

DEPARTEMENT ORTHOPHONIE
FACULTE DE MEDECINE
Pôle Formation
59045 LILLE CEDEX
Tél : 03 20 62 76 18
departement-orthophonie@univ-lille.fr



MEMOIRE

En vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste
présenté par

Aude MORELLE

soutenu publiquement en juin 2024

Développement de l'organisation temporelle chez l'enfant

Revue de la littérature et perspectives professionnelles

MEMOIRE dirigé par

Sandrine MEJIAS, Maître de conférences, Université de Lille, Lille

Lille – 2024

Remerciements

J'adresse mes chaleureux remerciements à Mme Mejias, qui a accompagné et soutenu mon travail avec bienveillance tout au long de l'année en se rendant disponible durant les étapes-clés. Merci à vous pour votre encadrement qui a été des plus agréables et rassurants.

Un grand merci à tous mes relecteurs, en premier lieu à Mme Leenknecht, ma première relectrice, qui a posé son regard aigu et bienveillant d'orthophoniste sur le présent travail et m'a permis d'en améliorer grandement la qualité.

Je souhaite également remercier les enseignants et professionnels qui m'ont aidée à faire avancer ma réflexion : Mme Ravez, orthophoniste et enseignante au Département du CFUO de Lille, grâce à qui je me suis lancée sur le sujet de l'organisation temporelle, Mme Habard, psychomotricienne, qui m'a permis d'établir les ponts entre nos disciplines respectives, Mme Lecroq, orthophoniste et enseignante au Département du CFUO de Lille, pour l'intérêt qu'elle a manifesté pour mon mémoire et l'aide apportée par ses indications bibliographiques sur la lecture de l'heure, Mesdames Dossini et Castelain-Lévêque, orthophonistes, qui m'ont permis d'accéder à des ouvrages importants pour mes recherches.

Enfin, je ne saurais trop dire ma gratitude à tous mes proches, famille et amis, qui m'ont soutenue durant tout le cursus et m'ont permis de mener à son terme le présent travail par leur écoute bienveillante et leur soutien inconditionnel.

Vous avez tous participé à l'aboutissement de ce travail.

Résumé :

L'existence de difficultés d'organisation temporelle dans les troubles du neurodéveloppement est rapportée dans la littérature de ces quarante dernières années. De nombreuses études ont cherché à définir les mécanismes cognitifs en jeu afin de trouver les causes de telles difficultés. Alors que ces recherches se poursuivent encore, leurs résultats ont permis de dévoiler en partie l'acquisition des conduites temporelles et des connaissances liées au temps chez l'enfant au développement typique. Grâce à un renouvellement des paradigmes expérimentaux, certaines conduites temporelles ont été observées chez l'enfant à un âge plus jeune que ce qui avait été établi auparavant. Sous la forme d'une revue de la littérature, notre travail propose une première synthèse de ces connaissances issues de la littérature en sciences cognitives, afin de fournir des repères au clinicien dans sa pratique. Une meilleure connaissance des repères développementaux en matière d'organisation temporelle devrait faciliter le repérage de difficultés chez les enfants ayant un diagnostic de troubles des apprentissages et permettre ainsi une intervention précoce dans le but de réduire les répercussions fonctionnelles de difficultés d'organisation temporelle.

Mots-clés :

Temps, développement, cognition, enfant

Abstract :

The existence of temporal organisation difficulties in neurodevelopmental disorders has been reported in the literature over the last forty years. Numerous studies have attempted to define the cognitive mechanisms involved in order to find the causes of such difficulties. While this research is still ongoing, its findings have shed some light on the acquisition of temporal behaviours and time-related knowledge in typically developing children. Thanks to a renewal of experimental paradigms, certain temporal behaviours have been observed in children at younger ages than previously established. In the form of a literature review, our work offers a first synthesis of this knowledge from the cognitive science literature, with the aim of providing guidelines for clinicians in their practice. A better understanding of developmental landmarks in temporal organisation should facilitate the identification of difficulties in this area in children diagnosed with learning disabilities, and thus allow early intervention to reduce the functional repercussions of temporal organisation difficulties.

Keywords :

Time, development, cognition, child

Table des Matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	2
1. Temps et organisation temporelle	2
1.1. Une terminologie variable selon les disciplines et les études.....	2
1.2. Modèles théoriques actuels en sciences cognitives	3
1.3. Le temps selon l'approche développementale.....	4
1.3.1. La lecture de l'heure chez l'enfant	5
1.3.2. Précision de l'estimation du temps chez l'enfant	6
2. Les difficultés d'organisation temporelle	6
2.1. Contexte clinique chez l'adulte	6
2.2. Contexte clinique chez l'enfant	7
2.2.1. Difficultés d'organisation temporelle et langage.....	7
2.2.2. Difficultés d'organisation temporelle et cognition mathématique	8
2.2.3. Difficultés d'organisation temporelle, fonctions exécutives et attention	10
2.3. Définition dans le cadre professionnel de l'orthophonie.....	11
2.4. Classifications internationales	12
3. Enjeux en clinique	12
3.1. Évaluation et intervention orthophonique dans le champ de l'organisation temporelle chez l'enfant.....	13
3.1.1. Évaluation orthophonique.....	13
3.1.2. Prise en charge orthophonique de difficultés d'organisation temporelle	16
3.2. Orthophonie et psychomotricité : spécificité d'une rééducation et partenariat.....	16
3.2.1. L'organisation temporelle vue sous l'angle de la psychomotricité.....	16
3.2.2. Partenariat orthophoniste-psychomotricien	16
4. Buts et hypothèses du mémoire	17
Méthode	17
1. Population ciblée	17
2. État de la littérature.....	18
3. Choix des sources et stratégie de recherche	18
4. Mode de présentation des résultats	19
Résultats.....	19
Discussion.....	24
Conclusion.....	28

Bibliographie	30
Sites internet consultés	34
Liste des annexes	35
Annexe 1 : Développement de l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique : une synthèse des repères d'après la littérature.....	35
Annexe 2 : Chronologie des repères développementaux sur l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique, par aspect et par âge (en années).....	35

Introduction

L'orthophoniste intervenant auprès d'adultes atteints de troubles neurocognitifs est souvent confronté aux troubles de l'organisation temporelle. Les patients ne savent plus lire l'heure, ni restituer la date du jour, ni se situer dans la semaine, le mois, l'année ou les saisons. Ils perdent le sens des notions temporelles et ne sont plus capables de s'orienter dans un temps défini à la fois par les nombres et le langage.

Au cours de nos stages, nous avons été le témoin de difficultés similaires chez des enfants d'âge scolaire, avec une différence fondamentale : il ne s'agissait pas de perte chez l'enfant en cours de développement, mais d'un manque d'acquisition portant sur la compréhension des notions temporelles et d'une impossibilité à les évoquer par un vocabulaire spécifique. La famille rapportait parfois spontanément la gêne rencontrée par l'enfant, sans que cela ne constituât pourtant un motif de consultation. Nous avons été étonnée de constater que les difficultés d'organisation temporelle ne faisaient l'objet que d'une intervention a minima, en marge de la rééducation, alors qu'elles impactent l'autonomie de l'enfant dans toutes les sphères de la vie quotidienne. Elles génèrent même de l'anxiété, lorsque l'enfant tentait avec effort d'évoquer des événements passés ou d'interroger sur des actions à venir.

Nous avons observé de telles difficultés chez des enfants ayant des troubles neurodéveloppementaux, en particulier des troubles spécifiques des apprentissages. En cherchant dans la littérature des repères sur l'acquisition des notions temporelles par âge, nous avons constaté que les données étaient dispersées. Il n'existe pas à notre connaissance de travail de synthèse sur l'acquisition de l'organisation temporelle vue sous l'angle cognitif.

Dans le cadre d'un mémoire d'orthophonie, Pecqueur et Tortuyaux en 2011 puis Chalard et Gloaguen en 2014, se sont intéressées à l'influence du milieu socio-économique sur l'acquisition des notions temporelles chez l'enfant de 5 à 10 ans. Sur la base d'un questionnaire administré auprès de 154 enfants scolarisés de la grande section de Maternelle au CM2 et de 23 parents, elles ont mis en évidence que les enfants issus de milieu défavorisé acquièrent les notions temporelles plus difficilement et avec du retard par rapport aux enfants issus de milieu ordinaire. Leur étude, menée sous l'angle socio-culturel, a mis en évidence les difficultés d'organisation temporelle jusque dans la manipulation des outils langagiers, mais sans mise en perspective des résultats avec les modèles théoriques cognitifs actuels ni proposition de synthèse sur l'acquisition des notions temporelles chez l'enfant.

Au travers d'une revue de la littérature, notre travail aura pour but la réalisation d'une telle synthèse chez l'enfant au développement typique. Nous espérons ainsi fournir des repères qui seront utiles à la pratique clinique orthophonique.

Nous définirons d'abord les notions liées au temps et à l'organisation temporelle afin de préciser la terminologie et les modèles théoriques cognitifs actuels. Puis nous exposerons le contexte clinique pour révéler les enjeux de la connaissance des éléments développementaux liés à l'organisation temporelle dans le cadre de la prise en soin orthophonique. Nous présenterons ensuite la synthèse et l'analyse des données en matière de repères développementaux. Enfin, nous discuterons du rôle de l'orthophoniste dans la prise en soin de difficultés d'organisation temporelle chez l'enfant et de la pertinence du partenariat avec le psychomotricien dans ce domaine.

Contexte théorique, buts et hypothèses

Nous allons passer en revue le contexte théorique dans lequel s'inscrit notre recherche en nous appuyant sur la littérature en sciences cognitives. Nous définirons les principales notions qui seront reprises tout au long de notre travail, ce qui nous permettra de soulever le problème du manque d'étude de synthèse sur les repères développementaux dans le champ de l'organisation temporelle. Nous mettrons en évidence les enjeux soulevés en clinique par la connaissance de tels repères chez l'enfant au développement typique. Nous exposerons enfin les buts de notre mémoire et détaillerons les hypothèses qui conduiront notre recherche.

1. Temps et organisation temporelle

Les notions de temps et d'organisation temporelle font l'objet d'études et de controverses depuis une quarantaine d'années, mais l'intérêt pour l'aspect développemental est plus récent. Les modèles théoriques issus des sciences cognitives sont encore débattus de nos jours.

1.1. Une terminologie variable selon les disciplines et les études

L'expression « organisation temporelle » est actuellement employée dans les références en langue française issues de la psychologie et de la psychomotricité. Rigal a défini l'organisation temporelle comme la « perception et l'utilisation des informations associées à l'écoulement du temps (ordre, durée et rythme des événements) et à partir desquelles nous situons le présent, le passé ou le futur et organisons notre temps. » (Rigal, 2009, p. 437). L'expression « organisation temporelle » a aussi été reprise par Elsa Dall'Agnol dans l'intitulé de sa formation consacrée à la prise en charge orthophonique des problèmes d'organisation temporelle (<https://www.elsadallagnol-formations.com/formations-orthophonie>). Elle est à notre connaissance la seule orthophoniste à proposer une formation spécifique en France. Nous adopterons donc le terme d'organisation temporelle pour plus de commodité dans le reste de notre travail. Notons toutefois que l'on peut rencontrer l'expression synonyme d'« orientation temporelle » dans les travaux plus anciens du XXème siècle (ex. De Meur & Staes, 1985) et dans certains tests neuropsychologiques tels que le Montreal Cognitive Assessment – MoCA (Nasreddine et al., 2005).

La structuration temporelle est une composante de l'organisation temporelle. Elle est définie en tant que capacité d'un individu à se situer dans le temps et à organiser ses actions dans le temps afin d'atteindre un but, par la perception et l'ajustement de l'action « aux différentes composantes temporelles telles que l'ordre et la succession, la durée, l'intervalle, la vitesse, la périodicité, l'irréversibilité [du temps], le rythme » (De Lièvre & Staes, 1993, p.79 ; Rigal, 2009).

Dans les études en neurosciences cognitives sur le sujet qui sont pour la plupart en langue anglaise, les termes employés sont beaucoup plus disparates (ex. "temporal processing" ; "timing process" ; "time sensitivity" ; « temporalité » ; « perception du temps »). En l'état actuel de nos recherches, nous n'avons pas trouvé d'expression qui se dégage par sa récurrence ou fasse consensus.

On retrouve aussi une grande diversité d'expressions désignant les processus cognitifs liés au traitement temporel, tels que "temporal estimation" "temporal memory" "time perception".

Enfin, les chercheurs publiant sur l'organisation temporelle adoptent de nombreuses

périphrases sans adopter une terminologie claire, voire restreignent le sujet de l'organisation temporelle à l'évocation d'une activité ou d'une composante.

1.2. Modèles théoriques actuels en sciences cognitives

Dans la littérature, les concepts de temps, d'espace et de nombre sont fréquemment associés et les relations qu'ils entretiennent sont discutées depuis 40 ans (pour une revue, voir Hamamouche & Cordes, 2019; Moll et al., 2016). Depuis les travaux de Meck et Church dans les années 1980, on considérait que les magnitudes de temps et de nombre étaient gérées dans un unique système, en un même substrat neuroanatomique. Les premières études menées sur l'animal avaient mis en avant le rôle des aires frontales et de structures sous-corticales, en particulier les hippocampes, dans le fonctionnement de la mémoire temporelle (Meck & Church, 1983). Dans son ouvrage consacré aux lobes pariétaux, Critchley avait constaté en faisant une revue des études de neuropsychologie consacrées au sujet, que des lésions touchant le cortex pariétal entraînaient souvent un déficit commun du temps, de l'espace, de la grandeur et du nombre, plus rarement une désorientation temporelle isolée de toute désorientation spatiale (Critchley, 1953). La question de la spécialisation hémisphérique a depuis été abordée. Il semble que le cortex pariétal inférieur droit soit crucial dans le traitement spatial et le traitement temporel. C'est ce qu'il ressort de l'observation des lésions à ce niveau et de leurs conséquences sur les processus spatiaux et temporels (Dehaene, 2018; Walsh, 2003). Par ailleurs, l'existence de déficits communs de l'organisation temporelle et de l'orientation spatiale a été confirmée dans une étude consacrée à l'héminégligence spatiale unilatérale gauche (Basso et al., 1996). Des études en IRMf récentes et spécifiques au traitement du temps ont en outre révélé que plusieurs structures cérébrales étaient activées au cours du processus d'encodage du temps. Des zones corticales et sous-corticales sont impliquées dans la perception et l'estimation temporelles : le cortex préfrontal droit, le cervelet, l'aire motrice supplémentaire et le striatum, qui tient un rôle capital dans ce réseau. En décodant les *patterns* d'oscillations corticales différenciées émis pour chaque événement lié à une durée, les neurones épineux moyens du striatum permettraient le traitement et l'intégration des informations portant sur la nature (modalité sensorielle) et la durée d'un stimulus, au sein des noyaux des ganglions de la base, notamment dans la *pars reticulata* de la substance noire (Droit-Volet, 2012). Le modèle « fréquence de mesure striatale » ('Striatal Beat Frequency') proposé par Matell et Meck en 2000, a fourni une illustration du système complexe de boucles corticostriatales et du rôle joué par la dopamine dans la modulation de l'activité neuronale lors de l'estimation temporelle (Allman et al., 2016 ; Matell & Meck, 2000, 2004).

Les travaux de Treisman avaient fait émerger en 1963 l'hypothèse de l'existence d'un mécanisme d'horloge interne. Le développement des neurosciences a progressivement fait évoluer l'hypothèse d'un point de vue localisationniste au profit d'une approche cognitiviste. D'autres modèles ont été proposés puis discutés à partir de celui de Treisman, notamment le modèle d'horloge interne élaboré par Gibbon en 1984 (Droit-Volet & Wearden, 2003 ; Droit-Volet et al., 2005, 2022). À l'heure actuelle, il est considéré que l'horloge interne implique un vaste réseau neuronal (pour une revue, voir Tordjman, 2015). Le modèle *Striatal Beat Frequency* (SBF) aurait l'avantage d'être réaliste à la fois sur le biologique et le plan comportemental (Meck & N'Diaye, 2005). Il est toutefois reconnu que les mécanismes neurobiologiques à la base de la perception du temps ne sont pas encore pleinement dévoilés (Allman et al., 2016 ; Droit-Volet, 2022).

