

Faculté de Médecine Toulouse Rangueil
Institut de Formation en Psychomotricité

Prise en charge du timing pour atténuer la symptomatologie d'un enfant TDA/H.



Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'État de Psychomotricienne

Présenté par Amandine BRINGER - *Juin 2020*

SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
PARTIE THÉORIQUE	3
I - LE TIMING.....	3
1) Définitions.....	3
2) Modèle de Coull et Nobre	5
2.1. <i>Timing explicite</i>	5
2.2. <i>Timing implicite</i>	6
3) Modèle de l'horloge interne	7
4) Les modèles dynamiques	9
5) Le développement des processus temporels.....	11
II - LE TROUBLE DÉFICIT DE L'ATTENTION AVEC OU SANS HYPERACTIVITÉ (TDA/H)....	14
1) Caractéristiques.....	14
1.1. <i>Sémiologie psychomotrice</i>	14
1.2. <i>Epidémiologie</i>	15
1.3. <i>Etiologie</i>	15
2) Diagnostic.....	16
3) Modèles théoriques	17
3.1. <i>Modèle de l'aversion du délai</i>	17
3.2. <i>Modèle de l'inhibition comportementale</i>	19
3.3. <i>Modèle à deux voies</i>	21
3.4. <i>Modèle à trois voies</i>	22
4) Comorbidités	23
5) Traitement	24
5.1. <i>Médicamenteux</i>	24
5.2. <i>Comportemental</i>	25
III - LE TIMING DANS LE TDA/H	26
1) Différentes modalités de timing affectées	27
1.1. <i>Timing explicite</i>	27
1.2. <i>Timing implicite</i>	29
2) Lien avec les déficits cognitifs.....	31
2.1. <i>Lien avec l'attention</i>	31
2.2. <i>Lien avec la mémoire de travail</i>	33

3) Rôle du méthylphénidate	34
CONCLUSION.....	35
PARTIE PRATIQUE	36
I - PRESENTATION DU PATIENT.....	36
1) Anamnèse et signes d'appel.....	36
2) Bilan psychomoteur	37
3) Bilan psychologique.....	42
II - EVALUATION AVANT LE PROTOCOLE.....	45
1) Questionnaires des notions temporelles (H. BATTEUX, 2013)	45
2) Test de Stambak	47
3) Tâche de discrimination temporelle	50
III - PROTOCOLE DE PRISE EN CHARGE	51
1) Projet de prise en charge.....	52
1.1. Estimation verbale	52
1.2. Synchronisation sensorimotrice	53
2) Evolution et adaptations	54
2.1 Estimation verbale	54
2.2 Synchronisation sensorimotrice	58
IV - DISCUSSION	61
CONCLUSION.....	65
BIBLIOGRAPHIE	67
ANNEXES.....	76

INTRODUCTION

Les capacités temporelles sont indispensables à la vie humaine car elles sont essentielles pour l'adaptation des individus à leur environnement. En effet, les processus temporels interviennent dans de nombreux domaines de la vie quotidienne, notamment dans le langage, les interactions sociales ou encore les activités motrices.

Le temps est une notion que nous avons fréquemment abordée lors des trois années de formation. C'est effectivement un des prérequis nécessaires à l'élaboration d'un comportement. Lorsque ces capacités sont altérées, cela peut se traduire par des déficits chez un individu, que le psychomotricien sera amené à prendre en charge : au niveau de la motricité (planification temporelle du mouvement), des capacités attentionnelles et/ou mnésiques (jugement temporel), mais aussi des habiletés sociales (compréhension de la communication verbale grâce à la prosodie ou le rythme d'élocution).

Les déficits temporels sont présents dans de nombreux troubles psychomoteurs, c'est le cas dans le Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H). Ce trouble neurodéveloppemental est caractérisé par une triade symptomatique qui regroupe 3 dimensions cliniques : l'inattention, l'impulsivité et l'hyperactivité. La littérature scientifique évoque la possibilité d'un déficit de timing au sein de ce trouble.

Lors de mon stage en CMP, je rencontre un patient atteint d'un TDA/H, pour lequel l'adaptation scolaire est de plus en plus compliquée. Cet enfant, âgé de 9 ans, très instable et difficilement attentif lors des séances, est également perdu dans le temps et fait toujours tout très vite. Aussi, je me suis demandé si une prise en charge axée sur ses capacités temporelles pourrait être proposée à Léo pour essayer de contenir son impulsivité et son agitation motrice quotidiennes.

