encore pour lui un socle de certitudes solides. Tous ces éléments révèlent que la perception et les connaissances basiques de Louis concernant le système des horaires sont encore trop fragiles pour son âge.

En outre, le calcul des horaires de début ou de fin d'un événement n'est pas encore maîtrisé. Lorsqu'on lui demande à quelle heure a commencé un match qui dure deux heures et termine à midi, il lève trois doigts et affirme qu'il a commencé à 8 heures. Lorsque l'orthophoniste verbalise sa réponse : « il commence à 8 heures, il finit à midi et il a duré deux heures ? », l'enfant valide son affirmation. Il modifie par la suite sa réponse en déclarant que le match a commencé à 11 heures en procédant de la même façon et lorsque l'orthophoniste reprend ses dires, il pense que sa réponse est juste. Nous retrouvons cette façon de procéder pour calculer l'heure de fin d'un film : il semble donner une heure qui lui paraît approximativement juste sans faire de calcul précis. Il n'a donc pas encore acquis de stratégie pour calculer des horaires.

7.3 Se repérer dans la semaine, connaître les jours qui la composent et faire des calculs de dates.

Louis semble maîtriser les connaissances relatives aux jours de la semaine ainsi que leur utilisation. Il peut réciter la chaîne verbale des jours et peut restituer la date complète de façon spontanée. Il arrive cependant qu'il commette des erreurs d'inattention et se trompe de jour lors d'un exercice. Il fait également parfois preuve d'imprécision lexicale en considérant le week-end comme « un jour sans école » tel que le mercredi et en associant le terme « prochain » à une durée de 15 jours.

Concernant le calcul d'une date rapprochée, il est manifeste que Louis a déjà élaboré une stratégie fonctionnelle mais qu'il ne sait pas encore comment l'appliquer en situation de problème.

Extrait :

ADULTE : Ton amie Clémence t'a invité à la regarder jouer au basket samedi prochain. Quel jour ce sera ?

ENFANT : Samedi prochain ? Je sais pas... En tout cas c'est le week-end demain.

ADULTE : J'aimerais qu'on trouve la date !

ENFANT : Là on est le 10, demain on est le 11, 12, 13... Ah je sais pas... c'est dans combien de jours samedi... on est quel jour... mardi... ah deux jours plus deux semaines... *compte sur ses doigts*. Alors mercredi, jeudi, vendredi, samedi, dimanche, lundi, mardi...

ADULTE : C'est juste samedi-là !

ENFANT : Ah ! Alors... mardi mercredi *chuchote en comptant sur ses doigts* c'est dans 5 jours !

ADULTE : Alors ce sera quelle date ?

ENFANT : Ah ! la date ! Euh... *compte sur ses doigts* Alors... mercredi on est le 11, jeudi 12, vendredi 13, samedi 14.

Plusieurs éléments paraissent l'empêcher de mettre en place sa stratégie de calcul : l'ambiguïté du terme « prochain » et la difficulté qu'il éprouve pour calculer une date précise à distance. C'est seulement quand il comprend, avec l'aide de l'adulte, que le calcul s'applique au samedi « le plus proche », qu'il arrive à appliquer sa stratégie de façon efficace.

7.4 Se repérer dans l'année : connaître les mois, les saisons, les grands événements et calculer des dates.

Louis est capable de se repérer dans l'année : il connaît la date exacte et sait donc dire le mois actuel.

Bien que nous n'ayons pas tous les éléments permettant de l'affirmer, il semble capable d'associer de façon encore approximative les mois correspondant aux saisons. Il sait que décembre se situe en hiver et déclare que l'été dure de juillet à septembre. Cependant, il ne sait pas précisément quand s'opèrent les changements de saisons.

Les calculs de mois en proaction et en rétroaction sont presque maîtrisés. En proaction, il est capable de donner en quelques secondes la bonne réponse lorsque l'adulte lui demande quelle date nous serions 1 mois et demi plus tard. En rétroaction, lorsque l'orthophoniste lui demande de dire quel mois nous étions avant mars, il s'appuie sur ses doigts pour compter à rebours ; cette capacité montre qu'il a déjà élaboré une certaine représentation mentale du calendrier. Cependant, son calcul est rendu faux par une erreur lors de l'exercice : étant donné qu'il prend en compte le mois de mars lors du décompte, sa réponse est « décembre » au lieu de novembre. Sa stratégie est juste mais son utilisation est encore en cours d'acquisition.

7.5 Se repérer sur plusieurs années : connaître les siècles, les grandes époques historiques et les événements marquants, avoir conscience de l'aspect cyclique du temps, calculer l'âge ou la date de naissance d'une personne.

Louis n'a pas encore acquis la notion de siècle, qu'il confond avec les années. Cependant, il a conscience qu'il existe un lien entre siècle et année et il semble associer les siècles à un passé lointain. Lorsque l'orthophoniste lui demande quel était le siècle dernier, il répond : « 1810 ». De la même façon, pour les calculs d'horaires, il semble donner une date aléatoire qui lui semble approximativement juste.

Concernant la Seconde Guerre mondiale, il ne donne pas d'éléments ou des connaissances y étant associés, mais il estime qu'elle s'est déroulée entre 1814 et 1866. Il semble relier cet événement à un passé lointain imprécis sans savoir à quoi il réfère. Après 8 ans, un enfant est supposé avoir assimilé certains éléments historiques et pouvoir se projeter dans un passé lointain. Bien qu'avec ce seul élément on ne puisse pas dire que ces compétences ne sont pas acquises, il est tout de même à prendre en compte pour envisager un potentiel déficit.

Lorsque l'adulte lui demande la date à laquelle nous serons dans un an, il indique une date de manière aléatoire (le 12 février). Cependant, la compréhension de l'aspect cyclique du temps s'acquérant le plus souvent vers 9 ans, le fait que cette compétence ne soit pas acquise n'est pas alarmant.

Enfin, il n'a assimilé et mis en œuvre aucune stratégie pour calculer la date de naissance d'une personne. Lors d'un exercice mobilisant cette compétence, il cherche pendant un

certain temps à haute voix, il s'interroge sur son âge et celui de l'adulte présent mais ne pousse pas son raisonnement jusqu'au bout et répond finalement au hasard.

Extrait 2 :

ADULTE : Si ta sœur elle a 15 ans, elle est née en quelle année ?

ENFANT : Et nous on a quel âge ? ah moi j'ai 8 ans...dans un...en 2000...Elle est née en 2000 combien ?

ADULTE : C'est ce que je te demande !

ENFANT : En 2001 !

ADULTE : Comment tu as fait ?

ENFANT : J'ai choisi au pif !

7.6 Conclusion et repère d'âge

Pour conclure, si nous devions donner un repère d'âge, les compétences de Louis concernant les notions temporelles correspondent approximativement à celle des enfants de 7 ans : il commence à apprendre l'heure et les notions qui y sont associées, sait se repérer dans l'année et dans les saisons. Néanmoins, ses connaissances et sa maîtrise du vocabulaire sont encore trop faibles pour correspondre à celles de son âge réel.

DISCUSSION

1 L'interprétation des résultats

A travers cette étude de cas, nous avons choisi de différencier plusieurs profils d'individus malgré le peu de participants observés.

Le premier profil est élaboré à partir des conduites de Paul et Jacques : ils représentent les enfants dont la pensée fonctionne essentiellement à partir du système 1 du raisonnement car ils n'ont pas construit leur système 2, c'est-à-dire que leur raisonnement est encore statique et ancré dans l'immédiateté ; ces individus peinent encore à se décentrer et à construire des représentations mentales. Par conséquent, il leur est impossible de faire des liens entre les informations élémentaires relatives aux systèmes temporels et les retenir : leurs connaissances sur ce sujet sont alors similaires à celles des enfants de moins de 6 ans.

Le 2^e profil est celui de Marie et Pierre (cependant pour ce dernier nous n'avons pas pu recueillir suffisamment ses connaissances pour l'affirmer : il pourrait également appartenir au profil 3). Il s'agit d'un profil intermédiaire entre les profils n°1 et n°3, c'est-à-dire que l'enfant présente une pensée fonctionnant encore majoritairement selon le système 1 mais qu'il commence à mobiliser le système 2. Cela lui permet progressivement de questionner les propriétés du réel afin de les organiser mentalement. Les enfants appartenant à ce profil auraient acquis des connaissances relatives aux unités temporelles élémentaires. Bien que certaines connaissances soient encore déficitaires, ils commenceraient à pouvoir effectuer quelques opérations logiques et résoudre des problèmes à partir de ces connaissances.