Au début des années 2000, l'hypothèse d'un traitement conjoint des notions de temps, de

nombre et d'espace avec la théorie 'A Theory of Magnitude' (ATOM) a été avancée par Walsh (2003). Walsh considérait que le traitement des différentes magnitudes dans un même système pourrait faciliter l'action au niveau sensorimoteur chez le nourrisson. En revanche, chez l'enfant plus âgé, la nécessité de dissocier les différentes magnitudes lors de l'apprentissage des mathématiques demanderait un effort cognitif considérable. Une telle dissociation ne remettrait pas en cause l'idée d'un système unique de traitement des magnitudes dans la mesure où au cours du développement, la représentation du nombre se séparerait de celle des quantités continues en tant qu'artefact (Leibovich et al., 2017).

Cette conception d'un système unique s'est imposée dans les dernières décennies, appuyée à la fois par des preuves comportementales et des preuves fournies par l'imagerie. Toutes les implications possibles en termes de traitement et de relations entre elles des différentes magnitudes n'ont toutefois pas été clairement définies (pour une revue, voir Hamamouche & Cordes, 2019).

L'idée d'un système unique de traitement des magnitudes s'est vue remise en question dans des études récentes (Dehaene & Brannon, 2011 ; Cappelletti et al., 2011). Dehaene et Brannon ont observé des dissociations de traitement des différentes magnitudes, qu'ils ont par conséquent jugées incompatibles avec l'hypothèse d'un traitement au sein d'un système unique. Cappelletti et collègues ont mené une étude auprès d'adultes dyscalculiques à qui a été proposée une tâche de discrimination temporelle. L'analyse des résultats a permis d'objectiver que l'épreuve était correctement réalisée tant que les nombres n'étaient pas impliqués. À l'inverse, lorsque des nombres étaient introduits en tant qu'amorces, les auteurs ont observé que l'estimation de durée était influencée par le nombre. Les auteurs en ont conclu que chez les adultes, il existerait un traitement partiellement différencié des magnitudes du temps et du nombre. Par ailleurs, une double dissociation a été observée chez deux patients au traitement spatial préservé : chez l'un, le déficit touchait exclusivement le traitement du nombre, alors que seul le traitement temporel était atteint chez le second (le traitement du temps serait ainsi modulé par les quantités numériques, mais pourrait néanmoins être réalisé indépendamment de ces dernières, via des processus partiellement indépendants (Moll et al., 2016). Par ailleurs, il a été avancé que l'observation de corrélations entre les magnitudes de temps et d'espace ne signifiait pas qu'il faille rejeter l'existence du mécanisme dédié au temps, à savoir le mécanisme de l'horloge interne (Droit-Volet, 2016 ; Droit-Volet & Coull, 2015).

Une position intermédiaire est venue nuancer les conceptions opposées précédentes en proposant que le traitement des trois types de magnitude s'opère en un système unique à la naissance puis se sépare en trois systèmes distincts au cours de l'enfance. Ainsi, un modèle de divergence développementale ('developmental divergence model') a été proposé en 2014 par Newcombe. Les auteurs ne semblent pas s'accorder sur la période de transition d'un système à l'autre, puisque la petite enfance comme le milieu de l'enfance sont évoqués.

1.3.Le temps selon l'approche développementale

Les premières théories sur le traitement des magnitudes ont peu abordé l'aspect développemental, au profit de la définition du substrat neuronal du traitement des magnitudes (Meck & Church, 1983, 1987).

L'intérêt pour le développement des capacités mathématiques chez l'enfant d'âge préscolaire et scolaire s'est développé en même temps que les recherches sur les causes des difficultés d'apprentissage en mathématique (Burny et al., 2012 ; Geary, 2013). Des études ont été menées dans

la perspective de découvrir des facteurs de risque de difficultés d'apprentissage mathématique chez l'enfant d'âge préscolaire. Les travaux se sont concentrés sur la définition des capacités numériques innées de l'enfant. Ils ont mis en évidence le rôle du sillon intrapariétal dans le fonctionnement du système numérique approximatif. Par ailleurs, ils ont révélé l'implication des régions bi-pariétales dans les capacités de *subitizing* qui sont, elles, rattachées au système numérique exact. De bonnes capacités de *subitizing* donnent la possibilité d'accéder de manière immédiate à la numérosité exacte, sans avoir à passer par le comptage, pour de petites collections (ex. un à quatre chez l'enfant) (Mazeau & Pouhet, 2014).

Le temps dans le développement des capacités mathématiques de l'enfant n'a longtemps été considéré qu'indirectement, au travers de l'observation d'une atteinte du traitement temporel chez l'enfant ayant une dyscalculie contrastant avec l'absence d'atteinte temporelle chez l'adulte dyscalculique. L'hypothèse avancée est en lien avec la relation étroite entre traitement du nombre et traitement temporel dans les premières années du développement. Cette relation favoriserait l'émergence de difficulté de traitement temporel en cas de difficulté de traitement des quantités numériques. Les changements survenus plus tard au cours du développement conduiraient à un traitement plus indépendant du temps et du nombre, ce qui expliquerait que l'atteinte du traitement temporel se résorbe (Moll et al., 2016).

Depuis les études de Fraisse en 1956, les psychologues du développement ont multiplié durant la seconde moitié du XX^{ème} siècle les travaux sur l'acquisition de l'organisation temporelle. Ils ont chacun abordé de façon isolée un aspect du temps (pour une revue, voir Tartas, 2010) sans proposer d'étudier longitudinalement le développement de cet aspect et son évolution au cours de l'enfance, du moins jusqu'au tournant du XXI^{ème} siècle.

Les activités impliquant des connaissances sur le temps, telle que la lecture de l'heure et l'utilisation des capacités temporelles ont suscité peu de travaux. Les rares auteurs de telles études insistent tous sur la faible audience de ce sujet auprès des chercheurs. Par exemple, Burny et collègues l'ont rapporté dans leur étude consacrée à la lecture de l'heure chez l'enfant ayant des difficultés mathématiques (Burny et al., 2012) tout comme Droit-Volet, dans un article sur l'estimation du temps abordé sous l'angle développemental (Droit-Volet, 2000). Le manque de « travaux [qui] prennent en compte les artefacts matériels et symboliques dans la construction des repères temporels » est souligné par Tartas dans un article de psychologie du développement consacré au développement des notions temporelles par l'enfant (Tartas, 2010, p. 24).

1.3.1. La lecture de l'heure chez l'enfant

L'horloge constitue un outil conventionnel permettant à l'adulte de se repérer dans le temps, de planifier et de coordonner ses actions. L'apprentissage de la lecture de l'heure mobilise un ensemble de compétences et se fait sur le long cours durant le développement de l'enfant. Il nécessite l'acquisition de connaissances numériques, qui doivent être coordonnées à d'autres connaissances symboliques portant sur l'outil lui-même (ex. connaissance du rôle des différentes aiguilles pour le cadran analogique) et à des connaissances conceptuelles liées au temps conventionnel, telles que l'équivalence entre « une heure de l'après-midi » et « treize heures » ou l'intégration de l'aspect cyclique du système des heures. (Tartas, 2010). Dans une étude consacrée au développement de la compréhension de l'aspect cyclique du temps, Friedman faisait remarquer que la notion de cycle aurait en commun avec la représentation linéaire du temps le fait que différents événements peuvent

y être ordonnés. Toutefois, la notion de cycle introduit un autre concept qui est celui de la récurrence (Friedman, 1977). Pour évaluer le développement de cette notion de cycle, Friedman s'appuyait sur la passation d'épreuves piagétienne de classification et de sériation spécifiquement. Depuis son travail, peu d'études ont été réalisées sur l'acquisition de cet aspect temporel.

Pour être capable de lire l'heure, l'enfant doit acquérir un certain nombre de concepts mathématiques. Il doit avoir développé le sens du nombre et être capable de se représenter le nombre sous les formats symboliques. En outre, il lui faut accéder à la compréhension du système hexadécimal, maîtriser le système métrique des unités temporelles, en plus de posséder des capacités visuo-spatiales suffisantes pour se repérer sur le cadran de l'horloge analogique ou les cadrans digitaux. Dans une étude consacrée à la lecture de l'heure chez l'enfant ayant des difficultés d'apprentissage mathématique, Burny et collègues remarquaient en préambule que les données étaient rares concernant l'acquisition des compétences nécessaires à l'apprentissage de l'heure chez l'enfant, telles que la maîtrise des systèmes conventionnels du temps.

1.3.2. Précision de l'estimation du temps chez l'enfant

Des travaux récents menés par Odic auprès d'enfants de 2 à 12 ans ont permis de constater au travers de tâches de discrimination de magnitude spatiale, temporelle et numérique, que la précision se développait suivant des trajectoires développementales variées (Odic, 2018). D'autres travaux sont venus confirmer que l'estimation du temps était moins précise que celle de l'espace et du nombre, chez l'enfant comme chez l'adulte (Droit-Volet et al., 2008).

2. Les difficultés d'organisation temporelle

Les difficultés d'organisation temporelle sont observées en contexte clinique chez l'enfant comme chez l'adulte et rapportées dans la littérature, mais les classifications internationales des maladies actuelles et les textes régissant l'exercice de l'orthophonie en France ne les définissent pas, ce qui a pour conséquence l'impossibilité de poser un diagnostic spécifique.

2.1. Contexte clinique chez l'adulte

La désorganisation temporelle est observée de manière récurrente chez l'adulte atteint de troubles neuro-évolutifs (anciennement troubles neurocognitifs majeurs) (Droit-Volet, 2022) tels que la maladie de Parkinson (Droit-Volet et al., 2005) la maladie d'Alzheimer, la maladie à corps de Lewy ou les dégénérescences lobaires fronto-temporales (Ceccaldi et al., 2008). On la signale aussi en cas de trouble acquis d'origine vasculaire. Elle se manifeste par une difficulté dans la lecture de l'heure, une difficile évocation des connaissances liées à la temporalité ou des troubles de perception du temps. L'atteinte du système nigro-striatal donc de la production de neurotransmetteurs dopaminergiques, participerait au processus de désorientation temporelle progressive (Droit-Volet et al., 2005, 2012). La personne perd progressivement sa capacité à s'orienter et à s'organiser dans le temps. Le retentissement fonctionnel au quotidien est important et conduit à une perte d'autonomie de l'adulte. L'évaluation de la capacité à s'orienter dans le temps est donc intégrée au bilan neuropsychologique. Le neuropsychologue et l'orthophoniste sont tous deux compétents pour intervenir lorsque des difficultés sont objectivées.

Les difficultés d'orientation temporelle chez l'adulte pourraient être liées à des atteintes de fonctions cognitives différentes d'une personne à l'autre.

Dans la littérature, une des approches consiste à considérer la désorganisation temporelle comme secondaire à l'atteinte d'un autre processus cognitif. En 2003, Walsh rapportait que l'attention était souvent avancée comme l'origine du déficit de traitement temporel, lorsque ce dernier était observé dans des tâches d'estimation de durée (Walsh, 2003). Par ailleurs, l'explication attentionnelle aurait été appliquée à toutes les dimensions possibles du lien entre temporalité et attention. Cette tendance se comprend si l'on considère que les « modèles temporels comportementaux standards » (*standard behavioural timing models*) impliquent l'attention à tous les niveaux de traitement temporels (Walsh, 2003).

2.2.Contexte clinique chez l'enfant

Les difficultés d'organisation temporelle chez l'enfant s'expriment dans différents domaines cognitifs. La littérature rapporte l'association de difficultés d'organisation temporelle et de troubles neurodéveloppementaux. Les discussions restent ouvertes pour déterminer si ces difficultés relèveraient plutôt d'un trouble perceptif ou d'une mauvaise utilisation des informations temporelles, voire des repères conventionnels.

2.2.1. Difficultés d'organisation temporelle et langage

Les études suggèrent qu'il pourrait s'agir d'un déficit commun, partagé par les patients ayant un trouble neurodéveloppemental, en particulier un trouble spécifique des apprentissages (Barrouillet et al., 2007). Ainsi, des difficultés de traitement auditif temporel ont été mises en évidence par Tallal et collègues dans une étude menée auprès d'enfants ayant un trouble développemental du langage oral (TDL, anciennement dysphasie), par définition sévère et persistant (Tallal, 1976, cité dans Tallal, 1980). Les difficultés porteraient sur le traitement de stimuli auditifs brefs et rapides. Dans une étude ultérieure, Tallal a pu prouver qu'un déficit similaire pouvait aussi exister chez les enfants ayant un diagnostic de trouble spécifique du langage écrit (TSLE, anciennement dyslexie, Tallal, 1980). Cette théorie a été étendue par la suite à d'autres modalités que l'audition. Les difficultés de gestion des informations temporelles dans le champ du trouble spécifique du langage écrit sont reconnues. Elles ont été investiguées à partir de la tâche de jugement d'ordre temporel (pour une revue, voir le rapport de l'INSERM, 2007).

Bien que les avis divergent sur la nature spécifiquement linguistique ou plus générale du déficit de traitement temporel, son existence dans le cadre du TDL est rapportée depuis longtemps dans la littérature (pour une revue, voir Maillart, Van Reybroeck & Alegria, 2005). Enfin, des recherches menées dans le champ de l'autisme auraient mis en évidence des difficultés similaires de traitement auditif temporel dans le cadre plus global d'un déficit de perception et de traitement des informations spatio-temporelles dans l'environnement (Gepner, 2006). Les difficultés de traitement des stimuli brefs et rapides verbaux et non-verbaux (ex. mimiques) auraient des répercussions sur la communication et le développement sensori-moteur de certains enfants autistes. Il leur serait plus difficile d'acquérir des attitudes corporelles liées au temps telle que l'anticipation du mouvement, du geste, mais aussi de développer une conscience de la notion de continuité. En revanche, de récentes études ont mis en évidence chez des enfants ayant un diagnostic de trouble du spectre de l'autisme

sans trouble du développement intellectuel associé, que la discrimination de durées était possible (M. J. Allman & Mareschal, 2016, Droit-Volet, 2016). Ceci a conduit les auteurs à revoir l'hypothèse d'un déficit général du traitement temporel. Les difficultés dans l'organisation temporelle seraient à rapprocher d'un déficit au niveau des fonctions exécutives, lesquelles sont fortement mobilisées dans les tâches temporelles

En fonction de l'âge de l'enfant, les difficultés s'expriment différemment. Elles touchent le versant réceptif et le versant expressif. Les principaux domaines langagiers dans lesquels s'expriment les difficultés d'organisation temporelle sont le lexique, la morphosyntaxe et le discours. Un des signes les plus rapportés dans la littérature est la non-connaissance du lexique temporel. Les substantifs tels ceux des jours, des mois et des saisons ne sont pas connus (Gueritte-Hess, 2011).

La compréhension du lexique spatial est ce qui permet aux enfants d'exprimer la relation entre les objets physiques et la numérosité via la ligne numérique (Purpura & Reid, 2016). Par analogie, on pourrait dire que la compréhension du lexique temporel permet aux enfants d'exprimer la relation entre les concepts temporels et la numérosité via cette même ligne numérique. L'imbrication des dimensions spatiale et temporelle au sein du vocabulaire est plutôt en faveur de cette idée. Par exemple, Purpura et Reid citaient le terme "before" qui peut être compris et utilisé pour signifier un « avant » sur une ligne spatiale comme il peut signifier un « avant » sur une ligne temporelle.