Au fil de mes lectures sur les notions temporelles, je me suis centrée sur la question suivante : une prise en charge du timing permet-elle d'atténuer la symptomatologie d'un enfant TDA/H au quotidien ?

Dans ce mémoire, nous aborderons tout d'abord dans une partie théorique les liens entre les processus de timing et le TDA/H. Pour cela, nous définirons en amont le timing, grâce aux apports de différents modèles théoriques. Nous présenterons également le TDA/H à travers des modèles explicatifs du trouble et la sémiologie psychomotrice qui en résulte.

Dans une seconde partie, nous nous consacrerons à la mise en pratique d'un protocole travaillant les capacités de timing explicite auprès de Léo, garçon de 9 ans présentant un TDA/H. Enfin, nous discuterons de l'efficacité de ce protocole à l'issue de la partie pratique.

PARTIE THÉORIQUE

I - LE TIMING

1) Définitions

Le timing correspond à la capacité d'un individu à percevoir et à estimer des intervalles de temps, ainsi que la capacité à utiliser des données temporelles afin d'adapter ses comportements, ou d'envisager les événements à venir, dans le but de prendre des décisions (Noreika, 2013). Il correspond au regroupement de différentes capacités permettant la perception d'événements temporels, et la capacité également à pouvoir s'ajuster à eux (Allman et al., 2014 ; Schirmer et al., 2016).

Le timing est donc très présent dans la vie quotidienne d'un individu. Il intervient par exemple dans des activités telles que traverser une rue, discuter avec une personne, jouer d'un instrument de musique, danser, pouvoir s'organiser et planifier ses actes, prendre des décisions, etc.

L'organisation temporelle suppose deux catégories : l'ordre et la durée (Fraisse, 1967).

La perception de l'ordre correspond à l'organisation d'événements dans le temps grâce à une suite d'actions, et de conséquences de celles-ci. L'ordre peut être issu du hasard ou s'appuyer sur un lien logique. Deux événements peuvent être simultanés ou consécutifs. C'est cette perception de l'ordre qui nous permet d'élaborer, au niveau mnésique, une chronologie des faits passés, ou dans le futur, une organisation d'événements probables. Par exemple, nous pouvons parler de la synchronisation motrice, où le mouvement qu'un individu va effectuer va conditionner l'apparition du suivant, mais dépendra aussi du précédent.

La perception de la durée est subjective et permet de percevoir des intervalles de temps, elle représente la longueur d'un événement au niveau temporel. Nous pouvons citer comme exemple l'estimation temporelle, lorsque l'on présente une activité à un individu, et qu'il doit organiser mentalement les différentes étapes qu'il doit réaliser pour l'effectuer, prédire le temps nécessaire à cela, et en donner une estimation.

Concernant le rythme, il est défini comme la succession de stimuli avec une durée propre à chacun et d'intervalles temporels. Il doit être perçu telle une unité d'éléments successifs, avec des intervalles plus ou moins longs entre eux, le tout proposé dans un ordre prédéfini (Fraisse, 1982). C'est une combinaison entre la durée et l'ordre. Le rythme est notamment impliqué dans la perception du débit de parole lors d'une conversation, et conditionne ainsi la bonne compréhension.

La perception de cette unité est possible lorsque les stimuli sont de nature similaire (auditive ou visuelle).

On parlera de tempo lorsque la durée des intervalles entre les stimuli est constante (par exemple, les pulsations d'un métronome). Celui-ci sera défini selon la durée de l'intervalle inter-stimuli ou bien le nombre de battement par minute. Stambak (1951) parle de tempo moteur spontané chez les individus. Ce tempo moteur spontané serait le tempo qui apparaît chez un individu lorsque nous lui demandons d'effectuer une tâche de tapping spontanément, instinctivement.

Les processus temporels peuvent donc être appréhendés de manière distincte, ou bien de façon simultanée avec l'utilisation de rythme.