Le 3^e profil correspond plutôt à Jean et Louis : il s'agit des enfants qui possèdent la majeure partie des connaissances de base relatives aux notions temporelles mais qui n'ont pas encore suffisamment d'accès à la conceptualisation pour effectuer les calculs ou les raisonnements qui y sont associés.

En marge de notre observation, nous pouvons faire l'hypothèse d'un 4^e profil qui engloberait les enfants exempts de troubles de la cognition mathématique, qui possèderaient une pensée mobile, capable de passer du système 1, intuitif et rapide, au système 2, plus lent mais fondé sur le raisonnement logique. Il s'agirait d'enfants ayant acquis la transitivité et

l'inclusion, raisonnant selon un mode majoritairement déductif plutôt qu'inductif. Ces enfants seraient capables de rétroaction et en mesure d'élaborer des représentations mentales. Ce profil correspondrait aux enfants ayant acquis à la fois les connaissances temporelles élémentaires et intégré les liens structurant le fonctionnement des systèmes imbriqués. Ainsi, ils seraient capables d'employer ces notions comme support de calcul ou de raisonnement.

Dans cette partie, nous segmenterons ce qui relève de l'acquisition des notions temporelles et leur utilisation en trois parties. Ces dernières correspondent aux niveaux de compétences relatifs à la construction des systèmes temporels : l'acquisition des connaissances temporelles, la compréhension de l'articulation des différents systèmes entre eux et l'utilisation des connaissances et des systèmes en tant que support de raisonnement et de calcul. Ces trois niveaux seront mis en relation avec les troubles de la cognition mathématique.

1.1 L'apprentissage des connaissances relatives aux notions temporelles

Avant d'effectuer cette étude, nous nous attendions à ce que les enfants porteurs de troubles de la cognition mathématique possèdent les connaissances relatives aux différents systèmes temporels. Nous imaginions en effet que les difficultés se remarqueraient plus dans les capacités à mettre en lien les différents systèmes et à y appliquer des raisonnements ou des calculs. Néanmoins, nous constatons que même les connaissances relevant d'un apprentissage par cœur sont touchées. Nous en déduisons donc que ce type d'apprentissage par cœur et par la répétition de l'utilisation du système conventionnel, à l'école ou dans le cadre familial, ne suffisent pas pour certains enfants porteurs de troubles de la cognition mathématique car leur pensée fonctionne essentiellement à partir du système 1 décrit dans le chapitre 2 de la partie théorique. Les enfants qui correspondraient au profil 1 (les cas n°2 et 3) semblent ne pas pouvoir intégrer les connaissances de base pour différentes raisons : premièrement, ils semblent présenter un déficit d'accès à la localisation bi-référentielle ; deuxièmement, ils n'ont pas encore construit de représentation mentale des connaissances temporelles de base et, troisièmement, n'ayant pas construit la réversibilité, il leur est difficile de rétroagir et de « projeter leur pensée vers l'arrière » (Russel et al.,2000).

1.1.1 Un défaut de construction du temps conventionnel en localisation mono-référentielle

L'enfant construit progressivement ses connaissances temporelles à partir de ses expériences personnelles ; elles sont indissociables jusqu'à 6 ans environ : on dit que l'enfant emploie une localisation temporelle mono-référentielle (Quartier, 2009). C'est à partir de ses expériences personnelles que l'enfant construit des représentations mentales et met du sens sur le vocabulaire temporel abstrait qu'il acquiert progressivement. Or, les cas n°3 et 4 ne semblent pas avoir construit ces représentations mentales pour s'approprier le vocabulaire temporel et, par extension, les outils conventionnels. Nous constatons qu'ils peinent à apprendre le vocabulaire relatif aux différentes activités de la journée (repas, arrivée, départ) et ils ne peuvent pas non plus citer les saisons et les mois de l'année dans leur intégralité, même avec l'aide de l'orthophoniste qui leur propose un indiçage sémantique (« c'est la saison où les feuilles tombent etc. », « c'est le mois des grandes vacances, il fait chaud etc. »). En effet, ces représentations n'étant pas encore construites, elles ne peuvent pas faire sens pour eux.

L'un des enfants n'est pas non plus capable de dire à quelle date se situe son anniversaire alors qu'il s'agit d'une date supposée être associée à une forte charge émotionnelle aidant à inscrire les informations en mémoire encore davantage. Si ces enfants ne parviennent pas à mémoriser les connaissances temporelles de base (saisons, mois etc.), c'est parce qu'ils ne sont pas en mesure de contextualiser leur pensée. Ils ne questionnent jamais leurs situations de vécu en termes de « [où, quand,] quoi, pourquoi et comment ? » (Morel, 2013, p.242) pour les inscrire dans un cadre qui va au-delà de l'ici et maintenant. De ce fait ils n'ont pas la nécessité cognitive de retenir les mois ou les saisons. Ainsi, les connaissances acquises en localisation mono-référentielle sont encore trop fragiles et il leur est encore impossible d'accéder à une localisation bi-référentielle.

1.1.2 Un déficit d'accès à la localisation bi-référentielle

C'est seulement vers 6 ans que l'enfant accède à une localisation bi-référentielle (Quartier, 2009), c'est-à-dire qu'il arrive à se détacher de ses perceptions spatiales et de son vécu pour situer des événements dans le temps physique. Or, nous observons que Paul et Jacques sont incapables d'estimer ou de se représenter des durées, de

coupler les moments de la journée à des horaires, d'associer des événements importants dans l'année et ils ne conceptualisent pas la notion de siècle que Jacques associe à une localisation spatiale (Adulte : « En quel siècle sommes-nous ? », Enfant : « en France ? »). Tous ces éléments semblent indiquer que ces enfants n'ont pas encore totalement construit la localisation « bi-référentielle », qui permet d'accéder au caractère objectif du temps. Cela nous laisse supposer que la capacité de décentration, en lien avec l'acquisition de cet aspect temporel n'est pas encore tout à fait efficiente.

1.1.3 Un déficit d'accès à la co-sériation des aspects objectifs et subjectifs du temps : se repérer dans l'Histoire et intégrer des faits historiques.

La co-sériation des aspects objectifs et subjectifs du temps (construit entre 6 et 8 ou 9 ans) permettent à l'individu de retenir des faits indépendants de sa propre histoire, qu'ils soient proches ou éloignés dans le temps. L'intégration des faits historiques nécessite également d'avoir compris la notion de siècle et de pouvoir se représenter mentalement un passé lointain. Sur les quatre enfants interrogés sur la Seconde Guerre Mondiale, aucun enfant n'a pu la situer temporellement et seul Jean, le plus âgé (11 ans et 6 mois), a été en mesure d'évoquer Hitler et l'extermination des Juifs. Jean est également le seul à avoir acquis partiellement la notion de siècle. Etant donné que nous voyons des similitudes entre les habiletés en cognition mathématique de Jean, Marie et Louis, nous faisons l'hypothèse que c'est grâce à son niveau culturel que Jean maîtrise mieux la notion de siècle et la possibilité d'évocation des faits historiques par rapport aux deux autres enfants. Néanmoins, en règle générale, dès 8 ans et demi, voire 9 ans, la plupart des enfants ont entendu parler de la Seconde Guerre mondiale par le biais de films, de visites dans des musées ou de témoignages et en connaissent au moins un fait. Cependant, ce n'est pas le cas de la plupart des enfants étudiés en séances d'orthophonie. Afin de confirmer cette observation, il aurait été intéressant d'interroger les enfants sur d'autres événements ou époques historiques : qu'ont-ils retenu sur la préhistoire, l'antiquité ou le moyen âge ?

1.2 Mettre en liens les différents systèmes temporels

La capacité à s'appropriier les différents systèmes temporels dépend principalement de deux facteurs : la compréhension des relations d'emboîtement qui régissent ces systèmes et l'acquisition des notions d'ordre et de succession. Nous observons que chez les enfants étudiés, ces deux aspects ne sont pas maîtrisés.