La compréhension de la chronologie du récit ou l'expression de la succession des événements sont approximatives. Les marqueurs temporels sont absents et l'ordre dans lequel sont rapportées les phases du récit est erroné. L'évaluation des capacités temporelles est aussi réalisée dans d'autres domaines que le langage.

2.2.2. Difficultés d'organisation temporelle et cognition mathématique

Dans la littérature, l'hypothèse de l'existence de différents déficits a été proposée pour expliquer les difficultés d'apprentissages des mathématiques. En particulier, la possibilité d'un déficit procédural qui se traduirait par l'utilisation de stratégies immatures dans la résolution de problèmes et celle d'un déficit de mémoire sémantique qui impacterait la récupération des faits arithmétiques ont été proposées par Geary et Hoard en 2005. Ces hypothèses ont été reprises dans les études ultérieures d'autres chercheurs (voir la revue proposée par Burny et al., 2012; Geary & Hoard, 2005). Ces deux déficits seraient susceptibles d'impacter le développement de l'organisation temporelle chez l'enfant.

Dans leur étude de 2012 consacrée à la lecture de l'heure chez l'enfant ayant des difficultés d'apprentissage mathématique, Burny et collègues se sont appuyés sur ce cadre théorique afin d'étudier les performances en lecture de l'heure, en transcription d'heure au format analogique et au format digital et les transpositions du format analogique au format digital de façon bidirectionnelle, chez des enfants ayant des difficultés d'apprentissage en mathématique. Les auteurs ont créé quatre tests de lecture de l'heure, un pour les enfants du 1^{er} niveau, un pour les enfants du 2^{ème} niveau, un pour ceux du 3^{ème} niveau. Le quatrième test a été conçu pour les enfants du 4^{ème} au 6^{ème} niveau. Les items ont été conçus en cohérence avec les attendus scolaires en matière de lecture de l'heure pour des enfants scolarisés en école primaire flamande (soit l'équivalent du CP à la 6^{ème} en France). L'échantillon comprenait 725 enfants. Les performances en mathématiques des participants ont été appréciées par l'administration du *LVS Mathematics Test* (Dudal, 2002). En 60 items sont évaluées la

connaissance du nombre, les opérations arithmétiques, la maîtrise du système de mesures et la géométrie. À l'issue de cette passation, il est ressorti que 154 enfants avaient des difficultés mathématiques. L'étude a permis de comparer les performances de ces enfants avec celles d'enfants au développement typique pour chacune des quatre catégories définies dans le protocole. Dans leur étude, Burny et collègues auraient identifié des différences significatives des performances de lecture de l'heure dans les deux formats chez les enfants avec et sans difficultés mathématiques. Les auteurs retrouvaient des différences au niveau quantitatif, concernant la fréquence des erreurs, plus importante en cas de difficultés mathématiques. Au niveau qualitatif les différences concernaient la typologie des erreurs. Chez les enfants avec difficultés en mathématiques, les erreurs d'interprétation des nombres sur l'horloge, des erreurs de lecture des nombres et enfin les erreurs mixtes, étaient plus fréquentes que chez les enfants aux performances mathématiques dans la norme. En outre, la fréquence des erreurs augmentait chez les enfants avec difficultés mathématiques au cours de la scolarité en primaire, avec la complexification de la tâche de lecture, quand la précision attendue dans la lecture de l'heure augmentait par exemple de 15min à 5min et à 1min près au 3^{ème} niveau de primaire (correspondant au CE2 en France). Les auteurs ont conclu que la lecture de l'heure serait un facteur prédictif de difficultés de mathématiques. Plus encore, l'analyse des résultats suggérait que la lecture de l'heure au format analogique serait un meilleur prédicteur de difficultés de mathématiques que le format digital. Le travail de Burny et collègues est à notre connaissance la seule étude mettant en évidence la possibilité que la performance dans une compétence en lien avec le temps conventionnel, puisse être prédictive de difficultés en mathématiques. L'étude de Burny et collègues n'a pas été répliquée auprès d'élèves de primaire en France à notre connaissance.

Burny et collègues ont proposé une explication aux difficultés rencontrées en lecture de l'heure par les enfants ayant des difficultés en mathématiques. Ces enfants ne pourraient pas s'appuyer sur la récupération de réponses en mémoire à long terme (récupération de patterns d'horloge associés à la dénomination verbale d'une heure ou d'une demi-heure par exemple) contrairement à leurs pairs ne présentant pas de difficultés dans l'apprentissage des mathématiques. Il leur serait alors impossible d'automatiser la lecture de l'heure. Pour réaliser cette tâche, ils ne pourraient s'appuyer que sur l'emploi de stratégies et procédures pour lire les heures les plus complexes. La charge cognitive en serait alors accrue, pouvant expliquer partiellement le nombre plus important d'erreurs de comptage des minutes. Sur ce point, les auteurs reprenaient les conclusions d'une étude menée en 2008.

Dans ses recherches réalisées auprès de 182 enfants suédois d'une dizaine d'années, Andersson avait évalué les performances en lecture de l'heure en parallèle de celles dans d'autres tâches mathématiques chez les enfants ayant des difficultés d'apprentissage. Les participants étaient répartis en quatre groupes : un groupe composé d'enfants ayant des difficultés isolées en mathématique (N=41), un autre groupe d'enfants ayant des difficultés isolées en lecture (N=30), un troisième groupe d'enfants ayant des difficultés associées en lecture et mathématique (N=50) et un groupe contrôle (N=61). Le QI avait été mesuré. Les enfants présentant des difficultés attentionnelles avaient été exclus de l'étude. Andersson a démontré que tous les enfants ayant des difficultés mathématiques, isolément ou avec des difficultés en lecture associées, avaient des performances significativement inférieures en lecture de l'heure par rapport au enfants du groupe contrôle, en particulier en lecture de l'heure au format digital (Andersson, 2008). Au sein de chaque groupe, les résultats étaient encore plus contrastés.

En lecture de l'heure au format analogique, les enfants ayant un profil mixte de difficultés en lecture et en mathématique performaient moins bien que les enfants avec des difficultés isolées en

lecture, alors que les enfants avec des difficultés isolées en mathématique performaient seulement moins bien que le groupe contrôle. Concernant le format digital, tous les enfants ayant des difficultés en mathématique réussissaient moins bien le test que les enfants ayant un déficit en lecture. Chez ces derniers, la lecture du format digital était plus réussie que celle au format analogique. Enfin, l'analyse statistique réalisée dans l'étude a mis en évidence une corrélation entre la réussite à la tâche de lecture de l'heure et la réussite aux sept autres tâches mathématiques proposées. Andersson en avait conclu que des compétences mathématiques communes étaient mobilisées dans toutes ces activités, ce qui a servi de postulat au travail de Burny et collègues.

Ces derniers n'ont pu confirmer un impact au niveau de la lecture de l'heure, du déficit des capacités spatiales chez les enfants ayant des difficultés mathématiques, tel qu'il avait été proposé par Geary et Hoard. Bien qu'une lecture plus complexe et précise de l'heure aille de pair avec une mobilisation renforcée des compétences visuo-spatiales, les enfants ayant des difficultés en mathématique ne comptabilisaient pas plus d'erreurs liées à une condition spatiale propre à la tâche (ex. erreur sur le côté du cadran considéré) que les autres enfants.

Des difficultés de traitement temporel plus générales ont été mises en évidence dans le contexte de difficultés d'apprentissage des mathématiques (Moll et al., 2016).

2.2.3. Difficultés d'organisation temporelle, fonctions exécutives et attention

Les difficultés de traitement temporel en association avec des troubles déficitaires de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) ont été très tôt relevées dans la littérature scientifique (pour une revue, voir Quartier et al., 2010; Droit-Volet, 2016). L'hypothèse d'un déficit en mémoire de travail chez les enfants avec TDA/H a été avancée pour expliquer leur tendance à être influencés par les événements et leurs conséquences immédiates et leur difficulté à faire appel à des événements passés plus lointains pour anticiper et planifier (Barkley et al., 1997). Un recueil des plaintes parentales réalisé via un questionnaire dans l'étude de Quartier et collègues, a mis en évidence que les difficultés concernaient l'anticipation des événements, l'estimation de la durée nécessaire pour accomplir une activité dans l'environnement familial et le respect de la durée allouée à sa réalisation.

Dans les études expérimentales, différentes tâches ont été utilisées pour évaluer la perception temporelle chez l'enfant avec TDA/H : des estimations de durée, de discrimination temporelle (Gooch et al., 2011) et d'autres tâches sur le versant production, telles que la production de temps ou de reproduction de temps (Moll et al., 2016). De telles études se sont heurtées à un écueil méthodologique, celui de sélectionner les tâches les moins susceptibles d'être affectées par les symptômes d'inattention ou d'impulsivité (Zakay, 1990). Au niveau neurobiologique, le système cortico-striatal impliqué dans l'estimation du temps serait affecté chez certains enfants avec TDA/H à cause d'une anomalie dans le fonctionnement dopaminergique (Droit-Volet, 2012).

Émettant l'hypothèse qu'un retard de développement des connaissances sur le temps pouvait exister chez les enfants avec un TDA/H, Quartier et collègues ont évalué les habiletés temporelles chez l'enfant avec TDA/H (Quartier et al., 2010). Ils ont administré la tâche piagétienne de conservation temporelle (l'horloge à eau) et le *Time Concept Questionnaire*, adapté du *Time Orientation Questionnaire* créé par Capul en 1966, à un échantillon de 22 enfants ayant reçu un diagnostic de TDA/H, ainsi qu'à un groupe contrôle apparié en genre et en âge. En dépit des limites méthodologiques relevées par les auteurs comme le faible échantillon et la présence d'enfants ayant un TDA avec ou sans hyperactivité dans le groupe test, auxquelles on peut ajouter l'association de

comorbidités chez onze des enfants avec TDA/H (trois enfants avaient en plus un diagnostic de dyslexie, deux autres celui d'un trouble de l'écrit, trois autres celui d'un trouble anxieux, deux d'un trouble de l'humeur et un d'un trouble oppositionnel) l'analyse des résultats était en faveur de l'existence d'un retard dans l'acquisition des connaissances du temps conventionnel chez certains enfants avec TDA/H. Les auteurs relevaient dans leur discussion qu'il serait intéressant de reproduire leurs recherches en considérant séparément les différents sous-types de TDA/H. En effet, des recherches précédentes avait suggéré que les erreurs dans les tâches de discrimination de temps et de reproduction de temps étaient qualitativement plus importantes chez les enfants présentant un TDA avec hyperactivité que chez les enfants avec un profil de TDA sans hyperactivité (Mullins et al., 2005; Smith et al., 2002).

Dans une étude plus récente, des tâches d'estimation de durée ont été administrées à 99 enfants âgés de six à onze ans (Moll et al., 2016). Le groupe test comptait 55 enfants, qui avaient soit un diagnostic de trouble du langage écrit (*reading disorder*, N= 21) soit un diagnostic de trouble des apprentissages mathématiques (*mathematics disorder*, N=15) soit un double diagnostic de ces deux troubles (N=19). Parmi cet échantillon, cinq enfants avaient aussi un diagnostic de TDA/H, l'un associé à un trouble spécifique du langage écrit, les quatre autres étant associés à un double diagnostic de trouble du langage écrit et des mathématiques. Les autres participants avaient des difficultés attentionnelles, sans diagnostic posé antérieurement à l'étude. Les résultats de l'étude de Moll et collègues ont permis d'objectiver que les difficultés de traitement temporel pouvaient s'exprimer indépendamment dans un seul de ces troubles et que l'association de difficultés de traitement temporel et de troubles de l'attention ne serait pas systématique.

Quels que soient les domaines où transparaissent les difficultés d'organisation temporelle, l'enfant manquerait des repères et des outils dans son quotidien, qui lui permettraient de se situer dans le temps et de s'en faire une représentation mentale. En définitive, le temps ne ferait pas sens.

La plainte peut émerger lors de l'anamnèse si le professionnel interroge l'enfant ou son parent sur les activités informelles ayant un lien avec la numératie, telles le fait de parler de la date depuis un calendrier ou la lecture de l'heure, qui font partie des pratiques de numératie fréquentes dans le cadre familial d'après une étude récente de Girard et collègues (Girard et al. 2022). Néanmoins, la plainte liée à des difficultés de situation dans le temps est rarement spontanée. À notre connaissance, l'organisation temporelle ne constitue jamais la demande initiale pour laquelle une famille vient consulter. Elle émerge ultérieurement.

2.3. Définition dans le cadre professionnel de l'orthophonie

Les textes officiels encadrant la profession d'orthophoniste en France ne définissent pas de « trouble de l'organisation temporelle ». La Nomenclature Générale des Actes Professionnels en Orthophonie (NGAP, 2024) ne mentionne pas d'acte de bilan ou de rééducation portant sur des difficultés d'organisation temporelle. Néanmoins, l'orthophoniste s'y trouve confronté en pratique clinique, notamment en cas de trouble neurodéveloppemental ou de trouble des apprentissages. La prise en soin de ces difficultés chez l'enfant s'intègre alors à celle des autres déficits pour lesquels un diagnostic a été posé et qui sont liés à des domaines figurant dans la NGAP, tels que la « Rééducation des troubles de la cognition mathématique (dont dyscalculie, troubles du raisonnement) », la

« Rééducation des retards de parole, des troubles de la communication et du langage oral », la « Rééducation des dysphasies » ou l'« Éducation ou [la] rééducation de la communication et du langage dans les handicaps moteur, sensoriel et/ou les déficiences intellectuelles (inclus paralysie cérébrale, troubles du spectre de l'autisme et maladies génétiques) » (NGAP, version du 01/04/2024, Titre IV, Chapitre II, article 2, p. 109).

Notons que le choix de la cotation sera ciblé dans un domaine cognitif ou associé à une pathologie si la rééducation concerne un enfant. En conséquence, la cotation des actes introduit des frontières entre les domaines cognitifs, alors que les problèmes d'organisation temporelle recouvrent les domaines langagier et numérique. Toutefois, l'association dans un même acte des troubles de la cognition mathématique et des troubles du raisonnement logique laisse une certaine latitude au professionnel pour choisir s'il agira au niveau du langage ou des mathématiques, selon qu'il considère que le raisonnement logique appartient au domaine de la cognition mathématique ou non.

2.4. Classifications internationales

Les problèmes de gestion du temps sont mentionnés dans plusieurs sections de la cinquième édition du Manuel Diagnostique et Statistique des Troubles Mentaux (DSM-5, 2015) consacrées aux troubles neurodéveloppementaux, notamment aux troubles des apprentissages. Il est établi que l'apprentissage de l'heure serait compliqué en cas de trouble du développement intellectuel. Par ailleurs, dès l'âge préscolaire, les enfants présentant des troubles des apprentissages éprouveraient des difficultés à mémoriser les lettres, les chiffres et les jours de la semaine.

Dans la Classification Internationale du Fonctionnement, du Handicap et de la Santé, une rubrique spécifique définit « l'orientation par rapport au temps » au sein des fonctions mentales globales. Elle réunirait les « fonctions mentales qui produisent la conscience du jour, de la date, du mois et de l'année » (CIF, 2001).

La Classification Internationale des Maladies dans sa onzième version (CIM-11), ne mentionne pas les difficultés d'organisation temporelle.

3. Enjeux en clinique

Une bonne organisation temporelle est nécessaire à la réalisation de tâches de la vie quotidienne dans notre société où le temps est omniprésent (Droit-Volet, 2012; Quartier, 2008). L'utilisation de compétences liées au temps conditionne notre insertion dans la société (Burny et al., 2012). Il n'est donc pas surprenant que l'organisation temporelle soit intégrée au programme scolaire dès l'entrée en Maternelle. Favoriser l'émergence de repères dans le temps, accompagner l'acquisition des marqueurs temporels dans le langage, se situer dans le temps au travers de l'activité physique et développer la conscience de la durée font partie des objectifs scolaires de moyenne section et grande section de Maternelle (cf. domaine 5 de l'annexe au programme d'enseignement de l'école Maternelle, 2021). À l'entrée en élémentaire, les outils permettant la mesure du temps conventionnel sont intégrés au programme scolaire, en lien avec les apprentissages mathématiques. Le travail langagier sur les marqueurs temporels engagé en Maternelle est poursuivi, avec l'introduction de la notion de cycle. Le développement de l'organisation temporelle est travaillé conjointement au travers des activités physiques (cf. Annexe du Programme d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux - cycle 2, 2020).