Plus tard, il est envisagé une distinction entre le timing moteur et le timing perceptif (Rubia, 2006 ; Toplak, 2006) :

Le timing moteur correspond à une action ou un mouvement de l'ensemble du corps ou d'une partie du corps durant laquelle l'organisation temporelle est prédominante. Il correspond à une réponse, un comportement relatif au temps. Nous pouvons citer comme exemple la synchronisation motrice sur un rythme auditif ou visuel.

Le timing perceptif (ou perception temporelle) correspond à l'aspect passif et perceptif de la gestion temporelle. C'est un processus d'appréciation qualitative et quantitative concernant les caractéristiques d'ordre et/ou de durée d'un stimulus ou d'un évènement.

Concernant la perception temporelle, elle utilise les différentes modalités sensorielles (vision, audition, tact, proprioception). Il n'existe pas d'organe dédié spécifiquement à la perception du temps. Par exemple, traverser une rue demande de percevoir temporellement le temps nécessaire à notre action, ainsi que d'anticiper l'arrivée de la voiture que l'on voit au loin, et de pouvoir juger si l'action de traverser est réalisable ou non.

La perception temporelle est également impliquée dans des activités motrices, comme par exemple l'interception d'un ballon. En effet, pour capter un ballon en mouvement, un individu doit pouvoir anticiper le temps qu'il va mettre pour arriver à son niveau afin de l'attraper.

2) Modèle de Coull et Nobre

En 2008, Coull, J. T. et Nobre, A. C. proposent un modèle selon lequel les processus temporels peuvent se définir selon la nature de la tâche en cours.

Ce modèle évoque une distinction entre le timing explicite, et le timing implicite. La différence de ces deux formes de timing résiderait dans le fait que l'attention est ou non directement orientée vers le temps.

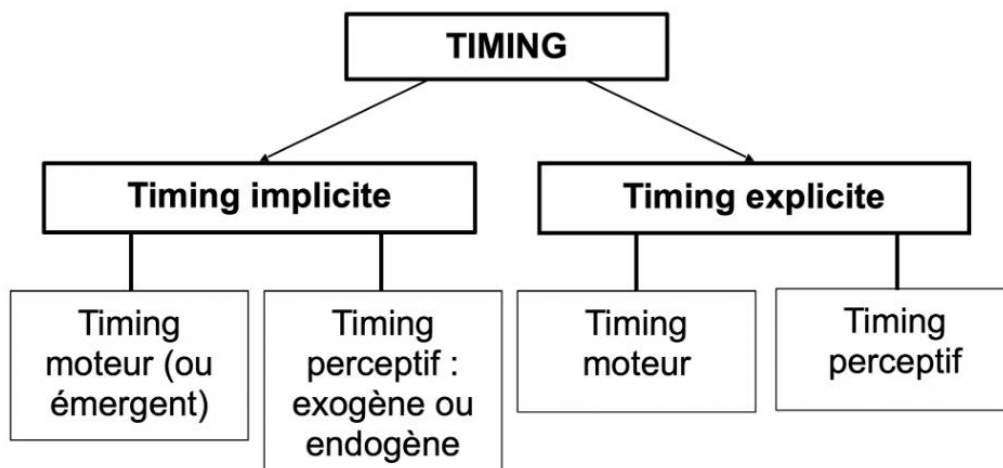


Figure 1. Classification des processus temporels selon Coull et Nobre (2008).

2.1. Timing explicite

Le timing explicite est impliqué lors des tâches qui ont pour but une estimation ou une production temporelle (Rubia, 2006 ; Toplak, 2006). Il met en jeu des traitements temporels conscientisés. On peut distinguer au sein de ce timing explicite deux catégories : le timing explicite moteur, et le timing explicite perceptif.

Le **timing explicite moteur** est défini comme la capacité à exprimer une durée ou un intervalle de temps par une production motrice. Il peut être évalué selon diverses

tâches, telles que des tâches de production ou de reproduction temporelle (réalisation d'une action durant un temps défini, ou similaire à un temps présenté au préalable) ou des tâches de synchronisation et continuation de tempo et/ou de rythmes (à l'aide d'une partie du corps ou avec une coordination dynamique générale).

Le **timing explicite perceptif** correspond au fait d'estimer délibérément une durée ou un intervalle de temps entre deux événements. Il peut être sollicité par des tâches de discrimination temporelle (comparaison d'une durée d'un stimulus avec une durée standard, ou bien de deux durées de deux stimuli distincts) ou des tâches d'estimation de durée prospective ou rétrospective (évaluation d'une durée d'un événement à venir ou passé).