1.2.1 L'acquisition et le repérage au sein des différents systèmes temporels

Cette étude de cas multiples nous montre que la capacité à mettre en lien les différents systèmes temporels est particulièrement touchée chez tous les enfants observés. Bien qu'ils sachent tous dire quel jour, quel mois et en quelle année nous sommes (parfois à 1 jour près), aucun des enfants n'a acquis tous les systèmes temporels dans leur intégralité. Sur les 6 enfants observés, aucun n'est capable d'associer les bons mois aux bonnes saisons et seul un enfant arrive à apparier les bonnes saisons aux grands événements de l'année. Sur quatre enfants, seuls deux sont en mesure de dire qu'un mois est composé de trente jours et sur deux enfants observés, aucun n'est capable d'indiquer le nombre de semaines présentes dans un mois. En outre, aucun des enfants n'a acquis le système horaire dans toute sa complexité : certains enfants ne connaissent pas les relations d'équivalence entre les différents sous-systèmes (4 enfants sur 5, nous ne savons pas pour le cas n°2) et 3 enfants sur 6 ne savent pas qu'une heure correspond à 60 minutes et qu'une minute correspond à 60 secondes.

Comprendre la relation d'emboîtement qui relie les systèmes et les sous-systèmes entre eux dépend de l'acquisition de l'inclusion, pleinement mature vers l'âge de 9 ou 10 ans (Piaget et al., 1998). Étant donné qu'aucun de ces enfants n'a acquis l'inclusion et que seuls 3 enfants sur 5 commencent à mettre en lien les différents éléments au sein d'une classe bien qu'ils n'en extraient pas de généralités, ces résultats semblent concordants avec l'hypothèse opérationnelle n°3. En effet, pour un type de trouble (l'inclusion même intuitive n'est acquise pour aucun des enfants), nous observons une altération spécifique dans l'acquisition des notions temporelles (aucun des enfants n'a pleinement acquis les relations d'emboîtement entre ces systèmes).

1.2.2 Comprendre la notion de succession et la gestion chronologique du temps

Parmi les 6 enfants, seuls 3 perçoivent les propriétés de sériation et aucun n'a construit la transitivité. Or, nous constatons que la gestion chronologique du temps et la notion de succession sont altérées chez tous les enfants étudiés. Cette altération peut concerner un ou plusieurs systèmes simultanément, qu'ils structurent la journée, les mois ou les saisons. Par exemple, 3 enfants sur 6 n'ont pas acquis l'ordre d'apparition des mois et/ou des saisons et la même proportion pense que quatre mois avant mars, nous étions en avril ou en juin. Ensuite, lors de l'exercice dont le but est d'associer les activités de la journée avec les bons horaires dans l'ordre chronologique : sur les trois enfants, tous ont échoué. En outre, lors des problèmes de calculs d'horaires, 2 enfants sur 5 proposent un horaire de fin antérieur à l'horaire de début de l'activité. En plus de nous indiquer que les notions d'ordre et de succession sont altérées, nous sommes également conduits à penser que l'aspect ordinal du nombre n'est pas encore totalement acquis chez ces enfants puisque sa maîtrise permet de mettre du sens sur l'étiquetage des horaires et les numéros de jours.

Encore une fois, ces résultats semblent concorder avec l'hypothèse opérationnelle n°3. Aucun des enfants n'a acquis la transitivité et tous les enfants présentent des difficultés tant pour la gestion chronologique du temps que pour accéder aux notions d'ordre et de succession.

1.3 L'utilisation des savoirs en outils

1.3.1 L'utilisation des outils sociaux : l'horloge et le calendrier.

1.3.1.1 L'utilisation de l'horloge

L'utilisation de l'horloge commence à être apprise vers 7 ans et elle est pleinement maîtrisée vers 9 ans (De Broca, 2012). Elle repose en grande partie sur la compréhension du système des horaires, dont les sous-systèmes sont associés par des relations d'équivalence (1 minute = 60 sec etc.). Or, cette étude révèle que les savoirs de base associés aux horaires ne sont pas maîtrisés ce qui engendre des défaillances dans l'utilisation de l'horloge

pédagogique. En effet, sur 5 enfants, seul Louis arrive à représenter correctement les horaires proposés lors des activités, bien qu'il lui arrive encore de se tromper. Tous les autres enfants, quel que soit leur âge, ne maîtrisent pas cet outil : soit ils ne savent pas ce que représentent les différentes parties de l'horloge (2 cas sur 5), soit ils ont ces connaissances mais ne savent pas comment les appliquer (3 cas sur 5). Si l'on considère que les troubles de la cognition mathématique génèrent un déficit de la compréhension des structures temporelles et que c'est cette compréhension qui fonde le socle de l'utilisation des outils sociaux, alors nous pouvons considérer que les troubles de la cognition mathématique génèrent également un déficit dans l'utilisation des outils sociaux.

1.3.1.2 L'utilisation du calendrier

Selon Broca (2012), l'utilisation du calendrier commence à être maîtrisée vers 6 ans : l'enfant est capable de repérer quelques grands événements sur le calendrier tels que Noël ou son anniversaire. Nous avons vu au cours de cette étude que certains enfants ne sont pas encore capables d'associer des grands événements à des dates précises, des saisons ou des mois, ce qui leur complique l'utilisation du calendrier. En outre, nous constatons qu'aucun des 6 enfants observés ne maîtrise pleinement cet outil. En effet, 3 enfants ne se saisissent pas spontanément du calendrier pour répondre aux questions de l'orthophoniste ou pour s'aider lors des calculs de dates ; 3 enfants n'arrivent pas à représenter une durée sur cet outil et un des enfants présente une lenteur importante pour retrouver une date sur le calendrier, même s'il en est finalement capable.

L'utilisation optimale d'un calendrier nécessite d'avoir acquis la compréhension des systèmes temporels des jours, des semaines et des mois et de pouvoir s'y repérer. Or, nous avons vu précédemment que la gestion chronologique du temps, les notions d'ordre et de succession, ainsi que la compréhension de la notion d'emboîtement régissant les différents systèmes ne sont intégrées par aucun des enfants, ce qui expliquerait les difficultés qu'ils présentent dans l'utilisation de cet outil.

1.3.2 Mettre du sens sur les calculs temporels

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 2 de notre partie théorique, les calculs temporels se fondent sur la conceptualisation du nombre et son utilisation en outil. L'acquisition du nombre sous sa dimension conceptuelle dépend à la fois de la sériation, permettant d'accéder à l'aspect ordinal du nombre, et de la classification qui permet de comprendre l'aspect cardinal du nombre. L'aspect cardinal nous intéresse tout particulièrement car il apporte au nombre une valeur quantifiable, permettant de mettre du sens sur les calculs. Dans le cadre de cette étude, nous nous attendions donc à voir tous les enfants mis en difficulté par les calculs d'horaires, de dates et d'âges.

1.3.2.1 Les calculs d'horaires et de dates

Concernant les calculs d'horaires, nous constatons, en effet, étant donné leur âge respectif, tous les enfants présentent un déficit. Seuls Marie et Jean ont commencé à élaborer une stratégie de calcul, bien que celle-ci ne soit pas encore totalement fonctionnelle et automatique. Les autres enfants, quant à eux, semblent donner une réponse au jugé.

Concernant les calculs de dates rapprochées, seul un enfant est capable de résoudre le problème posé par l'orthophoniste mais il ne peut pas justifier sa réponse. Parmi les 5 autres enfants, seuls 3 individus ont commencé à élaborer une stratégie plus ou moins avancée mais encore insuffisante pour effectuer ce type de calcul.

Les calculs portant sur les mois ne sont pas mieux réussis que les calculs de dates rapprochées. Seul un enfant arrive à donner la bonne réponse en proaction et aucun n'arrive à effectuer le bon calcul en rétroaction. Cependant, qu'il s'agisse des calculs en proaction ou en rétroaction, 3 des 6 enfants ont élaboré une stratégie pour résoudre le problème posé, bien qu'elle ne soit pas encore efficiente. En proaction, seuls deux enfants n'ont développé aucune stratégie alors que ce nombre s'élève à 3 pour les calculs en rétroaction.

Tous ces éléments nous indiquent que les calculs en rétroaction sont plus difficiles à réaliser, ce qui coïncide avec le fait qu'aucun des enfants n'a encore acquis la réversibilité.