Une mauvaise organisation temporelle a un retentissement fonctionnel important dans le quotidien de l'enfant, en matière d'autonomie. Durant l'entretien d'anamnèse, les orthophonistes interrogent d'ailleurs le rapport au temps de l'enfant au quotidien. Si la structuration temporelle en particulier est difficile, elle est susceptible d'entraver à terme le développement de l'autonomie de l'enfant et de l'adulte en devenir (Gueritte-Hess, 2011).

Les problèmes d'organisation temporelle peuvent être associés à des troubles neurodéveloppementaux voire des troubles des apprentissages (Burny et al., 2012) pour lesquels des aménagements et des adaptations sont mis en place en milieu scolaire puisqu'ils sont par définition sévères et persistants (cf. DSM-5, 2015). Les difficultés de traitement de la temporalité peuvent être mises en évidence lors de l'évaluation orthophonique dans ces domaines. L'orthophoniste dispose ainsi d'outils permettant d'apprécier les capacités d'organisation temporelles de l'enfant.

3.1.Évaluation et intervention orthophonique dans le champ de l'organisation temporelle chez l'enfant

Les outils d'évaluation de l'organisation temporelle chez l'enfant existent en orthophonie depuis l'origine de la discipline. Les premiers tests avaient une faible valeur psychométrique. Leur cadre de référence théorique était peu explicite. L'analyse des résultats ne permettait qu'une appréciation globale du développement de l'organisation temporelle au travers du langage. Les outils actuels intègrent aussi l'évaluation d'autres facettes du temps. Ils ont été conçus sur la base d'études théoriques et empiriques plus solides, issues de la psychologie développementale. Ils sont dispersés dans les tests et batteries évaluant différents domaines cognitifs. En dépit de l'existence de ces épreuves, la rééducation spécifique de difficultés d'organisation temporelle chez l'enfant reste marginale.

3.1.1.Évaluation orthophonique

Il existe peu de tests créés spécifiquement pour l'évaluation de l'organisation temporelle chez l'enfant. Les tests ou épreuves disponibles, tant pour les ergothérapeutes et les psychomotriciens que pour les orthophonistes, sont souvent restés à l'état d'ébauche dans des mémoires d'orthophonie ou n'ont pu bénéficier d'une validation suffisante. Les tests et batteries d'évaluation orthophonique en langage oral, en langage écrit et en cognition mathématique comportent des items, voire des épreuves entières, dédiés à l'évaluation des notions et compétences de traitement temporel, sans lien théorique explicite avec l'organisation temporelle.

Les premiers tests proposés ont pris la forme de questionnaires à destination des enfants. Capul a ainsi créé en 1966 le *Questionnaire Temporel pour l'Enfant*, à destination d'enfants souffrant de troubles psychiatriques. Composé dans sa version finale de 41 items, il visait l'évaluation de quatre aspects du temps : l'horizon temporel (terme repris à Malrieu) le sentiment de temps, l'appréciation de la durée et le degré de connaissances des notions de temps conventionnel (Capul, 1966). Cet outil a été remanié et adapté de multiples reprises. Le test a ainsi été réétalonné par Dubois en 1972 auprès de 428 enfants. En 2008, Quartier et une équipe de psychologues spécialisés dans l'enfance en ont proposé une mise à jour (Quartier, 2008). Après une phase de pré-test, 34 items nécessitant une réponse verbale de l'enfant, soit fermée (oui/non) soit plus développée, sous la forme de nombres et

de notions impliquant les systèmes de mesure ont été sélectionnés. L'objectif du questionnaire était d'évaluer le développement des notions temporelles, au travers des capacités d'orientation dans le temps, de sériation ordonnée de séquences temporelles, d'estimation de durées objectives et de durées subjectives, ainsi que de la capacité d'anticipation. L'étalonnage a été fait auprès d'une population de 153 enfants âgés de 6 à 13 ans. À l'issue de l'analyse statistique, Quartier convenait de la faible valeur psychométrique du questionnaire. L'interprétation des résultats devrait donc être prudente et se limiter à une appréciation globale, en regard du score total obtenu.

La même année que le Questionnaire Temporel pour l'Enfant de Capul paraissait le Test d'Orientation et de Jugement de Borel-Maisonny. Une nouvelle adaptation à destination d'enfants de grande section et de CP en a été faite en 2009 dans un mémoire d'orthophonie (Poulain, 2009), poursuivi et étalonné par Batteux en 2013 auprès d'enfants de CE1 à CM2 (Batteux, 2013). Ce nouvel outil se focalisait sur l'évaluation des notions temporelles dans le langage chez l'enfant tout-venant, sur la base de réponses produites à l'oral.

En 2015, la compréhension des concepts et du lexique temporel chez l'enfant dyslexique a fait l'objet d'un mémoire d'orthophonie, donnant lieu à l'élaboration d'un Questionnaire sur les Mots du Temps (Lacrampe et Fleury, 2014).

L'orthophoniste dispose de quelques outils d'évaluation de l'organisation temporelle. Cette mesure est indirecte. En effet, dans les batteries d'évaluation orthophonique, les épreuves sont intégrées aux parties consacrées aux compétences transversales, ou « compétences socles », incluant la mémoire, les fonctions exécutives et l'attention.

À titre d'exemple, on peut citer la tâche de reproduction de rythme présente dans les Nouvelles Épreuves pour l'Examen du Langage - NEEL (Chevrie-Muller & Plaza, ECPA, 2001) et dans la Batterie d'Évaluation du Langage Oral EVALO 2-6 (Coquet, Ferrand & Roustit, Ortho-Edition, 2009). Cette épreuve semble s'appuyer sur les travaux et les trois épreuves de reproduction de rythmes de Stambak (Stambak, 1979). Dans la NEEL, la reproduction de structures rythmiques est intégrée au module évaluant la mémoire et reliée à sa composante auditive. L'épreuve de reproduction de cellules rythmiques d'EVALO est incorporée à la partie évaluant les capacités attentionnelles, parmi des épreuves évaluant l'attention sélective. La notion de rythme est donc évaluée sans qu'un lien ne soit explicitement établi avec l'organisation temporelle. Les auteurs proposent une analyse qualitative des résultats, pour mesurer l'impact sur l'attention de *l'effet de longueur* « en nombre de frappes et de pauses » ; de la *structure séquentielle* et de *l'effet de régularité de la structure rythmique*. L'échec à cette épreuve serait à rapprocher d'un déficit attentionnel ou de faibles capacités mnésiques. On peut s'étonner du fait qu'il n'y ait pas d'épreuve de jugement temporel intégrée aux tests orthophoniques, alors qu'il a été montré que l'attention avait un rôle important dans la réussite à cette épreuve (pour une revue, voir Lejeune, 1998).

Les épreuves évaluant le discours incluent l'analyse des marqueurs temporels. Le recueil et l'analyse sont quantitatifs et qualitatifs. Ainsi, dans la batterie d'Évaluation du Langage Écrit et du Langage Oral - Evaleo 6-15 (Launay, Maeder, Roustit, & Touzin, 2018) figure une épreuve « Récit à l'oral à partir d'une histoire en images » servant à l'évaluation du récit en production chez l'enfant entre le CP et la 3^{ème}. Son pendant à l'écrit est destiné aux enfants depuis le niveau CM1 jusqu'à la 3^{ème}. L'analyse de la microstructure du récit produit intègre des éléments tels que les propositions subordonnées circonstancielles temporelles, les adverbes exprimant la temporalité et d'autres

marqueurs temporels, autres que les flexions des temps verbaux. L'utilisation des différents temps verbaux est appréciée qualitativement par un recueil manuel de l'examineur. Chaque occurrence d'un marqueur temporel doit être reportée dans la grille d'analyse de la microstructure en tant qu'« élément microstructurel adapté » et fait donc partie de l'analyse quantitative. Concernant l'analyse plus qualitative, la diversité lexicale des marqueurs temporels est appréciée à part, au travers d'un pourcentage à réaliser manuellement. Enfin, la présence d'autocorrections en cas d'erreurs chronologiques est un marqueur discursif considéré positivement.

Concernant le domaine de la cognition mathématique, on relève la présence éparse d'items évaluant la magnitude temporelle, au travers de tâches non-spécifiques à l'évaluation de l'organisation temporelle.

Les deux épreuves évaluant la production d'inférences dans leur composante verbale et non-verbale par l'enfant, dans la batterie informatisée d'examen des habiletés mathématiques chez l'enfant de 5 à 8 ans - Examath 5-8 (Helloin & Lafay, 2021) comportent des items mobilisant la capacité de l'enfant à raisonner autour d'une situation impliquant le temps physique. Elles impliquent une connaissance du lexique temporel et de la compréhension de notions telle que l'alternance jour/nuit. Ces épreuves sont proposées aux enfants depuis le niveau GSM jusqu'au CE1.

Le Module 4 - Mesures de la batterie Examath 8-15 (Lafay & Helloin, 2016) comporte des sous-tests mobilisant la connaissance sous leur forme verbale, des unités de mesure temporelles, c'est-à-dire de notions liées au temps conventionnel. Leur compréhension dans un contexte écologique est appréciée dans deux items de l'épreuve « approche contextuelle des mesures », qui nécessite de la part de l'enfant d'estimer la grandeur, de sélectionner l'unité de mesure temporelle et l'échelle appropriées à la situation (ex. exprimer la durée d'un film en minute plutôt qu'en heure). Le premier item de l'épreuve « problème de mesures » porte sur la capacité de manipulation de ces unités de mesure en lien avec la notion de durée, en nécessitant en outre la compréhension d'une situation de la vie réelle. L'enfant doit réaliser une conversion de mesure. Le nombre d'items dédiés à l'évaluation des notions temporelles dans ces deux épreuves semble insuffisant pour constituer une véritable mesure de l'organisation temporelle dans sa composante verbale.

Au travers de ces exemples, on constate qu'il ne semble pas y avoir de consensus sur le domaine d'intervention orthophonique auquel rattacher l'organisation temporelle. Dans les batteries orthophoniques, les notions et compétences relatives au traitement temporel sont incluses dans l'évaluation de plusieurs domaines. En cas de déficit, elles sont considérées comme des manifestations de difficultés ou de troubles de différentes natures, mais jamais l'hypothèse d'un déficit d'organisation temporelle n'est envisagée explicitement dans les manuels. Le caractère transversal du lexique relatif aux notions temporelles, explique sans doute en partie cette dispersion dans les tests. Dans la littérature, le langage mathématique fait référence aux mots-nombres. Toutefois, les quantificateurs (ex. plus que, moins que) ou le vocabulaire spatial et temporel, sont mobilisés aussi bien dans les tâches de raisonnement mathématique que de raisonnement logique. L'usage de ce vocabulaire n'est pas exclusif à un domaine, ce qui est souligné par certains auteurs (Purpura & Reid, 2016). Il est donc cohérent que des items relevant de notions temporelles soient retrouvés dans des domaines d'intervention orthophonique différents. Mais nous notons que les résultats obtenus ne donnent jamais lieu à une analyse croisée entre les domaines concernés, comme cela se fait par exemple concernant les composantes du langage telle la phonologie, dont les

performances sont appréciées sur les deux versants et en modalité orale et écrite dans la batterie d'Évaluation du langage écrit et du langage oral EVALEO 6-15 ans de Launay, Maeder, Roustit et Touzin (2018).

Au vu de ces éléments, l'orthophoniste apparaît comme l'un des professionnels de santé les plus indiqués dans la prise en charge d'un déficit d'organisation temporelle. Pourtant, la question de la rééducation de la temporalité est rarement évoquée dans la littérature et les pratiques cliniques actuelles sont peu documentées.

3.1.2.Prise en charge orthophonique de difficultés d'organisation temporelle

L'offre de formation et les matériels de rééducation spécifiques à l'enfant sont peu fournis en comparaison de ce qui existe pour une prise en soin similaire chez l'adulte. À ce jour, nous n'avons trouvé qu'une formation spécifique à la prise en charge orthophonique des difficultés d'organisation temporelle, proposée par une orthophoniste française, Elsa Dall'Agnol.

Dans le champ de l'orthophonie, les données actuelles en termes de repères développementaux sont donc éparpillées et il n'existe pas à notre connaissance de travail de synthèse sur le développement de l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique. Un tel outil s'avèrerait pourtant utile au professionnel pour déterminer à quel moment alerter sur un probable retard d'organisation temporelle.

3.2.Orthophonie et psychomotricité : spécificité d'une rééducation et partenariat

Outre les modèles concernant la perception du temps chez l'enfant existent des données sur l'évolution des relations de l'enfant au temps tout au long de son développement, au travers de son comportement. Elles sont issues des travaux des psychologues du développement et des psychomotriciens.

3.2.1.L'organisation temporelle vue sous l'angle de la psychomotricité

En accord avec la proposition du psychologue Fraisse (1956, 1957) la notion de temps serait composée de trois éléments, la *succession*, la *durée* et le *cycle*. Cette conception a été adoptée par les psychologues du développement. En outre, *l'ordre de succession temporelle* et de *durée* seraient les aspects principaux du temps (Montangero, 1988).

Les psychomotriciens ont défini les composantes d'*ordre*, de *durée* et de *rythme*, qui recourent celles de la psychologie.

3.2.2.Partenariat orthophoniste-psychomotricien

Lorsque des difficultés d'organisation temporelle sont exprimées dans le cadre d'une plainte ou découvertes en cours de rééducation, le partenariat entre orthophoniste et psychomotricien apparaît pertinent dans le cadre d'un parcours de soin coordonné.

Ce partenariat se justifie d'autant plus que des travaux laissent supposer que la production de rythmes moteurs et la perception d'intervalles temporels pourraient mobiliser un même mécanisme temporel (Keele et al., 1985).

4. Buts et hypothèses du mémoire

Notre revue de la littérature a pour but le recensement et la synthèse des connaissances sur l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique. Nous émettons les hypothèses suivantes :

- La mise à disposition de repères d'acquisition de l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique servira à la prévention des difficultés d'organisation temporelle chez l'enfant par les orthophonistes.

- La connaissance de ces repères développementaux présentés selon une approche cognitive permettra une meilleure coordination entre orthophonistes et psychomotriciens dans le cadre d'un travail en partenariat auprès de patients présentant des difficultés d'organisation temporelle.

On sait l'importance d'une intervention précoce auprès de l'enfant en cours de développement pour prévenir l'installation de difficultés et limiter leur extension à d'autres domaines. Actuellement, l'intervention orthophonique dans le domaine de la désorganisation temporelle n'est pas explicitement définie dans la nomenclature. Par ailleurs, l'organisation temporelle se développe au travers des domaines cognitifs langagiers, cognitivo-mathématiques et implique des capacités verbales et non-verbales en cours de maturation chez l'enfant. Notre travail entend modestement donner quelques points de repère pour la prise en soin orthophonique de difficultés d'organisation temporelle selon l'âge de l'enfant.

Enfin, l'orthophoniste n'étant pas le seul professionnel intervenant auprès de l'enfant ayant un déficit d'organisation temporelle, notre travail proposera des pistes de réflexion sur la pertinence du travail en partenariat avec le psychomotricien et tentera de préciser les spécificités de l'apport de l'orthophonie dans cette prise en soin pluridisciplinaire.

Méthode

Notre mémoire portant sur l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique doit répondre aux exigences d'un travail scientifique. Ce travail inédit doit aussi être réalisé en une année. En tenant compte de ces différentes contraintes, nous avons circonscrit notre sujet et défini un cadre de travail à l'issue de nos premières recherches. Cette partie détaille en les justifiant chacun de nos choix méthodologiques.