2.2. Timing implicite

Le timing implicite est appréhendé durant des tâches à but non temporel. Il est engagé dès lors qu'une information sensori-motrice, structurée temporellement, peut être utilisée dans le but de prédire la survenue d'un événement ou d'une action motrice (Coull et Nobre, 2008). Au sein du timing implicite, nous pouvons faire la distinction entre le timing implicite moteur (ou timing émergent) et le timing implicite perceptif (ou prédiction temporelle).

Le **timing implicite moteur** ou **timing émergent** est issu de la régularité temporelle d'une action motrice. Il est lié au processus de contrôle moteur. Il peut être évalué par le tempo moteur spontané (c'est-à-dire le rythme propre à chaque individu) ou par des tâches d'activités motrices cycliques (pour observer l'émergence d'une certaine régularité).

Le **timing implicite perceptif** ou **prédiction temporelle** permet d'anticiper l'arrivée d'un événement en utilisant les repères temporels de l'environnement de manière précise et rapide. Ces repères temporels utilisés peuvent être exogènes ou endogènes.

Le repère temporel est exogène lorsque la prédiction se fait à partir de la prédictibilité de la dynamique du stimulus. Par exemple, la prédiction temporelle est exogène lorsque nous voulons traverser une route : nous nous servons de l'information temporelle portant sur le déplacement de la voiture, qui nous indique le temps que nous avons pour traverser la route.

Il est endogène lorsque la prédiction temporelle est basée sur une comparaison entre un intervalle de temps mémorisé (c'est-à-dire par rapport à sa régularité) et un intervalle de temps actuel. Elle se fonde volontairement, à partir d'informations temporelles repérées

auparavant par un individu. Nous pouvons donner comme exemple le changement de feu tricolore : nous sommes capables, par le biais de notre expérience, d'anticiper le moment où celui-ci passera au vert.

Afin d'élaborer une meilleure visualisation et une conception limpide des processus temporels, certains auteurs ont cherché à définir un modèle théorique de la perception du temps. Ces modèles théoriques concernant le timing peuvent être scindés en deux catégories distinctes : les modèles cognitifs, basés fondamentalement sur le modèle de l'horloge interne ; et les modèles dynamiques.

3) Modèle de l'horloge interne

Treisman (1963) présente un modèle dans lequel il explique les processus temporels par un traitement cognitif de l'information temporelle. Ce traitement cognitif implique plusieurs mécaniques dans le cadre de la perception temporelle, notamment des processus mnésiques et décisionnels.

Selon Treisman, la perception du temps se présente selon trois niveaux de jugement temporel : le temps écoulé est mesuré par une horloge (qui est influencée par le niveau d'éveil et par la motivation), les différentes durées sont stockées dans la mémoire, et le jugement temporel est apporté par un processus décisionnel.

Gibbon et Church (1984) se sont inspirés de ce modèle pour l'améliorer et créer celui que nous appelons aujourd'hui « le modèle de l'horloge interne », présenté ci-après :

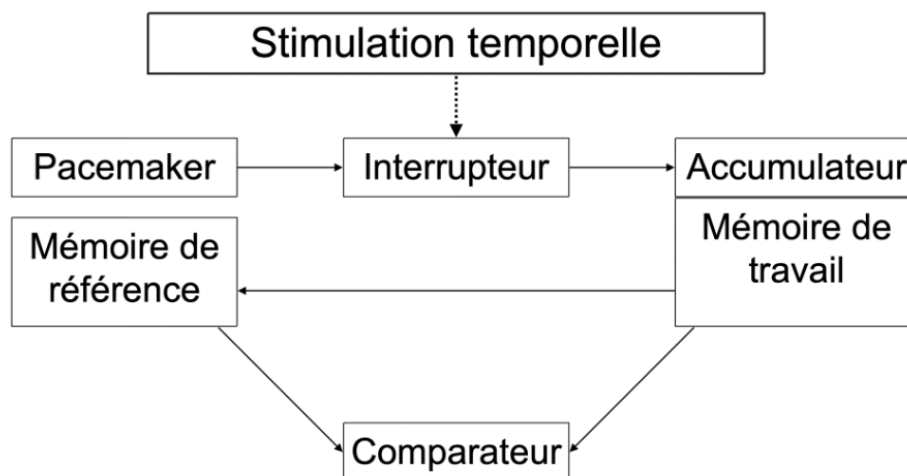


Figure 2. Schéma du modèle de l'horloge interne (Gibbon et Church, 1984).