1.3.2.2 Le calcul de l'âge d'une personne en fonction de sa date de naissance et vice-versa

Parmi tous les individus étudiés, seuls quatre enfants ont travaillé sur les calculs d'âge en fonction de la date et vice-versa. Sur ces quatre enfants, seul Jacques a réussi à réaliser un calcul d'âge bien que cela lui demande beaucoup de temps et d'application, ce qui paraît étonnant dans la mesure où il fait partie des deux enfants ayant le plus de difficultés face aux exercices sur les notions temporelles. En comparaison, Jean et Louis, plus performants que ce dernier dans l'acquisition des notions temporelles, ont été observés sur le calcul de la date de naissance qui les a mis en échec. Nous supposons alors qu'il est plus difficile de calculer une date de naissance à partir de l'âge d'une personne plutôt que l'inverse. Cependant, nous ne sommes pas en mesure de le prouver, n'ayant pu observer les deux modalités chez aucun de ces enfants. Néanmoins, nous pouvons expliquer cette hypothèse par le fait suivant : pour calculer l'âge d'une personne en fonction de sa date de naissance, il est possible d'utiliser le comptage sur ses doigts en proaction en partant de la date en question jusqu'à l'année en cours (« 2005, 2006, [...] 2020, ça fait 15 ans. »). Pour l'opération inverse, il est nécessaire d'avoir acquis la rétroaction : l'enfant est obligé de partir de la date en cours et de « reculer » du nombre d'années nécessaires pour obtenir la date correcte. Nous émettons l'hypothèse que la rétroaction n'étant pas acquise chez ces enfants, il leur est impossible d'effectuer ce type de tâche.

1.3.3 L'estimation des durées

Seuls Jean et Louis ont été observés sur l'estimation des durées courtes et longues. Cette étude a révélé que leurs estimations sont convenables, quoiqu'encore imprécises. Néanmoins, si les aptitudes de Louis correspondent à son âge réel, celles de Jean semblent en deçà de ce qui est attendu. En effet, selon Fraisse (1968), l'individu arrive à estimer des durées de façon précise vers 11/12 ans ce qui n'est pas le cas de Jean, âgé de 11 ans et 6 mois. Selon Droit-Volet et al. (2013), l'estimation des durées est à la fois dépendante de l'attention (élément clé du système 3) et de la mémoire de travail. Or, l'orthophoniste de Jean a noté, lors du bilan, que l'épreuve d'empan de chiffres à restituer à l'envers était déficitaire. Cette épreuve sollicite à la fois la mémoire de travail et l'administrateur central qui dépend des capacités d'attention de l'individu. Or, il s'avère que ces modules sont déficitaires chez Jean. Il est donc

possible que ces déficits soient en partie à l'origine des estimations imprécises de Jean. Néanmoins, plusieurs épreuves de ce type seraient nécessaires pour confirmer cette hypothèse.

1.3.4 La compréhension et l'utilisation des adverbes de fréquence

Comme nous l'avons vu dans le chapitre 2 de la partie théorique, c'est grâce à la sériation que l'individu est en mesure d'ordonner les adverbes temporels ou de fréquence et de comprendre leurs nuances. Or, seul les cas n° 3, n°4 et n°6 ont pu être observés sur ce type d'exercice et aucun n'a réussi à ordonner les étiquettes avec les adverbes de fréquence du « plus souvent au moins souvent ». Cela concorde avec le fait qu'aucun de ces enfants n'a acquis de conduites de sériation matures et, par ce biais, la transitivité. Il aurait été intéressant d'observer les autres enfants résoudre ce type d'exercice, ce qui nous aurait permis de vérifier si ce constat se répétait. En outre, la capacité d'analyse métalinguistique déficitaire chez les individus porteurs de troubles de la cognition mathématique intervient dans cette tâche. Ces individus ne mettent pas à distance les concepts et ne peuvent donc pas utiliser la langue comme objet de réflexion (Morel, 2013). Comment ces enfants pourraient-ils sérier des mots selon leur valeur sémantique alors qu'ils n'ont pas construit de compétences métalinguistiques ?

2 Les limites de l'étude

Dans cette partie, nous allons aborder les limites de l'étude afin d'y porter un regard critique.

La première réserve concerne la constitution de la population qui n'est pas représentative de la population générale des individus porteurs de troubles de la cognition mathématique de 8 à 12 ans. En outre, le contexte de l'épidémie de covid-19 nous a contraint d'interrompre nos observations alors que toutes les séances prévues n'avaient pas été effectuées. Nous n'avons donc pu observer qu'une fille pour 5 garçons, alors qu'il était prévu que nous observions 3 filles pour 5 garçons, ce qui correspond davantage à un ratio

homme/femme équitable. En plus de déséquilibrer le ratio homme/femme, cela a également limité le nombre de cas étudiés rendant la population moins représentative que si elle avait été plus dense.

La seconde limite concerne le déroulement des séances : initialement, nous devions observer des individus de 8 à 12 ans en situation d'intervention orthophonique, en lien avec les troubles de la cognition mathématique et les notions temporelles, sur deux lieux de stage. Les pratiques observées auraient été plus variées de même que, par extension, les conduites et les compétences des sujets. Néanmoins, la diversité du matériel utilisé par l'orthophoniste reste suffisante, nous permettant d'étudier une multitude de compétences pour chaque enfant. En plus de limiter le nombre de patients inclus dans l'étude, le contexte d'épidémie a également limité le nombre de séances par patient, qui ainsi sont hétérogènes : seuls deux enfants ont pu être observés pendant deux séances.

La troisième limite est que nous n'avons pas pu observer d'enfants sains en situation d'utilisation des notions temporelles. Bien que nous possédions un référentiel de repères d'âges grâce à notre revue de littérature, ces observations cliniques ne nous permettent pas de comparer les connaissances des cas porteurs de troubles de la cognition mathématique avec celles des enfants sains.

La quatrième limite concerne l'étude des habiletés langagières de ces enfants. Nous pensions pouvoir observer des indices quant à leurs habiletés morphosyntaxiques, l'utilisation des connecteurs logiques et leur capacité à organiser leur discours. Néanmoins, la situation d'exercices et de résolution de problèmes constituant la quasi-totalité des séances, le langage des enfants se limitait à un cadre restreint et les questions posées les amenaient à répondre par des phrases courtes. Les indices observés étaient donc trop minces pour que nous puissions les étudier de façon pertinente et les mettre en lien avec les notions temporelles ou la cognition mathématique.

3 Perspectives du mémoire

3.1 La création d'un outil d'évaluation

Ce mémoire avait pour objectif de constituer une base de références théoriques et de récolter des données concrètes portant sur les difficultés relatives aux notions temporelles

chez des enfants porteurs de troubles de la cognition mathématique, afin d'élaborer de premières pistes de réflexions pour créer un outil d'évaluation.

3.1.1 Les objectifs de l'outil d'évaluation de l'acquisition des notions temporelles et leur utilisation chez les individus de 8 à 12 ans

Pour tester l'acquisition des notions temporelles et leur utilisation chez les enfants de 8 à 12 ans, nous suggérons de nous baser sur les 3 niveaux de compétences développés dans cette discussion. Ainsi, l'objectif du test consisterait à permettre aux orthophonistes de dégager le niveau d'acquisition des notions temporelles du patient en fonction des quatre profils dégagés précédemment. Le test pourrait donc évaluer les connaissances relatives aux notions temporelles, la compréhension des relations qui structurent les différents systèmes temporels et la capacité à utiliser, manipuler les notions temporelles.

3.1.2 La suggestion d'un outil d'évaluation des notions temporelles

Dans cette partie, nous allons expliquer brièvement comment nous avons construit un exemple de test que nous proposons en annexe 4.

La première partie du test, portant sur la connaissance des notions temporelles, est réalisée à partir de questions portant sur chacun des systèmes. La passation s'effectuerait rapidement car le traitement des réponses est binaire : la connaissance est soit acquise, soit non-acquise. Si ce test est amené à être étalonné lors d'une étude ultérieure, il serait utile d'évaluer s'il est judicieux de poursuivre la passation du test dans le cas où l'enfant a échoué à cette première partie. En effet, si les connaissances de base s'avèrent encore trop fragiles, il serait sans doute inutile de persister en lui soumettant les autres parties du test qui le mettraient forcément en échec.

La seconde partie évalue la compréhension des structures temporelles ainsi que l'utilisation des connaissances temporelles en outils. Nous proposons de présenter un test sous un format ludique : un récit faisant appel au vécu de l'enfant impliquant l'enfant en tant que personnage principal, ponctué d'énoncés de problèmes. Le matériel est présenté sous forme

de script dans ce mémoire mais nous l'imaginons plutôt composé d'un matériel diversifié : des cartes « questions », différents éléments propices à la manipulation (horloge et calendrier), des personnages et des illustrations en rapport avec des scènes du récit et des jetons à gagner pour encourager l'enfant à répondre aux questions.