1. Population ciblée

Comme nous l'avons évoqué précédemment, les études sur l'organisation temporelle chez l'enfant considèrent le sujet sous l'angle du déficit. De plus, elles rapportent majoritairement le cas d'enfants ayant un trouble neurodéveloppemental associé ou un trouble spécifique des apprentissages. Il nous semblait impossible de fournir un travail homogène sur les déficits d'organisation temporelle chez l'enfant. Au contraire, élaborer un travail de synthèse en partant de la population des enfants au développement typique nous a paru plus pertinent pour deux raisons: d'une part la faisabilité d'un tel travail dans le temps qui nous est imparti ; d'autre part, l'utilité d'apporter aux praticiens des repères sur le développement « normal » de l'organisation temporelle.

2.État de la littérature

Le choix d'une revue de la littérature nous a paru le plus adapté dans la mesure où il n'existe pas à notre connaissance de travail de synthèse sur l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique. Établir une définition la plus complète possible de la notion même d'organisation temporelle nous semblait un préalable nécessaire à toute autre forme d'étude.

Les données ont été recueillies dans la littérature scientifique, avec pour source principale les revues orthophoniques, de neuropsychologie et de psychomotricité. Nous avons également consulté les manuels de tests et batteries orthophoniques les plus récents afin d'obtenir un aperçu des épreuves et items évaluant spécifiquement les notions liées au temps. Cela nous a fourni quelques références théoriques supplémentaires.

3.Choix des sources et stratégie de recherche

Le recensement de données issues de différentes disciplines (i.e. orthophonie, neurosciences et psychomotricité) a nécessité la sélection de mots-clés pour construire l'équation de recherche. À cet effet, nous avons utilisé les portails HeTOP et Termsciences (incluant le MeSH) qui sous la forme de thesaurus en arborescence de descripteurs, permettent d'accéder à un très large panel de concepts et de terminologies dans le domaine biomédical (Borel et al., 2022). Les mêmes termes ou expressions ont été sélectionnés dans leur version en langue française et en langue anglaise : développement de l'enfant, child development, organisation temporelle, organization in time, enfant au développement typique, typically developing children, développement typique, typical development.

La sélection d'articles s'est faite d'après onze bases de données (PubMed, Google Scholar, Cairn, APA PsycNET, Science Direct, Glossa, CISMef, Embase, Cochrane Library, ERIC et PsychINFO). L'équation de recherche a été adaptée pour chacune d'elles. La variabilité du vocabulaire lié à l'organisation temporelle nous a obligée à intégrer plusieurs expressions à l'équation de recherche. Nous avons par ailleurs rapidement exclu la terminologie relative aux troubles neurodéveloppementaux et aux pathologies associées à un déficit d'organisation temporelle (ex. « NOT intellectual disability ») afin de resserrer les recherches sur l'aspect développemental. L'outil « connectedpapers » a permis de trouver des références supplémentaires. Une veille documentaire a été assurée durant la période de réalisation du mémoire.

Les travaux scientifiques les plus récents ayant servi à l'élaboration de notre corpus de repères développementaux étaient majoritairement des articles scientifiques issus de revues en sciences cognitives, publiés par des chercheurs rattachés à des départements universitaires de neurosciences cognitives, de (neuro)(psycho)linguistique et de psychologie du développement. Nous avons également consulté des monographies consacrées au développement du temps chez l'enfant, dont les auteurs étaient des orthophonistes, des psychomotriciens, des psychologues du développement.

La consultation d'inventaires ou de systèmes descriptifs de développement langagier par domaine linguistique (lexical, morphosyntaxique) nous a permis d'étoffer notre recueil de repères (cf. Annexe 1). Ces documents provenaient notamment des manuels de batteries d'évaluation orthophonique conçus et validés durant les deux dernières décennies.

4. Mode de présentation des résultats

Les données ont été discutées dans le corps du texte. La présentation organisée des sources de notre travail a été complétée d'un tableau synoptique, conformément à ce que l'on trouve dans la littérature.

Il nous a paru intéressant que les repères développementaux par âge soient aussi représentés sous la forme d'un support visuel permettant un repérage rapide des repères par le clinicien (cf. Annexe 2). De plus, un tel support nous semblait adapté à un éventuel usage préventif auprès d'un public non spécialiste. Il a été réalisé à l'aide de Powerpoint.

Les données récoltées étant assez riches, nous avons choisi de présenter en parallèle sur le support synthétique les repères développementaux tels qu'ils sont définis sous l'angle cognitif et sous l'angle sensoriel. Des repères sur le développement des compétences liées au temps (estimation de durée, reproduction de rythme ou production de rythme, lecture de l'heure) figurent en vis-à-vis des attitudes et comportements temporels. Certains points fourniront des indications utiles au clinicien en matière de connaissances conceptuelles attendues pour un âge donné tandis que d'autres compétences relevant plus de la « pratique » temporelle quotidienne de l'enfant, peuvent intéresser un plus large public. Les connaissances et les comportements temporels sont observés par différents professionnels prenant en charge les difficultés d'organisation temporelle (les orthophonistes, les neuropsychologues et les psychomotriciens). Rapprocher ces différents aspects du développement de l'organisation temporelle nous a semblé pertinent pour faciliter les échanges dans le cadre d'un parcours de soin coordonné.

Résultats

Les repères développementaux sur l'organisation temporelle que nous avons retenus pour notre travail sont issus de différentes sources dans la littérature scientifique. Leur synthèse a permis de mettre en évidence le faible niveau de preuve des données existant dans la littérature. Les âges d'acquisition des repères développementaux cités dans les études scientifiques issues de différentes disciplines étaient hétérogènes, avec un contraste marqué entre les études antérieures aux années 1980 par rapport à celles des décennies suivantes. En revanche, les données étaient plus homogènes au sein de chaque discipline, dans les études récentes.

Il existe un relatif accord sur l'âge d'acquisition des notions temporelles dans les études récentes (cf. Annexe 1). Les études en sciences cognitives ont considéré le développement des notions temporelles chez l'enfant en définissant trois périodes (Tartas, 2010). La première correspondrait aux rapports de l'enfant au temps sous l'angle comportemental avant l'explosion du langage, globalement avant deux ans. La deuxième période commencerait avec l'apparition des marqueurs temporels dans le langage vers deux-trois ans et s'étendrait jusqu'à six ans environ. La troisième période débiterait à six ans et se terminerait vers onze ans avec le début de l'adolescence.

Cette découpe en trois périodes est également adoptée dans les travaux consacrés plus largement au traitement temporel chez l'enfant. Les changements observés dans les capacités de traitement temporel au cours du développement ont toutefois donné lieu à un bornage différent. Ainsi la première période se déploierait entre la naissance et l'âge de quatre-cinq ans. La deuxième période rendrait compte des changements survenus entre cinq et huit ans. La dernière phase s'appliquerait à la période

comprise entre huit ans et le début de l'adolescence.

Pour des raisons de cohésion, nous adopterons cette division en trois périodes dans le reste de notre propos, même si le bornage ne se recoupe pas exactement entre les études.

Chez le nourrisson, puis le bébé de moins de deux ans, les premières manifestations de l'organisation temporelle s'exprimeraient dans le comportement. Les travaux portant sur cette première période ont eu pour objet d'étude soit la perception et l'estimation temporelle chez l'enfant (voir les nombreuses contributions de Droit-Volet et collègues ces vingt dernières années, reprises dans Wearden, 2016) soit les « premières actions temporelles » (Tartas, 2010, p. 19).

Dès la naissance, l'enfant qui a des activités rythmiques internes serait aussi confronté aux rythmes externes, présents dans son environnement (Pouthas et al., 1993; de Coster et al., 2007). Son adaptation à ces rythmes externes se ferait rapidement, à tel point que très peu de temps après la naissance, l'enfant montrerait déjà des capacités de contrôle d'organisation temporelle dans certaines de ses activités rythmiques. Des travaux auraient démontré qu'un nouveau-né, à peine 66 heures après la naissance, serait déjà capable de raccourcir la durée de ses pauses lors de la succion non-nutritive, afin d'obtenir un événement agréable (DeCasper & Fifer, 1980 ; DeCasper & Sigafos, 1983). L'allongement des durées des pauses inter-succion serait possible plus tardivement ; il aurait été constaté chez le nourrisson de deux mois, au cours de situations expérimentales impliquant le conditionnement opérant (Provasi, 1988, cité dans Droit-Volet, 2001).

Les capacités de jugement des durées brèves, c'est-à-dire inférieures à la seconde, auraient été observées très précocement, chez le nourrisson. Le traitement de durée en modalité auditive serait antérieur à celui réalisé selon une modalité visuelle (Droit-Volet et al., 2005). À deux mois, les nourrissons seraient ainsi capables de discriminer des sons et des séquences rythmiques en modalité auditive, alors qu'ils ne le seraient qu'à partir de six mois en modalité visuelle (Droit-Volet, 2001, 2016).

En lien avec ces capacités, l'apprentissage de l'attente après un intervalle d'une durée supérieure à une minute serait possible pour des nourrissons âgés de trois à cinq mois, en passant par des procédures de conditionnement (Darcheville et al., 1993). Dans ces conditions particulières, des nourrissons de quatre mois ont pu espacer leurs réponses en apprenant la durée d'un intervalle de trois ou cinq secondes entre deux *stimuli* (Colombo & Richman, 2002). Toutefois, il faut souligner que pour des enfants de cet âge, *attendre* ne signifiait pas que toute activité motrice était suspendue. Les capacités de régulation du comportement dans le temps et de discrimination de durées sembleraient en tout cas précoces.

Elles seraient rendues possibles par le mécanisme d'horloge interne qui serait fonctionnel dès l'enfance (Droit-Volet, 2022). Le substrat neurologique impliqué n'est pas encore totalement défini. Toutefois, les études chez l'adulte ont montré que pour des durées supérieures à une seconde, le cortex frontal, le système nigrostriatal et le thalamus seraient impliqués (Meck & N'Diaye, 2005). Or, ces structures impliquées dans la perception et le traitement temporel matureraient précocement durant le développement (Allman & Mareschal, 2016; Allman et al., 2016). Par exemple, la myélinisation du thalamus et du striatum serait faite à la naissance (Droit-Volet et al., 2005). On peut raisonnablement supposer que les capacités du très jeune enfant à réguler ses activités rythmiques s'appuient sur ce substrat, même si le fonctionnement du mécanisme de l'horloge interne à un si jeune âge doit encore être observé et que les modèles actuels concernent l'adulte.

Alors que le langage fait son apparition, plusieurs études ont montré que l'enfant de seize à dix-

huit mois serait déjà capable de reproduire l'ordre d'une séquence d'actions, présentée dans son ordre canonique, si celle-ci fait référence à une séquence d'actions vécue au quotidien par l'enfant (Bauer & Mandler, 1989). Vers deux ans, toujours dans le cadre de séquences familières, l'enfant pourrait aussi reproduire la séquence si elle est présentée dans l'ordre inverse, puis dans un ordre incohérent. Ce ne serait qu'à partir de trois ans que cette capacité à ordonner se généraliserait à des séquences d'actions inconnues. Ceci témoignerait de l'existence d'une représentation abstraite à cet âge (Droit-Volet, 2001).

L'estimation de la durée semble se préciser au fil du développement, comme le laissent supposer des travaux menés auprès d'enfants de trois à huit ans. À travers l'administration de tâches de bissection temporelle et de généralisation, il aurait été observé que l'estimation de la durée s'affinait même pour des durées allant de 100ms à 20s, et pour des intervalles de durée de l'ordre de 100ms, si bien que, de trois à huit ans, progressivement la « durée subjective correspond à la durée objective » (Droit-Volet et al., 2005, p. 149). Dans une autre étude, Droit-Volet et collègues auraient relevé l'existence chez des enfants de cinq à huit ans d'un effet déjà constaté chez l'adulte en matière d'estimation de durée : à durée égale, un stimulus auditif serait jugé d'une durée plus longue par rapport à un stimulus visuel (Droit-Volet et al., 2004).

Sur le versant de la production de durée, l'enfant deviendrait capable de produire des intervalles précis vers quatre-cinq ans (Droit-Volet, 2001). Il a été montré en condition expérimentale qu'un enfant de cet âge pourrait d'un autre côté attendre sans fournir de réponse, c'est-à-dire s'appuyer sur ses capacités d'inhibition pour réguler son activité motrice dans le cadre d'une situation temporelle. Il s'agissait en l'occurrence dans le protocole, d'attendre sans produire de réponse motrice (Droit & Pouthas, 1992). Des enfants de deux à trois ans auraient montré la même capacité à attendre sans fournir la réponse motrice prévue dans le protocole expérimental, mais contrairement à leurs pairs plus âgés, cela n'avait été possible qu'à la condition de s'impliquer dans d'autres activités motrices. Droit-Volet concluait que « le temps est donc agi avant d'être pensé et c'est dans l'action, quand le temps s'impose à lui à travers une sensation de continuité, que l'enfant parvient à évaluer le temps qui passe » (Droit-Volet, 2001, p.32). Il est intéressant de constater à ce stade que selon ces résultats, la production de l'ordre au travers de l'action apparaîtrait antérieurement à celle de la durée au cours du développement.

C'est aussi durant cette période et même un peu plus tôt, à partir de deux ans, que le langage se développe considérablement chez l'enfant. Dès son apparition, le langage tiendrait un rôle capital dans le développement de l'organisation temporelle. Il servirait de médiateur et permettrait la transposition verbale des perceptions et des comportements temporels acquis précédemment, selon Fraisse (Fraisse, 1957). Trois aspects de l'organisation temporelle se développeraient particulièrement selon lui sous l'effet du langage : l'ordre, la localisation des événements dans le passé, le présent et le futur et enfin, la construction de l'ordre des événements grâce à des outils culturels.

Les adverbes de temps apparaîtraient vers trois ans (ex. demain) tandis que les prépositions temporelles (avant, après, pendant) n'émergeraient qu'entre cinq et six ans (Schelstraete et al., 2011). L'utilisation dans le langage de ces marqueurs temporels correspondrait ainsi au moment où les notions temporelles liées seraient comprises de l'enfant (cf. Annexe 2).

L'enfant ordonnerait par le langage des événements ou des séquences temporelles grâce à un premier système de repérage temporel utilisant les notions d'avant et d'après, comparable à un *script*.

Cet outil permettrait à l'enfant de « répondre aux questions introduites par « quand » ou encore pour anticiper ou planifier les événements/actions à venir » (Tartas, 2010, p. 20). Certaines notions, introduites précocement, tels que « hier » ne seraient toutefois pas comprises totalement ni par la totalité des enfants avant huit ans, si l'on se fonde sur la réponse erronée de 51% des 130 enfants âgés de six et sept ans, interrogés dans une étude canadienne menée auprès d'enfants de langue maternelle française issus de milieux socio-économiques différents (Godard & Labelle, 1998). En parallèle de ces acquisitions langagières, l'enfant de cinq ans pourrait reproduire dans l'action des séquences de plus en plus longues, s'étendant à l'échelle de la journée (Droit-Volet, 2001).

La localisation des événements soit par rapport au présent (au moment de l'énonciation) soit par rapport à un autre moment, passé ou futur serait le deuxième aspect de l'organisation temporelle appréhendé au travers du langage. L'émergence des verbes et des temps des verbes entre deux et quatre ans permettrait davantage à l'enfant de se situer dans le temps et d'anticiper les événements (Sadek-Khalil, 2000). La chronologie d'apparition des temps verbaux en français serait globalement connue, même si les données manquent de précision, selon Marie-Anne Schelstraete et collègues (Schelstraete et al., 2011). Le présent serait ainsi utilisé vers trois ans pour les verbes les plus réguliers, le passé composé six mois plus tard. Le futur apparaîtrait vers quatre ans, d'abord en association avec le verbe aller, puis seulement vers cinq ans, via les flexions verbales du futur simple. L'imparfait émergerait également vers cinq ans. C'est finalement entre cinq et six ans que le conditionnel commencerait à être observé. Les interactions langagières avec l'entourage, notamment au travers de l'activité de récit, favoriseraient l'adoption des différentes perspectives. Les marqueurs temporels viendraient enrichir les récits de l'enfant de façon croissante entre trois et cinq ans (Tartas, 2010; Schelstraete et al., 2011).