Le fonctionnement de l'horloge interne se fait selon plusieurs étapes et selon différents processus.

Le processus principal est le « pacemaker », qui est associé à un accumulateur, un comparateur, un interrupteur ainsi qu'à la mémoire de travail. Ce pacemaker délivre une pulsation régulière, en lien avec le niveau d'éveil.

Associé à ce processus, l'accumulateur permet d'amasser les pulsations du pacemaker lors de la tâche en cours.

La mémoire de travail intervient dans le modèle afin de maintenir l'information de la durée et de la comparer avec les durées de référence déjà emmagasinées en mémoire.

Le comparateur, quant à lui, intervient en tant que processus décisionnel, et apporte également son jugement temporel.

Enfin, ce modèle contient un interrupteur entre le pacemaker et l'accumulateur. Cet interrupteur a pour rôle la modulation du nombre d'impulsions en fonction de l'attention apportée au temps qui passe. En effet, il se ferme au début d'un stimulus, pour permettre aux impulsions d'atteindre l'accumulateur. A la fin du stimulus, il s'ouvre à nouveau, et les impulsions ne s'ajoutent plus dans l'accumulateur. Ce modèle serait alors sensible aux variations émotionnelles et à l'état d'éveil.

Dans ce modèle, le pacemaker va alors constituer un rythme interne chez un individu et serait donc à l'origine de la perception subjective du temps. Si le rythme du pacemaker est lent, cela correspondrait à une perception plus rapide du temps qui passe. A l'inverse, un rythme rapide du pacemaker ralentirait la perception temporelle chez un individu.

Par exemple, lorsqu'un individu doit estimer le temps qu'il a passé sur une activité, il va mettre en jeu l'accumulateur, afin de stocker dans la mémoire de travail les différentes pulsations délivrées par le pacemaker, pendant cet intervalle de temps. Alors, le comparateur va pouvoir analyser le nombre de pulsations par rapport à des intervalles de temps déjà présents dans la mémoire de référence. Le jugement temporel de l'individu concernant le temps passé sur cette activité va ainsi pouvoir émerger et être exprimé.

Selon ce modèle, les erreurs de perception temporelle seraient en lien avec le système touché :

- au niveau du pacemaker : lien avec la vigilance
- au niveau de l'interrupteur : lien avec l'attention
- au niveau du compteur : lien avec la mémoire de travail

- au niveau du comparateur : lien avec la mémoire de référence et les processus décisionnels

L'évolution de ce modèle a permis à différents auteurs de s'appuyer sur ces données afin de créer d'autres versions du modèle de l'horloge interne.

Tout d'abord, Zakay et Block (1997) proposent un modèle nommé « modèle de la porte attentionnelle ». Selon ces auteurs, la présence d'une porte attentionnelle située entre le pacemaker et l'interrupteur permettrait d'envisager l'attention allouée au temps comme le processus fondamental de la perception temporelle.

Ensuite, Matell et Meck (2000) établissent un modèle qui prend le nom de « striatal beat frequency ». Ce modèle suppose la suppression du pacemaker. Dans ce modèle, une durée correspondrait à un pattern spécifique d'activité de la part de neurones dits « oscillateurs ». Ainsi, ces neurones déchargeraient de façon synchrone au début et à la fin de cette durée.

Au niveau anatomique, le striatum jouerait le rôle de détecteur de « coïncidences » entre le pattern de la durée en cours de perception, et celui d'une durée stockée en mémoire au préalable, et dite « de référence ».

Dans ce modèle, on abandonne donc l'idée du pacemaker pour se tourner vers un système de coïncidences avec des patterns de neurones qui permettent de coder les durées.

4) Les modèles dynamiques

Ornstein (1969) propose le modèle de l'espace de stockage.

A travers ce modèle, il postule que la perception subjective du temps émergerait de l'accumulation d'événements non-temporels, selon leur nombre et leur complexité. Nous supposons ici l'existence d'événements dans lesquels on trouverait des sous-événements. Plus ces derniers sont en nombre élevé et plus ils sont complexes, plus l'événement qu'ils constituent occuperait un espace de stockage important.