Un prototype de test a été effectué à partir du tableau récapitulatif de compétences utilisé pour la récolte des données (cf. Annexe 2). Nous nous sommes également inspiré.e.s du matériel créé antérieurement par l'orthophoniste pour ses séances de rééducation. Il est actuellement composé de cartes « questions » qui évaluent la plupart des compétences reposant sur la compréhension des systèmes temporels et leur utilisation en outil (cf. annexe 2). Pour cette proposition de test, nous avons été particulièrement attentive aux éléments suivants :

- Les calculs d'horaires et de dates sont évalués en proaction et en rétroaction pour tester le patient sur toutes les modalités de calculs ;
- Tous les calculs d'horaires et de durées ne portent que sur des heures pleines ou des heures ajoutées à 30 minutes. Cela permet de simplifier le calcul qui sera plus facilement effectué de tête par les enfants. En outre, cela nous permet d'observer plus clairement la stratégie utilisée par l'enfant.
- Nous avons choisi d'exclure le terme "prochain" des énoncés. En effet, étant ambigu pour la plupart des individus, évaluer sa compréhension pourrait altérer la sensibilité du test.
- Nous suggérons également ne pas réduire l'évaluation des connaissances historiques d'un enfant à la Seconde Guerre Mondiale. Nous avons donc créé un test portant sur plusieurs grandes périodes de l'Histoire à travers des cartes à sérier « du plus vieux au moins vieux », qui représentent des « personnages » iconiques de chacune d'elles.
- Pour chaque énoncé de problème, nous veillons à bien fournir toutes les données numériques nécessaires au calcul. Cela vise à limiter le facteur d'échec lié aux difficultés mnésiques de certains enfants et le biais qu'il pourrait alors constituer pour ce test.
- Nous veillons également à simplifier au maximum la formulation des énoncés des problèmes.
- Nous avons fait attention à ne pas mettre deux fois à la suite le même type d'items pour limiter un effet d'apprentissage de la part de l'enfant.

- Nous avons décidé de ne pas ajouter d'items quant aux habiletés langagières des patients car il existe déjà de nombreux tests étalonnés dans cette optique. Nous pourrions néanmoins facilement exploiter l'exercice de sériation des adverbes de fréquence.

A l'issue de ce test, il sera donc possible pour un orthophoniste de déterminer à quel type de profil appartient son patient et où il se situe par rapport aux trois types de compétences développées.

Avec cette suggestion de test, disponible en annexe, nous souhaitons proposer une première piste suffisamment précise pour qu'elle puisse être reprise pour la création d'un outil plus complet et plus adapté pour évaluer les notions temporelles.

3.2 Les perspectives plus globales

Grâce à cette étude, nous mesurons davantage l'ampleur des difficultés relatives aux notions temporelles chez les individus porteurs de troubles de la cognition mathématique. Étant donné la gravité des troubles constatés chez ces patients, il est nécessaire de questionner la place que les orthophonistes accordent aux notions temporelles au sein de la rééducation des troubles de la cognition mathématique. En effet, ces notions, qui sont capitales pour évoluer dans notre société, ne peuvent être négligées. Nous nous questionnons donc sur la façon dont ces notions pourraient être traitées : Nécessitent-elles une intervention orthophonique à part entière, spécifique aux notions temporelles ? Un accompagnement parental pourrait-il être mis en place ? Serait-il suffisant ? Quelles suggestions pourrions-nous soumettre à l'entourage du patient pour lui permettre de progresser ? Pourrions-nous proposer des outils de compensation aux patients et à leur entourage pour améliorer leur organisation au quotidien et faciliter l'apprentissage des notions temporelles ? Si oui, lesquels ? Par ailleurs, l'amélioration de la cognition mathématique de ces patients suffirait-elle à compenser les difficultés temporelles ?

En outre, lors de cette étude, nous n'avons pu observer que des patients de 8 à 11 ans et 6 mois, nous ne savons donc pas comment les troubles des notions temporelles persistent et comment ils se manifestent pour les individus plus âgés. Ces difficultés persistent-elles après l'âge de 12 ans ? Les adultes porteurs de troubles de la cognition mathématique non compensés présentent-ils également des difficultés massives dans l'utilisation des notions temporelles, malgré l'obligation qu'ils ont d'utiliser ces notions au quotidien depuis plusieurs années ? A contrario, les individus ayant compensés leurs troubles de la cognition mathématique ont-ils toujours des difficultés dans l'utilisation des notions temporelles ?

Enfin, selon Bedoin et al. (2016), les notions d'objet, d'espace, de temps et de causalité se construisent de façon concomitante et interagissent entre elles lors du développement de l'enfant. Il ne peut y avoir de trouble dans l'un des domaines sans répercussion sur les autres. Pourrions-nous observer les mêmes liens entre le développement de l'espace et le développement de la cognition mathématique ? La notion d'espace devrait-elle être également testée spécifiquement lors d'un bilan de cognition mathématique ? Serait-elle à prendre en compte lors d'une intervention orthophonique ?

Toutes ces interrogations pourraient faire l'objet d'études ultérieures.

CONCLUSION

Les notions temporelles sont rarement considérées comme une priorité dans le cadre de l'intervention orthophonique. Cependant, elles constituent un point d'ancrage et un support de fonctionnement tant social qu'individuel pour chacun d'entre nous. La majorité des notions temporelles se développent jusqu'à 8 voire 9 ans mais certaines ne deviennent pleinement matures que vers 16 ans ; il s'agit des opérations métriques, de la compréhension de l'indépendance du temps vis-à-vis des outils de mesures conventionnels, de l'estimation précise des durées, de la représentation mentale spatiale des systèmes conventionnels et de la capacité à effectuer des opérations mentales reposant sur ces systèmes.

Néanmoins, cet apprentissage est perturbé chez les individus porteurs de troubles de la cognition mathématique présentant des difficultés massives pour intégrer les notions temporelles, mettre en lien les différents systèmes temporels et les utiliser comme support de raisonnement ou de calcul. En effet, les structures temporelles se développent progressivement en lien avec les capacités de raisonnement : la richesse des représentations mentales, l'acquisition de la réversibilité et de la décentration, ainsi que l'activité logique, influencent l'utilisation et la compréhension des notions associées au temps.

Notre étude a donc mis en lumière, lors d'une observation clinique, les difficultés rencontrées concrètement par six patients âgés de 8 ans 6 mois à 11 ans 6 mois, sujets à des troubles du raisonnement. Nous avons mis en évidence que ces patients présentent non seulement des difficultés massives lors de l'utilisation des outils conventionnels et de la compréhension des liens entre les différents systèmes temporels mais également pour intégrer les connaissances temporelles élémentaires. En outre, ils souffrent tous d'un déficit significatif dans l'acquisition des notions temporelles étant donné leur âge réel et leur niveau scolaire.

Malgré la gravité des troubles constatés chez ces individus, il existe peu d'outils complets étalonnés, capables d'évaluer à la fois les notions temporelles, la compréhension des liens qui structurent les systèmes temporels et leur utilisation comme support de raisonnement et de calcul. Pour pallier ce déficit, nous proposons un outil destiné à évaluer toutes ces compétences et à déterminer un profil d'acquisition. Cet outil n'ayant pas pu être étalonné et testé sur une population, nous espérons que ce mémoire sera repris afin de rendre cet outil fiable et utilisable pour les orthophonistes.

BIBLIOGRAPHIE

American Psychiatric Association (5th edition). (2013) DSM-5 : diagnostic and statistical manual of mental disorders /). Washington (D. C.)[etc. American Psychiatric Publishing.

Batteux Hélène (2013). Révision et étalonnage d'un outil d'évaluation des notions temporelles chez des enfants scolarisés du ce1 au cm2. Sciences cognitives.

Bedoin et al., (2016), Le guide de l'orthophoniste volume III : Intervention dans les troubles du langage écrit et raisonnement, les dys et autres. Paris. Lavoisier

Bejuit Véronique, Kremer Jean-Marc, Lederlé Emmanuelle, Maeder Christine, & Ferrand Pierre. (2016). Guide de l'orthophoniste volume VI. Le métier de l'orthophoniste : de la formation à la vie professionnelle. Paris: Lavoisier-Médecine sciences.