L'orientation dans le temps, c'est-à-dire la capacité à savoir se situer dans le temps, ne serait pas accessible à l'enfant avant quatre ans. C'est à partir de cet âge, qu'à force d'être confronté aux mêmes événements dans son quotidien, l'enfant parviendrait à les localiser à l'échelle de la journée, sans doute avec le support langagier qui renforcerait les liens ainsi créés entre un événement et un temps (Droit-Volet, 2001). À cinq ans, l'orientation à proprement parler deviendrait possible dans la journée.

Vers six ans, l'enfant continuerait à développer l'orientation temporelle en même temps que ses repères concernant le temps. Il comprendrait progressivement les relations temporelles entre les différents événements d'une journée (Droit-Volet, 2001). Le vocabulaire lié aux séquences temporelles serait appris à cet âge. Les études ne s'accordent pas sur l'ordre d'acquisition de ces notions temporelles. Selon Fraisse, l'apprentissage du nom des jours de la semaine serait antérieur à celui des mois, des saisons et des années (Fraisse, 1957), tandis que d'autres études, plus récentes, ont obtenu des résultats différents (Godard & Labelle, 1998).

L'apprentissage des jours de la semaine serait un apprentissage par cœur, qui adopterait parfois la forme d'une comptine (d'une façon qui nous paraît comparable à ce que l'on voit pour la comptine numérique). Droit-Volet notait que l'évocation d'un jour précis en réponse à une question du type « quel jour vient *après*... » n'était possible en début d'apprentissage qu'en énumérant les jours dans l'ordre canonique. Évoquer un jour en énumérant la comptine des jours en sens inverse serait également difficile avant huit ans. Enfin, elle remarquait aussi que vers quatre ans, si la récitation des jours était possible, l'orientation temporelle n'était pas installée pour autant chez l'enfant (Droit-Volet, 2001). Certains jours seraient plus saillants en rapport avec le quotidien de l'enfant et leur nom

serait donc plus facilement mémorisé. Ainsi, l'enfant s'orienterait d'abord dans les jours « avec école » et les « jours sans école » puis d'autres liens seraient créés, permettant à l'enfant de donner avec exactitude le jour de la semaine vers six ans. De manière intéressante, Droit-Volet précisait que les activités temporelles introduites plus précocement dans la scolarité de nos jours et que cela pourrait conduire à un développement plus précoce de l'orientation temporelle.

Le vocabulaire lié au temps conventionnel et correspondant à des séquences temporelles de plus en plus longues serait appris pour certaines notions, simultanément à celui des jours, voire plus précocement en ce qui concerne les saisons, plus tardivement pour d'autres. L'étude de Godard et Labelle rapportait que l'orientation par rapport à la saison était possible chez les enfants de cinq et six ans (Godard & Labelle, 1998). Les mois de l'année seraient maîtrisés plus tard, vers sept et huit ans. Comme les jours de la semaine, ils seraient d'abord appris sous forme d'une liste à réciter et l'orientation dans les mois de l'année se ferait dans les mêmes conditions (Droit-Volet, 2001). Un enfant entre six et huit ans pourrait dès lors ordonner des séries conventionnelles plus complexes et plus longues et leur donner du sens en les associant à des expériences vécues, des événements familiers (Tartas, 2010). Selon Droit-Volet « cette évolution n'est pas due à une meilleure représentation de l'ordre proprement dite, celle-ci étant suffisamment abstraite à l'âge de trois ans, mais au développement des compétences dans le domaine de connaissances auquel l'ordre s'applique » (Droit-Volet, 2001, p 34).

À six ans également, l'enfant apprendrait finalement à décomposer en unités égales cette magnitude continue qu'est le temps. Au travers des apprentissages mathématiques, il apprendrait un langage plus spécifique qui viendrait compléter les notions temporelles déjà présentes dans son vocabulaire. L'enfant se servirait de ces nouvelles connaissances pour réaliser des calculs temporels (ex. durée, vitesse). La découverte des outils culturels « calendaires » permettant la mesure du temps conventionnel, du temps socialement partagé, permet à l'enfant d'âge scolaire de s'approprier la notion de cycle dont la compréhension serait acquise vers 9 ans (Tartas, 2010). Il acquiert à l'école des connaissances numériques tels que le système hexadécimal (*cf.* Annexe du Programme d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux - cycle 2, 2020).

La lecture de l'heure, activité qui mobilise la connaissance et la compréhension de ces systèmes, est un exemple de ces nouvelles acquisitions qui croisent la compréhension de notions temporelles avec des connaissances mathématiques et langagières. La maîtrise de la lecture de l'heure s'étendrait sur une large période, de cinq à onze ans environ, selon l'étude de Burny et collègues, menée auprès d'enfants scolarisés dans des écoles flamandes (Burny et al., 2012). Dans son étude, Andersson reprenait les âges avancés dans des études anglophones réalisées au tournant des années 80-90, qui étaient en faveur d'une maîtrise de l'heure dans tous ses formats entre huit et dix ans. La lecture à l'échelle d'une heure serait possible vers six ans, à l'échelle d'une demi-heure vers sept ans, au quart-d'heure près vers neuf ans. C'est entre huit et dix ans que la lecture de l'heure à la minute près serait acquise. On voit donc que les âges développementaux se recourent. Nous n'avons pas de données en ce qui concerne les enfants francophones, auxquelles nous aurions pu comparer ces repères.

Les études s'accordent sur le fait que les performances des enfants dans les tâches impliquant une estimation de durée approchent celles des adultes entre dix et douze ans, environ (Wearden, 2016). La précision des estimations de durée en particulier, deviendrait similaire vers huit à neuf ans. La maturation au cours du développement de processus cognitifs généraux tels que ceux de la mémoire (à court-terme et à long-terme) et de l'attention, a été avancée comme hypothèse explicative

de cette amélioration, dans les nombreuses études ayant exploré les liens entre mémoire, attention et traitement temporel (pour une revue, voir Droit-Volet, 2022).

La représentation spatiale du temps qui existe chez l'adulte, sous la forme d'une ligne temporelle mentale où les événements passés sont latéralisés à gauche et les événements futur à la droite, n'émergerait chez l'enfant qu'entre huit et dix ans (Droit-Volet & Coull, 2015).

Concernant l'orientation temporelle, un changement interviendrait au début de l'adolescence dans le mode de représentation des mois. Pour reprendre les propos de Droit-volet, à la liste verbale se substituerait un « système de représentation imagée permettant une orientation approximative dans l'année. Les adolescents deviennent alors capables d'évaluer des intervalles entre deux périodes de l'année et de situer de façon relative différents mois de l'année » (Droit-Volet, 2001, p.36). C'est ici la maturation des fonctions exécutives, en particulier de la flexibilité, qui entrerait en jeu pour permettre à l'adolescent de se rapprocher des performances de l'adulte en matière d'orientation temporelle.

Discussion

En consultant la littérature des vingt dernières années, les études expérimentales en particulier, nous avons observé quelques traits communs aux différents travaux. Les recherches étaient initialement plus nombreuses sur les difficultés d'organisation temporelle et leur association à des comorbidités que sur le développement typique de la temporalité chez l'enfant. Il s'agissait essentiellement d'études transversales. Par ailleurs, les niveaux de preuves étaient globalement faibles si l'on considère l'absence de méta-analyse et de revue systématique sur le sujet de l'organisation temporelle. Dans les études plus récentes, le contrôle par l'analyse statistique des paradigmes expérimentaux tendait à améliorer le niveau de preuves. Au plan qualitatif, nous avons noté l'absence d'études de cas cliniques sur le sujet en orthophonie.

Notre travail nous a conduit à rechercher les repères développementaux dans la littérature afin de synthétiser les connaissances à l'écrit et de les présenter sous forme d'une échelle. Ce support visuel peut être lu comme la juxtaposition ordonnée par âge sur une ligne temporelle de la période d'émergence des compétences et des connaissances en lien avec le temps acquises par l'enfant. Les données sélectionnées sont extraites des travaux menés auprès d'enfants au développement typique. Elles reflètent un certain consensus concernant l'âge auquel ont été observés les comportements liés au temps et l'utilisation des outils langagiers et mathématiques qui manifesteraient la compréhension des composantes temporelles. Seules les périodes d'émergence d'une partie du vocabulaire lié aux notions de temps se distinguent par leur manque d'homogénéité. Il nous semble difficile de trancher sur les raisons de ces distinctions, tant les facteurs explicatifs peuvent être nombreux. En effet, les différents travaux consacrés aux notions temporelles ont à la fois été réalisés selon des méthodologies différentes, dans divers pays francophones ou anglophones et à presque 40 ans d'écart entre la première et la dernière référence. Nous avons pris le parti de sélectionner les données issues des études à la méthodologie la plus rigoureuse. Nous avons ensuite favorisé les données des études les plus récentes et menées auprès d'un échantillon francophone. Il nous paraissait que les informations recueillies dans ces dernières correspondraient mieux à ce qui peut s'observer dans la population générale actuelle et fournirait donc des repères plus intéressants au praticien.

Il faut toutefois garder à l'esprit que les recherches dans le domaine sont en pleine évolution et

que les fondements théoriques sont en constante révision. On peut évoquer par exemple les changements de paradigmes expérimentaux. Les discussions entourant les processus cognitifs en jeu dans le traitement de la temporalité sont un autre aspect de l'orientation actuelle des recherches.

Durant les trois dernières décennies, la présence de difficultés d'organisation dans le temps chez des enfants ayant des troubles du neurodéveloppement n'a cessé d'être démontrée. La présence avérée de telles difficultés chez des enfants ayant par ailleurs un profil de trouble des apprentissages isolé ou multiple a conduit les chercheurs à s'interroger sur les processus cognitifs en jeu dans ces différents domaines et les déficits neurophysiologiques qui pourraient expliquer de telles associations. Le niveau d'implication de certaines capacités et le degré d'influence d'un déficit avéré (par exemple l'existence d'un déficit du traitement temporel touchant les informations brèves et se succédant rapidement versus un déficit du traitement temporel plus général) dans les différents troubles restent débattus. Néanmoins, il nous paraît pertinent de considérer, avec prudence, un second niveau de lecture à notre échelle, à destination des spécialistes.

Le clinicien est au fait des hypothèses explicatives des troubles du neurodéveloppement et des processus sous-jacents aux manifestations comportementales. Il pourra se reporter au support visuel pour s'informer sur les éventuels obstacles qu'un patient suivi dans le cadre d'un ou plusieurs troubles des apprentissages pourrait rencontrer dans le développement de l'organisation temporelle. Il s'agirait de faire du lien entre la connaissance de déficits neurophysiologiques, d'une atteinte de certains processus cognitifs dans le ou les troubles (diagnostiqués au terme de l'évaluation orthophonique voire pluridisciplinaire) et de potentielles répercussions sur le développement de l'organisation temporelle. En l'absence d'une plainte spécifique dans ce domaine, l'intérêt d'une telle démarche serait préventif. L'essentiel serait que le praticien reste vigilant et puisse intervenir de manière précoce si des signes d'embarras dans l'appréhension de la temporalité devaient apparaître chez le patient.

En considérant ces deux niveaux de lecture, nous estimons que notre première hypothèse de départ peut être considérée comme validée. Les repères développementaux dont nous avons proposé la synthèse sont utilisables dans la pratique orthophonique. Ils peuvent être visualisés rapidement par le clinicien et sont fondés sur des preuves scientifiques issues de recherches récentes. Ils peuvent être utilisés pour détecter un écart important de l'acquisition d'une compétence ou notion liée au temps par rapport à l'âge attendu.

Notre conclusion en ce qui concerne la seconde hypothèse est plus contrastée. Poser des repères sur l'acquisition de l'organisation temporelle et sur ses manifestations au plan comportemental dans les attitudes corporelles, verbales, exprimant un raisonnement, nous semble un bénéfice pour le partenariat entre orthophonistes et psychomotriciens dans le cadre d'un parcours de soin coordonné. Ces manifestations étaient déjà observées par les professionnels cités, mais nos recherches nous ont permis de constater que les capacités d'organisation temporelle dans le domaine physique, langagier, mathématique et le raisonnement étaient rarement considérées conjointement. La spécificité de l'approche et du domaine de compétences de chaque profession est probablement une partie de l'explication. La complexité des formes de connaissances liées au temps en est une autre (Droit-Volet, 2000).

Nous émettons une réserve concernant la validation de notre seconde hypothèse, en raison des orientations théoriques des travaux en matière d'organisation temporelle. Jusqu'à la décennie 1980, la perspective piagétienne était dominante dans les études en psychomotricité et en psychologie sur le développement du temps. Les références dans la littérature ont perduré bien au-delà. Nous avons

constaté dans les ouvrages consultés, que cela était notamment le cas dans le domaine de la psychomotricité. Or, l'orientation cognitive des recherches des dernières décennies tend à abaisser l'âge d'acquisition des repères temporels, par rapport à ce qui était observé dans les études expérimentales piagésiennes (Droit-Volet et al., 2005).

Dans la pratique, orthophonistes et psychomotriciens sauront s'entendre sur les signes objectifs de difficultés d'organisation temporelle. Mais l'interprétation qui sera faite par l'un et l'autre professionnel pourrait différer en ce qui concerne l'âge de l'enfant, en raison d'un hiatus dans les fondements théoriques de nos disciplines respectives. La présence conjointe de difficultés à se repérer dans le temps physiquement et dans le langage pourra en tout cas déboucher sur une intervention conjointe des deux professionnels, en vue de réduire l'impact fonctionnel. Il serait particulièrement intéressant que le ou les axes du projet thérapeutique concernés par l'organisation temporelle soient discutés de concert, chaque professionnel amenant la spécificité de sa discipline pour construire un plan coordonné.

L'échelle de repères développementaux sur l'acquisition de l'organisation temporelle que nous proposons est le fruit d'un état de la littérature mené dans différentes disciplines en un an et demi. Nous avons conçu cet outil comme un support pour le clinicien qui voudrait accéder à une synthèse rapide des étapes d'acquisition des concepts temporels et de leur traitement chez l'enfant au développement typique. Nous avons cependant conscience de certaines limites de notre travail.

La nécessité de chercher des données dans différentes disciplines nous a empêché de réaliser un travail exhaustif dans le temps qui nous était imparti.

Bien que toutes les sources que nous ayons utilisées soient issues de la littérature scientifique, leur niveau de preuve est hétérogène. Nous avons sélectionné en priorité les données pour lesquelles nous avons plusieurs sources concordantes dans la littérature. Nous avons écarté les observations cliniques que des orthophonistes ou des psychomotriciens ont partagé dans leurs ouvrages. Ces observations sont sources de réflexion pour le clinicien et témoignent des questionnements légitimes chez ces professionnels sur l'acquisition de l'organisation temporelle chez l'enfant. Mais dans la mesure où elles ne relevaient pas d'études validées scientifiquement, nous ne pouvions les inclure à notre travail.

Les repères développementaux sur les notions temporelles disponibles dans les tests et batteries d'évaluation orthophonique ne sont pas toujours rattachés à des sources scientifiques, en particulier lorsqu'ils sont présentés dans des tableaux de synthèse, ou d'inventaires de développement. Dans ce cas, nous avons donc pris le parti de les écarter de notre travail.

Nous nous sommes efforcée de sélectionner les données les plus récentes de la littérature. Elles constituent néanmoins une collection d'informations récoltées sur une étendue assez longue pour refléter différents courants de pensée qui se sont succédés en une même discipline. Ainsi, certaines revues narratives en psychologie du développement s'appuient encore largement sur des références antérieures aux années 1970 (Quartier, 2008; Tartas, 2010) ou des études expérimentales issues du courant constructiviste piagésien (Friedman, 1977 ; Xirouchaki & Boilevin, 2019).