De fait, l'espace de stockage en mémoire serait lié à la perception de la durée : si deux événements se présentent à un individu, celui qui occupe l'espace de stockage le plus important sera perçu comme le plus long.

Ce modèle a, par la suite, inspiré Jones et Boltz (1989) qui présentent le modèle des attentes dynamiques. Ce modèle propose que la présence de régularités (rythmiques par exemple) dans l'environnement permette d'indiquer le moment d'apparition d'un événement. Pouvoir observer la régularité de ces indices permettrait ainsi d'anticiper l'émergence d'un événement, ainsi que sa durée.

De fait, deux modes d'attentes dynamiques sont à distinguer :

- **le mode d'attente dynamique orienté vers le futur** : le sujet va orienter son attention vers un événement dont la prédictibilité est facile. La durée de cet événement est anticipée grâce aux expériences vécues au préalable. Selon l'exactitude de la prédiction, la perception temporelle va évoluer. En effet, si la fin de l'événement intervient avant ou après l'instant prévu par le sujet, alors le sujet va changer sa perception temporelle de cet événement et le considèrera plus long ou plus court que ce qu'il était réellement. Par exemple, on peut citer les feux tricolores de circulation : un individu peut prédire, du fait de son expérience, le temps qu'il va falloir pour que le feu rouge passe au vert. S'il se déclenche avant ou après le moment qu'il avait prédit, alors il considèrera ultérieurement que le temps d'attente sera plus court ou plus long.

- **le mode d'attente dynamique orienté vers l'analyse** : il correspond aux événements dont la prédictibilité est plus complexe. Le sujet ne peut pas anticiper l'événement futur et ne porte pas son attention dessus. Il va orienter son attention sur les indices du contexte global de la situation, ce qui permettra d'organiser une information non structurée et d'instaurer un cadre temporel à l'événement en cours. L'analyse peut être faite grâce à divers éléments, avec des stratégies différentes (selon l'environnement, le nombre et la complexité des sous-événements, les imprévus du déroulement de l'événement, etc), ce qui va impacter le jugement temporel de l'individu. Nous pouvons donner comme exemple le fait de marquer dix paniers de basket consécutivement : le nombre d'échecs est aléatoire, et la possibilité d'anticiper la durée de l'événement paraît alors improbable. Si le nombre d'échec est quasi-nul, cette durée sera alors plus courte que si les échecs se multiplient. Cependant, un certain nombre de variables comme : la hauteur du panier, la distance du tir, la présence ou non d'un adversaire et son placement, le degré d'expertise et/ou d'entraînement à la tâche,... peuvent servir d'indicateurs pour établir un jugement temporel.

5) Le développement des processus temporels

De nombreux auteurs revendiquent le fait qu'il existe, chez les nourrissons, des compétences précoces en ce qui concerne les processus temporels. En effet, selon Eilers (1984, cité par Pouthas, 1995), un bébé de quelques jours seulement peut discriminer deux durées distinctes d'une centaine de millisecondes, ainsi que distinguer des rythmes au niveau auditif. Selon Droit-Volet (2016), la discrimination temporelle serait plus précoce concernant des stimuli auditifs que des stimuli visuels : en effet, un bébé de 2 mois serait tout à fait capable de discriminer un stimulus auditif rythmique ou un son, alors qu'il faudrait attendre jusqu'à ses 6 mois pour qu'il soit sensible à un stimulus temporel visuel, par exemple l'apparition d'un jouet au-dessus de sa tête (hochet ou mobile).

De plus, nous pouvons également observer chez un nourrisson de 3 mois, la synchronisation de ses mouvements à ceux d'un adulte qu'il peut voir, lorsque celui-ci fait un discours par exemple (Méary, 2003).