Bergler, E., Róheim, G., & Trèves, E. (1969). La psychologie de la perception du temps. *L'Homme et la société*, 11(1), 69–80.

Brin, F., Courrier, C., Lederlé, E., et al ; Masy, V. (2011). Dictionnaire d'orthophonie (3e édition). Ortho Edition.

Broca, Alain de (2012). Le développement de l'enfant : aspects neuro-psycho-sensoriels / Alain de Broca (5e édition). Paris : Elsevier Masson.

Coquet F. (2002), Le bilan du langage oral. Rééducation orthophonique n° 212 : Le bilan orthophonique. Orthoédition

De Coster L. (2009). L'acquisition des notions temporelles par l'enfant : perspective développementale. Les entretiens de Bichat : entretiens orthophoniques 2009. Les entretiens médicaux : Paris. 34-40

Edmund Bergler, Géza Róheim, et al ; Eddy Trèves. (1969). La psychologie de la perception du temps. *L'Homme et la société*, (1), 69.

Fraisse Paul, Michotte Albert. (1956). Les structures rythmiques : étude psychologique. Louvain Paris Bruxelles Anvers : Publications Universitaires de Louvain. Editions Erasme. Editions Standaard-Boekhandel.

Fraïsse Paul. (1968). *Psychologie du temps* (2e édition revue et augmentée). Paris: Presses universitaires de France.

Houdé, Olivier. (2014). *Le raisonnement*. Presses universitaires de France.

Klein, É. (2004). *Les tactiques de Chronos*. Flammarion.

Legeay Marie-Paule, Stroh Marylène (2006). *Raisonnement logico-mathématique et temporalité*. GLOSSA n°98. 46-63

Le petit Robert [Ressource électronique] : dictionnaire de la langue française. (1996). Paris : Liris interactive.

Malrieu Philippe, Malrieu Philippe. (1953). *Les origines de la conscience du temps : les attitudes temporelles de l'enfant*. Paris : Presses universitaires de France.

Ménissier A. (2002) *Le bilan des activités logico-mathématiques : indications pratiques et cliniques*. Rééducation orthophonique n° 212 : Le bilan orthophonique. Orthoédition.

Morel L. (2013). *Le bilan ERLA : ouverture vers des questions concernant l'accès à la symbolisation et la construction de sens*. Rééducation orthophonique n°255 : L'évaluation des troubles du raisonnement logique. Orthoédition.

Piaget Jean (1946). *Le développement de la notion de temps chez l'enfant*. Paris: Presses universitaires de France.

Piaget Jean (1991). *La genèse des structures logiques élémentaires : classifications et sériations* / Jean Piaget, Bärbel Inhelder (5e éd). Neuchâtel Paris: Delachaux et Niestlé.

Quartier V. (2009). *Le développement de la temporalité : théorie et instrument de mesure du temps notionnel chez l'enfant*. Approche Neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant, 100 (20), 345-352 (2009). <http://www.anae-revue.com/>

Samartzi, S. (2008). *Étude développementale des notions de durée et d'âge : temps physique et temps biologique*. Bulletin de psychologie, 498(6), 551–560.

Tartas, V. (2010). *Le développement de notions temporelles par l'enfant*. Développements, n 4(1), 17–26.

Tartas, V., Bruner, J. S., et al. ; Brossard, M. (2009). *La construction du temps social par l'enfant*. Bern : Berlin : Bruxelles [etc.] : P. Lang. cop. 2009.

Thayer, S., Schiff, W. (1975). Eye-Contact, Facial Expression, and the Experience of Time. *The Journal of Social Psychology*, 95(1), 117-124.

Tordjman, S. (2015). Représentations et perceptions du temps. *Time perceptions and representations (English)*, 41(4), S1-S14.

Trinquesse Clémentine, et al. (2009). Observations des conduites langagières d'adolescents en situations nécessitant des compétences en langage et en logique : Étude comparative chez des adolescents de 14 à 16 ans. Université Henri Poincaré-Nancy 1 Faculté de médecine Ecole d'orthophonie.

Von Aster M., Dellatolas G. (2006) ZAREKI-R : Batterie pour l'Evaluation des Nombres et du Calcul - Enfants de 6 à 11 ans (CP au CM2)

ANNEXES

1 Annexe 1 : Tableau récapitulatif des acquisitions temporelles de l'enfant en fonction de son âge.

Âge	Habiletés temporelles
Jusqu'à 6 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Vers 2 ans : certains éléments du lexique temporel acquis (“attends, pas tout de suite”) - entre 1 an et demi et 3 ans : acquisition des relations de causalité entre les événements, la perception de l'ordre et de la durée des événements, commence à raconter son vécu, utilisation (et compréhension approximative des adverbes temporels (« après », « demain », « hier », « bientôt »), sait situer l'énonciation en utilisant les temps des verbes, - 5 ans : vocabulaire temporel maîtrisé, récits structurés, sériation d'histoires séquentielles possible. Utilisation précise des termes « hier » et « demain », jours de la semaine connus par 50% des enfants. - 6 ans : localisation bi-référentielle des événements dans le temps physique. Acquisition du caractère objectif du temps. Peut se repérer dans la semaine
7 ans	<p>Est capable de :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se localiser dans l'année et dans les saisons, • Dire combien de semaines composent un mois, • Il commence à apprendre l'heure. • Localiser quelques éléments importants dans le calendrier, tels que son anniversaire ou Noël.
8 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Aspect objectif du temps acquis - Se projette dans un passé plus lointain et a assimilé certains éléments historiques - Peut raconter son historique personnel - Maîtrise le lexique temporel - Peut créer un récit cohérent à partir d'images séquentielles, de connecteurs logiques et de temps verbaux adaptés. - Considère l'âge comme un calcul temporel.
9 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Peut donner la date complète - Sait normalement lire l'heure - Comprend l'aspect cyclique - Utilise les repères conventionnels comme support de raisonnement - Sait résoudre des problèmes de calcul et de durée - Peut s'intéresser à des phénomènes historiques
10 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Peut appliquer des opérations mentalisées et réversibles, des déductions et des hypothèses - N'a pas assimilé le temps comme une abstraction
11/12 ans	<ul style="list-style-type: none"> - Représentation mentale spatiale des différents systèmes conventionnels : peut estimer des dates, faire des calculs de durée - Se repérer dans le temps
15/16	<ul style="list-style-type: none"> - Représentation mentale des systèmes conventionnels matures

2 Annexe 2 : Compétences à observer

1) Les connaissances temporelles élémentaires :

- Avoir acquis la notion de siècle,
- Savoir en quel siècle nous sommes,
- Savoir quel siècle précède le nôtre,
- Savoir en quelle année nous sommes,
- Savoir situer un événement historique et en raconter quelques faits,
- Connaître le nombre et le nom des mois,
- Connaître le nombre de saisons et leur nom,
- Savoir dire en quelle saison nous sommes,
- Savoir associer chaque saison aux bons mois,
- Savoir localiser des événements marquants (les vacances d'été, halloween, Noël) dans l'année (à partir des mois ou des saisons),
- Savoir dire en quel mois nous sommes,
- Savoir qu'un mois est composé de 30 jours et de 4 semaines,
- Dire quel jour (numéro) du mois nous sommes,
- Connaître les jours de la semaine,
- Savoir quel jour de la semaine nous sommes,
- Savoir quel jour nous étions hier et quel jour nous serons demain,
- Savoir se situer dans la journée (matin, le midi, l'après-midi, le soir),
- Savoir qu'il y a 24 heures dans une journée,
- Savoir qu'il y a 60 minutes dans 1 heure,
- Savoir qu'il y a 60 secondes dans 1 minute,
- Savoir à quoi les différents éléments du cadran d'une horloge font référence,
- Avoir conscience de l'indépendance du temps vis-à-vis des outils sociaux,
- Connaître les horaires associés aux activités quotidiennes qui ponctuent la journée (petit-déjeuner, arrivée à l'école, déjeuner, départ de l'école, heure du dîner, heure du coucher),
- Comprendre l'aspect cyclique du temps : Savoir la date à laquelle nous serons dans 1 an,

2) L'utilisation des outils temporels :

- Repérer une date sur un calendrier,
- Situer des événements marquants sur un calendrier (Noël, son anniversaire, les vacances d'été etc.),
- Lire/représenter une heure sur une horloge pédagogique,
- Calculer des horaires,
- Calculer une durée (non observé durant les séances),
- Calculer quel jour nous serons dans (x) jours / nous étions il y a (x) jours

- Calculer quel mois nous serons dans (x) mois / nous étions il y a (x) mois.
- Calculer l'âge d'une personne en fonction de sa date de naissance et vice-versa,
- Estimer une durée courte ou longue,
- Estimer l'heure qu'il est à 20 minutes près.