La méthodologie employée dans les travaux de psychologie du XXème siècle aurait eu une influence sur les observations réalisées en matière d'organisation temporelle. Certaines acquisitions des systèmes temporels se manifesteraient plus précocement dans le discours de l'enfant qu'il n'était suggéré au travers des études expérimentales antérieures aux années 1970. Pouthas et collègues soulignaient l'absence de protocole standardisé en psychologie du temps, dans leur revue de

littérature portant sur le temps expérimenté par les nourrissons et les très jeunes enfants (Pouthas et al., 1993). Des études ultérieures ont corroboré cette observation. Par exemple, l'observation longitudinale d'enfants discourant seuls ou en interaction avec leur entourage, révélerait des apparitions à un âge plus précoce des notions en lien avec le temps conventionnel (Tartas, 2010).

Les études expérimentales plus récentes sur l'organisation temporelle ne sont pas exemptes de limites ou de biais. En 2008, Andersson insistait sur l'intérêt qu'il y aurait à observer les performances en lecture de l'heure chez les enfants ayant des difficultés d'apprentissage en lecture et en mathématique. Il précisait que la réussite à cette tâche, mobilisant à la fois des procédures de comptage et la récupération de faits en mémoire, n'avait pas encore été observée en dissociant les profils de troubles isolés et de troubles mixtes dans des groupes différents. En créant une tâche de lecture de l'heure spécifique à l'étude, Andersson avait pu démontrer que des enfants ayant des difficultés mathématiques, isolément ou avec des difficultés en lecture associées, avaient des performances significativement inférieures en lecture de l'heure par rapport à des enfants sans difficultés mathématiques. Au sein de chaque groupe, les résultats étaient contrastés, selon le format de l'heure considéré.

Aucune étude n'a répliqué le protocole conduit par Andersson, que ce soit au travers d'une tâche de lecture de l'heure ou de toute autre épreuve évaluant un aspect du traitement temporel.

En 2016, Moll et collègues avaient également dissocié les participants avec des difficultés isolées en lecture ou en mathématique et ceux ayant des difficultés mixtes, mais ils ont choisi de conserver dans leur échantillon les cinq enfants ayant des difficultés attentionnelles associées. Les auteurs espéraient observer l'impact éventuel d'un déficit attentionnel associé à un ou des troubles des apprentissages, sur les performances en vitesse de traitement, en traitement temporel et en mémoire de travail (Moll et al., 2016). Toutefois, on peut objecter que cinq enfants avec TDA/H constituaient un échantillon trop faible pour obtenir des résultats significatifs. Par ailleurs, leur répartition dans les différents groupes pouvait introduire un biais de sélection dans l'étude.

Aucune étude intégrant une tâche de lecture de l'heure parmi des tâches évaluant les performances mathématiques n'a été menée en France à notre connaissance.

La part importante prise par le langage dans le développement des notions temporelles a conduit nombre d'auteurs à insister sur le rôle de l'entourage adulte dans les premières pratiques temporelles de l'enfant. L'utilisation des repères temporels, soit pour ordonner des séquences d'événements familiers soit pour élaborer des récits d'expériences vécues, est largement tributaire des interactions discursives avec les parents (Tartas, 2010).

On pourrait aussi interroger les matériels et les adaptations possibles pour favoriser l'accès aux notions temporelles tels que les conçoivent les enseignants spécialisés. On peut s'appuyer notamment sur les supports laissant une grande part au visuel et à l'expérimentation, le vécu, qui permettent de faire émerger chez l'enfant des procédures d'auto-contrôle, des stratégies de métacognition. À cet égard, les matériels, les procédures et les adaptations pour les enfants sourds et malentendants nous semblent particulièrement intéressants à investiguer.

Conclusion

La discussion qui s'opère autour des modèles cognitifs de traitement des magnitudes, en particulier de traitement du temps, met en évidence la persistance de nombreuses inconnues sur le développement de l'organisation temporelle chez l'enfant. Les interactions entre les compétences langagières, mathématiques, de raisonnement et les fonctions exécutives sont encore à explorer. Par exemple, il reste à définir comment le traitement différencié des magnitudes se développe chez l'enfant, quelles capacités sont mobilisées à cette fin et vérifier s'il s'agit de capacités cognitives générales ou plus spécifiques. L'implication du langage dans le mécanisme d'horloge interne a reçu fort peu d'intérêt depuis Treisman, qui avait pourtant intégré à son modèle un mécanisme verbal ('verbal selective mechanism'). Celui-ci aurait pour rôle de faciliter la récupération d'informations portant sur des durées déjà en mémoire, en vue de les comparer à une nouvelle durée comptabilisée en temps réel (Lejeune, 1998; Treisman, 1963). D'une façon générale, le développement des capacités de traitement de l'information temporelle au cours de l'ontogenèse a connu un regain d'intérêt depuis une vingtaine d'années. L'implication de l'attention et en particulier de l'inhibition dans le processus de jugement des durées a été soulevée il y a près de vingt ans (Droit-Volet et al., 2005) mais leur implication dans le traitement temporel chez l'enfant en cours de développement n'a toujours pas été pleinement exploré (Droit-Volet, 2016). Cette dernière décennie a vu la réalisation de très nombreux travaux en neurosciences, explorant l'implication des fonctions cognitives générales telles que la mémoire de travail, la mémoire à long terme et l'attention sur la perception du temps chez l'enfant (Droit-Volet, 2016, 2022; Droit-Volet & Zélanti, 2013; Hallez, 2020; Tobin-Daignault, 2015) et l'impact des émotions sur cette même perception chez l'enfant et l'adulte (Fayolle, 2017). Les processus cérébraux sont en voie d'exploration grâce à l'imagerie. Le rôle de l'hippocampe dans le mapping temporel a par exemple été mis en évidence récemment et la tendance est à la création de modèles computationnels afin de simuler l'activité des différents mécanismes neuronaux de traitement du temps (Droit-Volet, 2022).

En psychologie, l'étude du temps est de nouveau centrée sur les mécanismes pouvant altérer la perception du temps et les troubles occasionnés, en tenant compte des nouvelles données fournies par les neurosciences. La recherche en psychologie s'oriente aussi vers l'étude de « situations plus écologiques et des durées plus longues » (Droit-Volet, 2022, p.239) qui restaient peu nombreuses.

Walsh soulevait un point intéressant, en soulignant que dans le cadre des difficultés mathématiques, le lien entre espace et nombre avait jusqu'alors été considéré négativement en psychologie du développement, comme un aspect du problème et que l'on avait insisté sur ce qui séparait ces dimensions, leurs spécificités (Walsh, 2003).

Appliquée au domaine de l'organisation temporelle et du lien entre temps et nombre, cette remarque nous amène à formuler les questions suivantes : le lien entre temps et nombre pourrait-il être considéré positivement et entrer dans la démarche de prise en charge des troubles d'apprentissage des mathématiques ? L'orientation temporelle, les composantes temporelles pourraient-elles être un levier en rééducation des TAM, en vertu des liens entre temps et nombre au sein du système unique de représentation des quantités ? L'acquisition de l'orientation temporelle implique de mobiliser des processus cognitifs langagiers, mathématiques, de raisonnement et des capacités motrices. Ce développement transversal des notions de temporalité, loin d'être un frein à la rééducation, pourrait être considéré comme une richesse pour la prise en charge soit de la désorientation temporelle, soit

de TAM, en offrant plusieurs moyens d'accès aux concepts de temps et de nombre. De la même manière que les orthophonistes s'appuient sur les capacités d'accès préservées à certains codes pour construire le sens du nombre chez un patient et consolider la ligne numérique mentale, ne pourrait-on mettre à profit les capacités langagières, mathématiques ou de raisonnement préservées pour lever ou compenser partiellement des difficultés d'organisation temporelle, les utilisant comme autant de voies d'accès pour construire ou consolider la perception et l'utilisation des informations associées à l'écoulement du temps ?

Bibliographie

Allman, M. J., & Mareschal, D. (2016). Possible evolutionary and developmental mechanisms of mental time travel (and implications for autism). *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 8, 220-225. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.02.018>

Allman, M., Penney, T., & Meck, W. (2016). A Brief History of « The Psychology of Time Perception ». *Timing & Time Perception*, 4, 299-314. <https://doi.org/10.1163/22134468-00002071>

Andersson, U. (2008). Mathematical Competencies in Children With Different Types of Learning Difficulties. *Journal of Educational Psychology*, 100, 48-66. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.100.1.48>

Barkley, R. A., Koplowitz, S., Anderson, T., & McMurray, M. B. (1997). Sense of time in children with ADHD: Effects of duration, distraction, and stimulant medication. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 3(4), 359-369.

Barrouillet, P., Billard, C., Agostini, M. de, Démonet, J.-F., Fayol, M., Gombert, J.-E., Habib, M., Normand, M.-T. L., Ramus, F., Sprenger-Charolles, L., & Valdois, S. (2007). *Dyslexie, dysorthographe, dyscalculie : Bilan des données scientifiques* (p. 844 pages, figures, tableaux) [Report, Institut national de la santé et de la recherche médicale(INSERM)]. <https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01570674>

Basso, G., Nichelli, P., Frassinetti, F., & di Pellegrino, G. (1996). Time perception in a neglected space. *NeuroReport*, 7(13), 2111.

https://journals.lww.com/neuroreport/abstract/1996/09020/time_perception_in_a_neglected_space.9.aspx

Batteux, H. (2013). Révision et étalonnage d'un outil d'évaluation des notions temporelles chez des enfants scolarisés du CE1 au CM2. [Mémoire de master, Université de Bordeaux-Segalen]. http://dumas.ccsd.cnrs.fr/docs/00/87/96/15/PDF/ORTH_2013_Batteux.pdf

Bauer, P., & Mandler, J. (1989). One Thing Follows Another : Effects of Temporal Structure on 1- to 2-Year-Olds' Recall of Events. *Developmental Psychology*, 25, 197-206. <https://doi.org/10.1037/0012-1649.25.2.197>

Borel, S., Gatignol, P., Gros, A., & Tran, T. M. (2022). *Manuel de recherche en orthophonie : Formation initiale et continue, Toutes les UE Recherche*. De Boeck Supérieur.

Burny, E., Valcke, M., & Desoete, A. (2012). Clock Reading : An Underestimated Topic in Children With Mathematics Difficulties. *Journal of Learning Disabilities*, 45(4), 351-360. <https://doi.org/10.1177/0022219411407773>

Cappelletti, M., Freeman, E., & Butterworth, B. (2011). Time Processing in Dyscalculia. *Frontiers in Psychology*, 2. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2011.00364>

Ceccaldi, M., Defler, G., Delbeuck X., Deramecourt, V., Desgranges, B., Didic M., Eustache F., Felician, O., Giffard B., Lebert, F., Marié R. M., Pasquier F., Henri Petit, H., & Poncet M. (2008). Intelligence et démences. in Francis Eustache et al., *Traité de neuropsychologie clinique* (pp. 763-864). De Boeck Supérieur. <https://www.cairn.info/traité-de-neuropsychologie-clinique---page-763.htm>

Capul, M. (1966). Etude des difficultés temporelles chez des enfants inadaptés. *Revue de Neuropsychiatrie Infantile et d'Hygiène mentale de l'Enfance*, 14(1), 19-39.

Chevrie-Muller, C., & Plaza, M. (2001). *N-EEL : nouvelles épreuves pour l'examen du langage*. ECPA, les Editions du Centre de psychologie appliquée.

- Colombo, J., & Richman, W. A. (2002). Infant Timekeeping : Attention and Temporal Estimation in 4-Month-Olds. *Psychological Science*, 13(5), 475-479. <https://doi.org/10.1111/1467-9280.00484>
- Coquet, F., Ferrand, P., & Roustit, J. (2009). *EVALO 2-6*. Ortho-Edition.
- Critchley, M. (1953). *The parietal lobes*. Hafner Press.
- Darcheville, J. C., Rivière, V., & Wearden, J. H. (1993). Fixed-interval performance and self-control in infants. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60(2), 239-254. <https://doi.org/10.1901/jeab.1993.60-239>
- DeCasper, A. J., & Fifer, W. P. (1980). Of human bonding : Newborns prefer their mothers' voices. *Science*, 208(4448), 1174-1176.
- DeCasper, A. J., & Sigafos, A. D. (1983). The intrauterine heartbeat : A potent reinforcer for newborns. *Infant Behavior and Development*, 6(1), 19-25. [https://doi.org/10.1016/S0163-6383\(83\)80004-6](https://doi.org/10.1016/S0163-6383(83)80004-6)
- De Coster, L., Wolfs, J.-L., & Courtois, A. (2007). Le monde temporel du bébé : Une mosaïque de compétences temporelles précoces. *Devenir*, 19(1), 47-65. <https://doi.org/10.3917/dev.071.0047>
- De Lièvre, B., & Staes, L. (1993). *La psychomotricité au service de l'enfant. Notions et applications pédagogiques*. Belin.
- De Meur, A., & Staes, L. (1985). *Psychomotricité. Éducation et rééducation*. Belin.
- Dehaene, S. (2008). Fondements cognitifs de l'arithmétique élémentaire–Sixième cours [Présentation Powerpoint]. *Collège de France*.
- Dehaene, S. (2018). *La bosse des maths*. Odile Jacob.
- Dehaene, S., & Brannon, E. M. (2011). *Space, time, and number in the brain: Searching for the foundations of mathematical thought*. Academic Press.
- Droit-Volet, S. (2000). L'estimation du temps : Perspective développementale. *L'Année psychologique*, 100(3), 443-464. <https://doi.org/10.3406/psy.2000.28653>
- Droit-Volet, S. (2001). Les différentes facettes du temps. *Enfances & Psy*, 13(1), 26-40. <https://doi.org/10.3917/ep.013.0026>
- Droit-Volet, S. (2012). Le temps psychologique, définition et enjeux. *Soins*, 57(769), 28-31. <https://doi.org/10.1016/j.soin.2012.08.011>
- Droit-Volet, S. (2016). Development of time. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 8, 102-109. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2016.02.003>
- Droit-Volet, S. (2022). Perception et représentation du temps : Perspective historique. *Revue de neuropsychologie*, 14(4), 233-243. <https://doi.org/10.1684/nrp.2022.0726>
- Droit-Volet, S., Clément, A., & Fayol, M. (2008). Time, Number and Length : Similarities and Differences in Discrimination in Adults and Children. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 61(12), 1827-1846. <https://doi.org/10.1080/17470210701743643>
- Droit-Volet, S., & Coull, J. (2015). The Developmental Emergence of the Mental Time-Line : Spatial and Numerical Distortion of Time Judgement. *PLOS ONE*, 10(7), e0130465. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0130465>
- Droit, S., & Pouthas, V. (1992). Changes in temporal regulation of behavior in young children : From action to representation. In *Time, action and cognition : Towards bridging the gap* (p. 45-53). Springer.
- Droit-Volet, S., Provasi, J., Delgado, M., & Clément, A. (2005). Le développement des capacités de jugement des durées chez l'enfant. *Psychologie Française*, 50(1), 145-166.

<https://doi.org/10.1016/j.psfr.2004.10.007>

Droit-Volet, S., Tourret, S., & Wearden, J. (2004). Perception of the Duration of Auditory and Visual Stimuli in Children and Adults. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section A*, 57(5), 797-818. <https://doi.org/10.1080/02724980343000495>

Droit-Volet, S., & Wearden, J. (2003). Les modèles d'horloge interne en psychologie du temps. *L'Année psychologique*, 103(4), 617-654. <https://doi.org/10.3406/psy.2003.29656>

Fayolle, S. (2017). *Perception du temps et émotions chez l'adulte et l'enfant : Étude des mécanismes* [Phdthesis, Université Clermont Auvergne [2017-2020]]. <https://theses.hal.science/tel-01961307>

Fraisse, P. (1956). *Les structures rythmiques*. Publications universitaires de Louvain.