Avant 5 ans, un jeune enfant ne peut estimer une durée que via les changements vécus, perçus durant cet intervalle de temps, ce qui pourrait être expliqué par le modèle dynamique de Jones et Boltz (1989). De ce fait, pour un enfant âgé de moins de 5 ans, il serait possible de pouvoir estimer un intervalle de temps, s'il apprécie lui-même les changements qu'il perçoit, s'il est acteur lui-même de cette action à estimer. A ce moment de la vie, un enfant n'est pas en capacité de comprendre que deux actions différentes puissent avoir une durée similaire. Il ne vit le temps qu'à partir de rythmes imposés par la vie quotidienne mais ne peut pas se représenter une action sur une échelle temporelle (Droit-Volet, 2000). Par exemple, l'enfant pourra vivre le temps par le biais du rythme hebdomadaire qui lui est imposé à partir de l'entrée en crèche ou à l'école. La seule façon de travailler ses compétences temporelles pour un enfant est donc de multiplier les expériences chez lui.

Concernant la synchronisation motrice chez un enfant avant 5 ans, elle semble possible uniquement si le tempo moteur proposé se situe autour du tempo moteur spontané de l'enfant.

Enfin en ce qui concerne la perception de l'ordre, c'est à partir de 3 ans qu'un enfant peut mémoriser une nouvelle séquence d'actions, mais sur une durée assez courte (par exemple, s'habiller). Il faudra attendre 5 années de vie pour qu'un enfant soit capable de

mémoriser une séquence d'actions ordonnées au niveau de la journée, par exemple le planning quotidien de l'école avec les temps de regroupement, de récréation, d'activités de motricité ou de temps au bureau (Pouthas, 1995).

Selon les différents auteurs des modèles théoriques présentés précédemment, le développement des processus temporels serait multifactoriel. En effet, il dépendrait de la participation de différents facteurs, tels que le développement cognitif, l'environnement, le développement affectif et du langage.

Ainsi, à la base du développement, on retrouverait les modèles dynamiques en ce qui concerne la mise en place des processus temporels. Un nourrisson est exposé à des expériences de rythmicité diverses et variées : berceuses, rythme journalier, coordinations motrices, etc. Ce sont ces expériences qui permettraient au nourrisson d'acquérir les notions de temps (Fraisie, 1967 ; Pouthas, 1995 ; Droit-Volet 2001).

Selon Gibbon et Church (1984) et Bobin-Begue (2002), la modification de la perception temporelle avec l'avancée en âge serait due à une augmentation ou à une diminution de la régularité de la pulsation du pacemaker, dans le modèle de l'horloge interne.

Droit-Volet (2001) met également en évidence le lien entre le développement des fonctions exécutives et celui des processus temporels, et notamment celui de l'attention. En effet, si l'attention est absente, l'interrupteur (dans le modèle de l'horloge interne) resterait ouvert, et la durée ne pourrait alors pas être encodée. Or, les enfants de 4 à 6 ans n'arrivent pas à détourner leur attention des informations non temporelles, qui sont relativement plus saillantes pour eux que les informations temporelles (Levin, 1992). Alors, la durée encodée serait reconstruite uniquement grâce à ces informations non temporelles de la tâche. Ce ne serait alors pas la perception du temps qui serait déficitaire, mais plutôt l'attention allouée à une information qui serait inadaptée.

De plus, ces informations non temporelles, plus attractives pour l'enfant de 4 à 6 ans, seraient associées à un sentiment subjectif d'un temps plus long (Droit-Volet, 2001). Or, le manque de flexibilité attentionnelle va l'empêcher d'inhiber ces processus inappropriés et inefficaces pour résoudre un problème, c'est ce qui va interférer dans son jugement temporel. Puisque ces processus inadaptés ne pourraient pas être inhibés, la durée ne serait alors pas encodée et l'enfant aurait l'impression que le temps est plus long.

Lorsqu'ils ont 8 ans, les enfants sont capables d'allouer une attention adaptée et orientée vers les informations temporelles d'un évènement. Les erreurs de jugement temporel sont ainsi plus rares, cela leur permet donc de traiter convenablement une durée. Ce n'est donc qu'à partir de 5 ou 6 ans qu'un enfant peut présenter une estimation et une reproduction temporelle précise. De même, il faudrait attendre qu'un enfant ait 8 ans pour retrouver des capacités de perception temporelle similaires à celles de l'adulte (Droit-Volet, 2000).

Enfin, le langage serait également un facteur du développement des processus temporels : effectivement, c'est une médiation que l'on retrouve lors de l'acquisition des représentations temporelles au niveau mental (« L'hiver il fait froid »), également pendant des expériences vécues (« On n'a pas école le samedi »), mais aussi lors des apprentissages à l'école (comptines ou chants).