3) Les conduites langagières :

- Raconter une histoire à partir d'images avec des connecteurs logiques et des temps verbaux adaptés
- Maîtriser le lexique temporel,
- Comprendre le sens et les liens hiérarchiques des adverbes temporels
- Savoir raconter son historique personnel ou ses projections dans un futur proche (le week-end) ou lointain (les vacances prochaines ou les années à venir).
- Raconter sa journée ou sa semaine selon l'ordre chronologique des événements,
- Utiliser des marqueurs temporels (« avant », « après », « pendant », « lorsque », « quand », « ensuite », « et », « puis », « d'abord », « finalement », « donc »),
- Situer un événement selon le moment de la journée ou l'heure à laquelle il s'est produit,
- Faire le lien entre les événements en utilisant des connecteurs logiques (« comme », « puisque », « alors », « alors que », « pendant que »),
- Utiliser les temps verbaux adaptés.

3 Annexe 3 : Grille des compétences observées chez les enfants étudiés et sa légende :

Légende :

	Non acquis
	En cours d'acquisition
	Acquis
	Non observé

Compétences	Enfant 1	Enfant 2	Enfant 3	Enfant 4	Enfant 5	Enfant 6
Connaissance du siècle en cours						
Connaissance du siècle précédent						
Connaissance de l'année en cours						
Situer un événement historique temporellement						
Evoquer des éléments clés d'un événement historique						
Connaissance des mois de l'année						
Connaissance du mois en cours						
Connaissance des saisons						
Connaissance de la saison en cours						
Associer les bons mois aux différentes saisons						
Associer des événements marquants aux bonnes saisons						
Connaissance de la date exacte d'événements marquants						
Situer des événements marquants dans un calendrier						
Représenter une durée sur le calendrier (x mois, y jours)						
Savoir qu'un mois est composé de 30 jours						
Savoir qu'un mois est composé de 4/5 semaines						
Connaissance de la date exacte (numéro, jours, mois, année)						
Connaissance des jours de la semaine						
Connaissance du jour de la semaine en cours						
Savoir quel jour nous étions la veille						
Savoir quel jour nous serons le lendemain						

Savoir se situer dans la journée (matin, après-midi, soir)			■	■		
Savoir qu'une journée est composée de 24h			■	■		
Savoir qu'une heure est composée de 60min	■		■	■		
Savoir qu'une minute correspond à 60 sec	■		■	■	■	■
Savoir indiquer une heure sur l'horloge	■	■		■	■	■
Savoir lire l'heure sur l'horloge	■				■	
Connaissance de l'indépendance du temps vis à vis des outils de mesure					■	■
Savoir calculer un horaire	■	■			■	■
Savoir calculer une durée						
Connaissance des horaires des moments clés de la journée			■	■		
Connaissance de l'heure du déjeuner		■	■	■	■	■
Estimer une durée courte	■				■	■
Estimer une durée longue					■	■
Savoir calculer la date que nous serons dans X jours	■	■	■	■		■
Savoir calculer quel jour nous serons dans X mois	■		■		■	■
Savoir calculer quel jour nous étions il y a X mois	■		■	■	■	■
Savoir approximativement quelle date nous serons dans 1 an					■	■
Savoir calculer l'âge d'une personne en fonction de son année de naissance			■	■		
Savoir quelle est l'année de naissance d'une personne selon son âge					■	■
Raconter son vécu dans l'ordre chronologique des événements			■	■		
Raconter une histoire séquentielle dans l'ordre chronologique des événements			■	■	■	■
Utilise le temps des verbes appropriés			■	■	■	■
Utiliser une morphosyntaxe complexe	■	■	■	■	■	■
Comprendre une morphosyntaxe complexe	■		■	■		■
Connaitre les noms des différents repas de la journée (déjeuner, dîner etc)		■	■	■	■	■
Savoir hiérarchiser les adverbes temporels			■	■		
Situe les événements dans le temps			■	■		
Situe les événements à partir des outils/termes conventionnels			■	■		

Utiliser spontanément 1 connecteur (après, et...)	■	□	■	■	■	■
Utiliser spontanément plusieurs connecteurs	■	□	■	■	■	■

4 Annexe 4 : Suggestion d'un prototype de test.

PARTIE 1 : Questions théoriques sur les différents systèmes temporels inspirées du questionnaire de Tartas (2009)

- 1) Peux-tu me dire combien il y a de jours dans 1 semaine ?
- 2) Peux-tu me dire dans l'ordre quels sont tous les jours de la semaine ?
- 3) C'est quels jours le weekend ?
- 4) Quelle date sommes-nous ?
- 5) Quelle date étions-nous hier ?
- 6) Quelle date serons-nous demain ?
- 7) Peux-tu me dire tous les mois de l'année dans l'ordre ?
- 8) Combien il y a de semaines dans 1 mois ?
- 9) Combien y-a-t-il de jours dans un mois ?
- 10) Peux-tu me dire dans l'ordre toutes les saisons ?
- 11) C'est quand Noël ? En quelle saison ?
- 12) C'est quand la rentrée des classes ? En quelle saison ?
- 13) C'est quand les grandes vacances ? En quelle saison ?
- 14) C'est quand Pâques ? En quelle saison ?
- 15) C'est quand Halloween ? En quelle saison ?
- 16) Qu'elle est la date de ton anniversaire ? Il est en quelle saison ?
- 17) Peux-tu me dire combien il y a de secondes dans 1 minute ?
- 18) Peux-tu me dire combien il y a de minutes dans une heure ?
- 19) Peux-tu me dire combien il y a d'heures dans 1 journée ?
- 20) Peux-tu me dire en quelle siècle on est ?
- 21) Peux-tu me dire quel siècle était juste avant le nôtre ?
- 22) Peux-tu me dire à peu près quelle heure il est sans regarder ta montre ?
- 23) Peux-tu ranger dans l'ordre les étiquettes « moments de la journée », du matin au soir ? (**Exemple d'étiquettes « moments de la journée** : « Je me réveille. », « Je prends mon petit-déjeuner. », « Je vais à l'école. », « Je déjeune. », « Je quitte l'école. », « Je prends mon goûter », « Je fais mes devoirs », « Je dîne », « Je vais me coucher »)

PARTIE 2 : L'anniversaire de Poly

Suggestion de passation :

- Afin d'ajouter un aspect ludique à ce test, chaque réponse, qu'elle soit correcte ou fausse peut être récompensée d'un « point-cadeau ». C'est vraiment la participation de l'enfant qui est récompensée.
- Le texte doit être lu assez lentement. Si l'enfant ne peut pas répondre, il est possible de considérer sa réponse comme étant « fausse » et de lui proposer des étayages pour une analyse qualitative.

- Sur le bureau, il peut y avoir l'horloge et le calendrier de l'année en cours avant que le test ne débute. Cela permet de voir si l'enfant s'en saisit en dehors des items obligatoires.
- Afin de fluidifier le déroulement du test, il est possible de mettre le matériel de chaque item dans des enveloppes numérotées.

Suggestion de script :

Je vais te raconter une histoire, et j'aimerais que tu imagines que le héros de cette histoire, c'est toi. A chaque fois que tu réponds à une question, tu gagnes un « point cadeau », ton objectif est d'obtenir le plus de « points-cadeaux » possible !

Imagine que tu te réveilles un matin tout heureux car tu sais déjà tout ce que tu vas faire aujourd'hui ! Tu vas dans la cuisine pour prendre ton petit-déjeuner. Dis-moi qui est déjà dans la cuisine pour prendre le petit-déjeuner avec toi ! [*Nom de la personne présente dans la cuisine que l'on appellera XYZ le reste du test**] te dis : « N'oublie pas qu'aujourd'hui, tu vas à l'anniversaire de Poly. Elle a dit que son papa et elle avaient prévu plein de surprises pour tous les invités. S'il te plait, peux-tu me relire la carte d'invitation pour que l'on puisse se rappeler toutes les informations ?