Fraisse, P. (1957). *Psychologie du temps*. Presses Universitaires de France.

Friedman, W. J. (1977). The Development of Children's Understanding of Cyclic Aspects of Time. *Child Development*, 48(4), 1593-1599. <https://doi.org/10.2307/1128523>

Geary, D., & Hoard, M. (2005). Learning Disabilities in Arithmetic and Mathematics Theoretical and Empirical Perspectives. *Handbook of Mathematical Cognition*.

Geary, D. C. (2013). Early Foundations for Mathematics Learning and Their Relations to Learning Disabilities. *Current directions in psychological science*, 22(1), 23-27. <https://doi.org/10.1177/0963721412469398>

Gepner, B. (2006). Le monde va trop vite pour les personnes autistes ! Hypothèses neurophysiopsychopathogéniques et implications rééducatives. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.neurenf.2006.10.012>

Girard, C., Bastelica, T., Leone, J., Epinat-Duclos, J., Longo, L., & Prado, J. (2022). Nurturing the Mathematical Brain : Home Numeracy Practices Are Associated With Children Neural Responses to Arabic Numerals. *Psychological Science*, 33 (2), 196-211. <https://doi.org/10.1177/09567976211034498>

Godard, L., & Labelle, M. (1998). Le développement de la localisation dans le temps chez des enfants de 5 à 9 ans de milieux socio-économiques différents. *L'Année psychologique*, 98(2), 233-270. <https://doi.org/10.3406/psy.1998.28592>

Gooch, D., Snowling, M., & Hulme, C. (2011). Time perception, phonological skills and executive function in children with dyslexia and/or ADHD symptoms. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 52(2), 195-203. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7610.2010.02312.x>

Gueritte-Hess, Bernadette. (2011). *L'enfant & le temps*. Editions Le Pommier.

Hallez, Q. (2020). Développement, temps et attention : Comportements et modélisation. *Bulletin de psychologie*, Numéro 566(2), 133-136. <https://doi.org/10.3917/bupsy.566.0133>

Hamamouche, K., & Cordes, S. (2019). Number, time, and space are not singularly represented : Evidence against a common magnitude system beyond early childhood. *Psychonomic Bulletin & Review*, 26(3), 833-854. <https://doi.org/10.3758/s13423-018-1561-3>

Keele, S. W., Pokorny, R. A., Corcos, D. M., & Ivry, R. (1985). Do perception and motor production share common timing mechanisms : A correlational analysis. *Acta Psychologica*, 60(2-3), 173-191. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(85\)90054-X](https://doi.org/10.1016/0001-6918(85)90054-X)

Launay, L., Maeder, C., Roustit, J., Touzin, M. (2018). *Manuel EVALEO 6-15*. Ortho Editions.

Leibovich, T., Katzin, N., Harel, M., & Henik, A. (2017). From "sense of number" to "sense of magnitude" : The role of continuous magnitudes in numerical cognition. *Behavioral and Brain Sciences*, 40, e164. <https://doi.org/10.1017/S0140525X16000960>

Lejeune, H. (1998). Switching or gating? The attentional challenge in cognitive models of psychological time. *Behavioural Processes*, 44(2), 127-145. [https://doi.org/10.1016/S0376-6357\(98\)00045-X](https://doi.org/10.1016/S0376-6357(98)00045-X)

Maillart, C., Van Reybroeck, M., & Alegria, J. (2005). Représentations phonologiques et troubles du développement linguistique: théorie et évaluation. <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/216417/1/Repr%C3%A9sentations%20phonologiques%20et%20trouble%20du%20d%C3%A9veloppement%20linguistique.pdf>

Matell, M. S., & Meck, W. H. (2004). Cortico-striatal circuits and interval timing : Coincidence detection of oscillatory processes. *Cognitive Brain Research*, 21(2), 139-170. <https://doi.org/10.1016/j.cogbrainres.2004.06.012>

Mazeau, M., & Pouhet, A. (2014). Chapitre 7 - Le nombre : Aspects normaux et troubles développementaux. In M. Mazeau & A. Pouhet (Éds.), *Neuropsychologie et troubles des apprentissages (Deuxième Édition)* (p. 347-394). Elsevier Masson. <https://doi.org/10.1016/B978-2-294-73407-6.00007-0>

Meck, W. H., & Church, R. M. (1983). A mode control model of counting and timing processes. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 9(3), 320-334. <https://doi.org/10.1037/0097-7403.9.3.320>

Meck, W. H., & N'Diaye, K. (2005). Un modèle neurobiologique de la perception et de l'estimation du temps. *Psychologie Française*, 50(1), 47-63. <https://doi.org/10.1016/j.psfr.2004.10.009>

Moll, K., Göbel, S. M., Gooch, D., Landerl, K., & Snowling, M. J. (2016). Cognitive Risk Factors for Specific Learning Disorder : Processing Speed, Temporal Processing, and Working Memory. *Journal of Learning Disabilities*, 49(3), 272-281. <https://doi.org/10.1177/0022219414547221>

Mullins, C., Bellgrove, M. A., Gill, M., & Robertson, I. H. (2005). Variability in Time Reproduction : Difference in ADHD Combined and Inattentive Subtypes. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 44(2), 169-176. <https://doi.org/10.1097/00004583-200502000-00009>

Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., Cummings, J. L., & Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699.

Odic, D. (2018). Children's intuitive sense of number develops independently of their perception of area, density, length, and time. *Developmental Science*, 21(2), e12533. <https://doi.org/10.1111/desc.12533>

Pouthas, V., Droit, S., & Jacquet, A.-Y. (1993). Temporal Experiences and Time Knowledge in Infancy and Early Childhood. *Time & Society*, 2(2), 199-218. <https://doi.org/10.1177/0961463X93002002004>

Provasi, J. (1988). *Capacités et apprentissages de relations temporelles chez le nourrisson dans l'activité de succion*. <https://books.google.fr/books?id=aajQOAAACAAJ>

Purpura, D. J., & Reid, E. E. (2016). Mathematics and language : Individual and group differences in mathematical language skills in young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 36, 259-268. <https://doi.org/10.1016/j.ecresq.2015.12.020>

Quartier, V. (2008). Le développement de la temporalité : Théorie et instrument de mesure du

temps notionnel chez l'enfant. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 20(100), 345-352.

Quartier, V., Zimmermann, G., & Nashat, S. (2010). Sense of Time in Children with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder (ADHD): A Comparative Study. *Swiss Journal of Psychology/Schweizerische Zeitschrift für Psychologie/Revue Suisse de Psychologie*, 69, 7-14. <https://doi.org/10.1024/1421-0185/a000002>

Rigal, R. (2009). L'organisation temporelle. Dans Rigal, R. (2009), *L'éducation motrice et l'éducation psychomotrice auprèscolaire et au primaire* (1^{ère} éd., pp. 327-356). Presses Universitaires du Québec.

Schelstraete, M.-A., Bragard, A., Collette, E., Nossent, C., & Van Schendel, C. (2011). *Traitements Du Langage Oral Chez L'enfant*. Elsevier.

Smith, A., Taylor, E., Warner Rogers, J., Newman, S., & Rubia, K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 43(4), 529-542. <https://doi.org/10.1111/1469-7610.00043>

Tallal, P. (1976). Rapid auditory processing in normal and disordered language development. *Journal of speech and Hearing Research*, 19(3), 561-571.

Tallal, P. (1980). Auditory temporal perception, phonics, and reading disabilities in children. *Brain and Language*, 9(2), 182-198. [https://doi.org/10.1016/0093-934X\(80\)90139-X](https://doi.org/10.1016/0093-934X(80)90139-X)

Tartas, V. (2010). Le développement de notions temporelles par l'enfant. *Développements*, 4(1), 17-26. <https://doi.org/10.3917/devel.004.0017>

Tobin-Daignault, S. (2015). *Le rôle de la mémoire à long terme dans la perception du temps*. <http://hdl.handle.net/20.500.11794/26283>

Tordjman, S. (2015). Représentations et perceptions du temps. *L'Encéphale*, 41(4), S1-S14. [https://doi.org/10.1016/S0013-7006\(15\)30001-4](https://doi.org/10.1016/S0013-7006(15)30001-4)

Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval. Implications for a model of the « internal clock ». *Psychological monographs*, 77, 1-31. <https://doi.org/10.1037/h0093864>

Walsh, V. (2003). A theory of magnitude : Common cortical metrics of time, space and quantity. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(11), 483-488. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2003.09.002>

Wearden, J. (2016). *The Psychology of Time Perception*. Palgrave Macmillan UK. <https://doi.org/10.1057/978-1-137-40883-9>

Xirouchaki, E., & Boilevin, J.-M. (2019). *The notion of time from a didactics' point of view*. <https://doi.org/10.18713/JIMIS-160419-7-10>

Zakay, D. (1990). The evasive art of subjective time measurement : Some methodological dilemmas. In *Cognitive models of psychological time* (p. 59-84). Psychology Press.

Sites internet consultés

Dall'Agnol, E. (2024). Formations en Orthophonie. Formations proposées. <https://www.elsadallagnol-formations.com/formations-orthophonie>

INSERM (2007). L'hypothèse du traitement temporel. In INSERM. *Dyslexie, dysorthographe et dyscalculie. Bilan des données scientifiques*. Chapitre 17 (p. 459-478). Les éditions Inserm.

Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports (2020). Questionner l'espace et le temps. Annexe 1 - Programme d'enseignement du cycle des apprentissages fondamentaux (cycle 2). Publié au BO n° 31 du 30 juillet 2020. <https://eduscol.education.fr/84/j-enseigne-au-cycle-2>

Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports (2021). *Annexe - Programme d'enseignement de l'école Maternelle*. Publié au BO n°25 du 24 juin 2021. <https://eduscol.education.fr/document/20062/download>

Nomenclature Générale des Actes Professionnels en Orthophonie (NGAP), version du 01/04/2024, Titre IV, Chapitre II. <https://www.ameli.fr/sites/default/files/Documents/NGAP%2001042024.pdf>

Liste des annexes

Annexe 1 : Développement de l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique : une synthèse des repères d'après la littérature.

Annexe 2 : Chronologie des repères développementaux sur l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique, par aspect et par âge (en années).

DEPARTEMENT ORTHOPHONIE
FACULTE DE MEDECINE
Pôle Formation
59045 LILLE CEDEX
Tél : 03 20 62 76 18
departement-orthophonie@univ-lille.fr



 **Université
de Lille**



ANNEXES

DU MEMOIRE

En vue de l'obtention du
Certificat de Capacité d'Orthophoniste
présenté par

Aude MORELLE

**Développement de l'organisation temporelle chez
l'enfant**

Revue de la littérature et perspectives professionnelles

MEMOIRE dirigé par
Sandrine MEJIAS, Maître de conférences, Université de Lille, Lille

Lille – 2024

Annexe 1 : Développement de l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique : une synthèse des repères d'après la littérature.

Capacités en lien avec l'organisation temporelle et repères de développement, par domaine et par âge (en années et mois)	Références
<p>Estimation temporelle (durée inférieure à 1 seconde)</p> <ul style="list-style-type: none"> - en modalité auditive : 2 mois - en modalité visuelle : 6 mois <p>précision proche de celle de l'adulte : vers 9 ans</p>	<p>Droit-Volet (2001, 2016) Droit-Volet, (2001, 2016) Wearden, (2016)</p>
<p>Estimation temporelle (durée supérieure à 1 seconde)</p> <p>gain de précision dans l'estimation temporelle de durée : entre 3 et 8 ans</p>	<p>Droit-Volet et al. (2005)</p>
<p>Production de durée</p> <p>production d'intervalle précis (réponse motrice) : à partir de 4 ans</p>	<p>Droit-Volet (2001)</p>
<p>Contrôle des activités rythmiques</p> <p>raccourcir la durée des pauses inter-succion (succion non-nutritive) : 3 jours après la naissance</p> <p>allonger la durée des pauses inter-succion (succion non-nutritive) : 2 mois</p>	<p>DeCasper & Fifer (1980) ; DeCasper & Sigafos (1983) Provasi (1988)</p>
<p>Attente</p> <p>avec engagement dans d'autres activités motrices (durée supérieure à 1 minute) : dès 3 mois</p> <p>sans engagement dans d'autres activités motrices : à partir de 4 ans</p>	<p>Darcheville et al. (1993) ; Colombo & Richman (2002) Droit & Pouthas (1992)</p>
<p>Ordre</p> <p>reproduction par le mime d'une courte séquence d'actions familière à l'enfant (ex. laver la table, donner un bain) :</p> <ul style="list-style-type: none"> - présentée dans le sens canonique : 18 mois - présentée dans le sens inverse puis dans un ordre incohérent : 24 mois <p>reproduction par le mime d'une courte séquence d'actions non-familières à l'enfant quel que soit l'ordre de présentation : 3 ans</p> <p>reproduction par le mime d'une longue séquence d'actions (à l'échelle d'une journée) : 5 ans</p> <p>ordonner des séquences longues (jours ; mois) : entre 7 et 8 ans</p>	<p>Bauer & Mandler (1989) Bauer & Mandler (1989) Bauer & Mandler (1989)</p> <p>Bauer & Mandler (1989) Droit-Volet (2001) Tartas (2010)</p>
<p>Orientation dans le temps</p> <p>faire du lien entre les événements quotidiens et les moments de la journée : à partir de 4 ans</p> <p>savoir se situer dans le temps de la journée : vers 5 ans</p> <p>savoir se situer dans la semaine en donnant le jour en cours : vers 6 ans</p> <p>savoir se situer par rapport aux saisons : entre 5 et 6 ans</p> <p>compréhension de la notion de cycle : vers 9 ans</p> <p>ligne temporelle mentale (orientée spatialement de gauche à droite) comme chez l'adulte : entre 8 et 10 ans</p> <p>système de représentation imagé des mois, comme chez l'adulte : « début de l'adolescence »</p>	<p>Droit-Volet (2001) Droit-Volet (2001) Droit-Volet (2001) Godard & Labelle (1998) Tartas (2010) Droit-Volet & Coull (2015) Droit-Volet (2001)</p>
<p>Notions temporelles dans le langage</p> <p>adverbes de temps : vers 3 ans</p> <p>présent simple : vers 3 ans</p> <p>passé composé : 3 ans et demi</p> <p>futur (« je vais... ») : vers 4 ans</p> <p>futur simple : vers 5 ans</p> <p>imparfait : vers 5 ans</p> <p>conditionnel : entre 5 et 6 ans</p> <p>récitation des jours de la semaine : vers 4 ans</p> <p>prépositions temporelles : entre 5 et 6 ans</p> <p>récitation des mois de l'années : vers 7-8 ans</p>	<p>Schelstraete et al. (2011) Schelstraete et al. (2011) Schelstraete et al. (2011) Schelstraete et al. (2011) Schelstraete et al. (2011) Schelstraete et al. (2011) Schelstraete et al. (2011) Droit-Volet (2001) Schelstraete et al. (2011) Droit-Volet (2001)</p>
<p>Connaissances numériques liées au temps</p> <p>apprentissage du vocabulaire lié à la mesure du temps (unités de mesure) : à partir de 6 ans</p> <p>apprentissage du système hexadécimal : à partir de 6 ans</p>	<p>Eduscol (2020) Eduscol (2020)</p>
<p>Lecture de l'heure</p> <p>début de l'apprentissage de l'heure : 5 ans</p> <p>maîtrise de la lecture dans les deux formats (analogique et digital) : entre 10 et 11 ans</p>	<p>Burny et al. (2012) Andersson (2008) ; Burny et al. (2012)</p>

Annexe 2 : Chronologie des repères développementaux sur l'organisation temporelle chez l'enfant au développement typique, par aspect et par âge (en années).