Coucou les amis,

Je vous invite à venir à mon anniversaire le samedi 5 juillet de 11h30 à 18h.

Mon père vous a préparé une course aux énigmes, elle commencera à 15h00 et durera 1h. Si vous trouvez les énigmes et que vous essayez d'y répondre, vous gagnez 3 points-cadeaux à chaque fois !

Bisous,

Poly

3 rue du Poney Fringant

à Gradorteuil-l'Épiée

1 Utilisation de l'horloge.

Après la lecture de la carte d'invitation, XYZ* te dis : « A cause du bruit du lave-vaisselle, je n'ai pas entendu à quelle heure tu dois arriver et à quelle heure tu dois repartir ! Peux-tu me le montrer sur l'horloge s'il te plait ? »

2 *Calcul de durée :*

Sur la carte Poly écrit que la fête commence à 14h30 et se termine à 18h ! Combien de temps durera la fête à ton avis ? Comment tu fais pour savoir ?

3 *Calcul d'horaire en proaction :*

Sur la carte, Poly écrit que la course aux énigmes commence à 15h et qu'elle dure 1 heure. A quelle heure se terminera la course aux énigmes ?

4 *Calcul d'horaire en rétroaction.*

Poly habite Rue du Poney Fringant à Gradorteuil-l'Epiée. Sachant qu'on doit être chez elle à 14h30 et que le trajet pour aller chez elle dure 20 minutes, à quelle heure doit-on partir de chez nous ? Comment fais-tu pour savoir ?

5 *Calcul de date rapprochée en rétroaction.*

Tu vas chercher le gâteau d'anniversaire de Poly chez le boulanger. Il te dit : « Voici une énigme pour toi ! Je viens de terminer le gâteau aujourd'hui. Nous sommes le 3 juillet La fabrication du gâteau a duré 2 jours ! A quelle date j'ai commencé la fabrication du gâteau ?

6 *Conversion 60 secondes/1 minute*

Tu arrives chez ton amie Poly avec 60 secondes de retard ! Est-ce que ça fait beaucoup ? C'est long comment 60 secondes ?

7 *Compréhension d'une morphosyntaxe complexe*

Le père de Poly à cuisiné un pique-nique froid pour tous les invités. Il déclare : Avant de manger les chips, je vous propose de déguster ma salade composée puis de goûter à mes délicieux mini-cakes aux olives. Dans quel ordre dois-tu manger chaque plat ?

8 Calcul d'âge à partir de la date de naissance

Lana, la sœur de Poly doit les bougies sur le gâteau. Pour savoir combien de bougies elle doit mettre, elle doit savoir quel âge a Poly. Elle te demande de l'aider : « Poly est née le 3 juillet 2007. Est-ce que tu peux me dire quel âge elle a ? Comment tu as fait pour savoir ? »

9 Calcul de date éloignée en proaction utilisation du calendrier.

Poly a soufflé ses bougies ! C'est l'heure de la course aux énigmes : Tu trouves Lana dans sa chambre. Elle te lance un défi : « Hihhi ! Dans 3 mois, nous fêterons mon anniversaire ! Peux-tu me dire quelle date ce sera ? »

10 Calcul de date de naissance

Lana te propose une 2^e énigme : J'aurais 7 ans le 3 Octobre (*donner l'année en cours*), en quelle année suis-je née ? Comment pourrais-tu faire pour savoir ?

11 Comparer des événements historiques les uns avec les autres, connaître des faits historiques.

Poser 6 cartes sur le bureau dans le désordre : sur chacune des cartes on voit : 1 dinosaure, 1 homme de Cro-Magnon, 1 carte représentant l'empire romain, 1 carte chevalier et princesse, 1 carte « cow-boy », 1 carte soldat de la 2nd guerre mondiale

Dans la chambre de Poly, Mamie Sophie, la mamie de Poly est déguisée en dinosaure. Mamie Sophie te lance un défi : « je suis peut-être âgée mais les personnages sur ces cartes sont encore plus vieux que moi ! Saurais-tu me dire qui sont ces personnages ? Que sait-tu sur celui-ci ? (*Désigner chacune des cartes*).

Saurais-tu les ranger du plus ancien au moins ancien ? Du plus vieux au moins vieux ? Comment tu as fait ?

12 Compréhension de la nuance des adverbes de fréquence

Poser sur la table les cartes « chevaux/adverbes de fréquence aléatoirement

Dans le salon, la mère de Poly tient un stand de course de petits-chevaux. Sur chaque cheval, des mots sont écrits : toujours, jamais, rarement, habituellement, parfois, souvent, quelquefois. La mère de Poly te dit : « Sur chaque cheval, il y a un mot. Tous ces mots font partie de la même famille : ils permettent de savoir si on fait quelque chose souvent, plus souvent ou moins souvent. Pour connaître le classement de la course, tu dois ranger les chevaux les uns derrière les autres, du plus souvent au moins souvent. »

13 Réurrence et aspect cyclique du temps.

Dans le jardin, le père de Poly t'attend avec les dernières énigmes. Il te dit : « Comme tu as très bien participé aux énigmes, je t'inviterai dans 1 an pour fêter à nouveau l'anniversaire de Poly, quelle date ce sera ? Comment tu le sais ?

14 Calcul de date éloigné en rétroaction :

Le père de Poly te lance au défi : « Nous sommes le 3 juillet. J'ai fêté mon anniversaire il y a 6 mois pile ! A quelle date j'ai fêté mon anniversaire ? Comment tu le sais ? »

15 Indépendance du temps vis-à-vis des outils sociaux

Poly est triste car c'est la fin de la journée, tout le monde commence à partir. Elle aurait voulu que cette journée ne se termine jamais. Elle casse sa montre pour arrêter le temps. Elle dit « Je ne réparerai jamais ma montre et nous serons toujours le 3 juillet à 18h ». Est-ce qu'elle a raison ? Comment tu le sais ?

16 Calcul de date rapproché en proaction

Le père de Poly lui dit : « Ne sois pas triste, si tu veux, tu peux inviter tes amis à venir jouer à la maison avant de partir en colonie de vacances.

Je vous invite tous à revenir dans 3 jours ! Quelle date ce sera ? Comment tu le sais ? »

Gresselin Camille

Titre du mémoire

Création d'un outil d'évaluation des notions temporelles chez les sujets de huit à douze ans porteurs de troubles de la cognition mathématique

Résumé

Les notions temporelles constituent un point d'ancrage et un support de fonctionnement tant social qu'individuel pour chacun d'entre nous. La majorité des notions temporelles se développent de la naissance à l'âge adulte mais cet apprentissage est perturbé chez les individus porteurs de troubles de la cognition mathématique qui présentent des difficultés massives pour intégrer les notions temporelles, mettre en lien les différents systèmes temporels et les utiliser comme support de raisonnement ou de calcul. Malgré la gravité des troubles constatés chez ces individus, il existe peu d'outils étalonnés capables d'évaluer tous ces aspects. Nous proposons d'étudier l'acquisition des notions temporelles de l'individu de 8 à 12 ans, afin de créer un outil destiné à évaluer ces acquis, en complément à un bilan de cognition mathématique. Notre étude de cas multiples portant sur 6 enfants âgés de 8 ans et 6 mois à 11 ans et 6 mois sujets à des troubles de la cognition mathématique nous permet de mettre en évidence qu'ils présentent tous un retard massif dans l'acquisition des notions temporelles et de révéler comment se manifestent concrètement ces difficultés.

Mots-clés :

cognition mathématique, notions temporelles, 8 à 12 ans

Abstract

The temporal notions constitute an anchor and a support of functioning both social and individual for each of us. The majority of temporal concepts develop from birth to adulthood, but this learning is disturbed in individuals with impairments in mathematical cognition who present massive difficulties in integrating temporal concepts, linking the different temporal systems and use as a reasoning or calculation support. Despite the severity of the disorders seen in these individuals, there are few comprehensive calibrated tools capable of assessing all of these aspects. We propose to study the acquisition of temporal notions of the individual from 8 to 12 years old, in order to create a tool intended to assess these achievements, in addition to a balance of mathematical cognition. Our multiple case study of 6 children aged 8 years and 6 months to 11 years and 6 months subject to impairments in mathematical cognition allows us to highlight that they all present a massive delay in the acquisition of temporal and to reveal how these difficulties manifest themselves concretely.

Keyword :

mathematical cognition, temporal notions, 8 to 12 years old subjects,