Nous avons donc vu au sein de cette première partie l'importance des processus temporels dans la vie quotidienne d'un individu. Nous avons pu voir, grâce à la classification de Coull et Nobre, que le timing regroupe différentes modalités, selon le stimulus proposé, la modalité sensorielle envisagée, la tâche en cours. Nous avons également pu analyser les différents modèles de la littérature concernant le développement (modèles dynamiques) et le fonctionnement des processus temporels, ainsi que leur lien direct ou indirect avec les fonctions cognitives (modèles cognitifs). Enfin, nous avons abordé l'ontogenèse et la mise en place des capacités temporelles chez l'enfant, au travers des expériences de la vie quotidienne, permettant d'arriver après plusieurs années à une maturité similaire à celle de l'adulte.

Maintenant, nous allons aborder le Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité, afin de comprendre avant tout comment ce trouble interfère dans le développement et dans les activités de vie quotidienne chez un enfant, avant de faire le lien entre celui-ci et les processus de timing.

II - LE TROUBLE DÉFICIT DE L'ATTENTION AVEC OU SANS HYPERACTIVITÉ (TDA/H)

Le Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) est un trouble neurodéveloppemental, les premiers signes apparaissent donc très tôt lors du développement d'un individu. Au sein de ce trouble, nous pouvons dégager une triade symptomatologique : impulsivité, hyperactivité et inattention (Marquet-Doléac, in Albaret et al., 2018). Cette symptomatologie peut influencer le développement des apprentissages du sujet, ainsi que ses interactions avec son environnement.

Il est classé au sein du manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux – DSM-5 (APA, 2015) dans la catégorie des « troubles neurodéveloppementaux ». Le DSM-5 envisage ce trouble selon une approche dimensionnelle, à savoir que ce manuel prend en compte la sévérité du trouble, son impact sur la vie quotidienne de l'individu.

1) Caractéristiques

1.1. Sémiologie psychomotrice

Un trouble psychomoteur est caractérisé selon Corraze (2010) par un trépied composé de troubles perceptivo-moteurs, de signes neurologiques doux et de troubles affectifs.

Le TDA/H peut alors être considéré comme un trouble psychomoteur, du fait de sa sémiologie psychomotrice :

- **Troubles perceptivo-moteurs** : Nous retrouvons tout d'abord des déficits dans les fonctions d'exploration : altération de la recherche visuelle (Mullane et Klein, 2008) et altération du traitement des informations tactiles (Parush et al., 1997). Nous observons également des difficultés de suppléance entre les informations vestibulaires, proprioceptives et visuelles lors de tâches d'équilibre (Yochman et al. 2004). Nous retrouvons aussi une hausse des déficits concernant le traitement perceptif, corrélée à une augmentation des troubles comportementaux : en effet, plus les troubles comportementaux sont conséquents, plus les déficits perceptifs sont présents. (Achenbach, 1991).

Au niveau des fonctions d'action, nous retrouvons aussi chez les sujets TDA/H des difficultés motrices, notamment au niveau des habiletés locomotrices et de contrôle d'objets

(Harvey et al., 2009) par manque d'attention sur les détails, ou encore concernant l'équilibre statique et dynamique, plus instable que chez les sujets sains (Mao et al., 2014). Nous pouvons également noter des déficits au niveau des fonctions de communications : il existe des difficultés d'interprétation et de reconnaissance des émotions chez les sujets TDA/H (Cadesky, Mota & Schachar, 2000).

De plus selon Kaiser et al. (2015), la présence de troubles moteurs est corrélée à l'intensité de la symptomatologie du TDA/H.

- **Signes neurologiques doux** : Nous retrouvons chez les patients atteints d'un TDA/H des mouvements anormaux et des syncinésies, mis en évidence lors de l'épreuve des marionnettes (Kaneko et al. 2014).

- **Troubles affectifs** : Nous remarquons chez les individus porteurs d'un TDA/H un défaut de régulation émotionnelle (Graziano, P & Garcia, A, 2016). Effectivement, les enfants TDA/H auraient une tendance plus prononcée à la négativité et à la labilité émotionnelle.

1.2. Epidémiologie

Concernant l'épidémiologie de ce trouble, après une étude menée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) entre 2000 et 2012, on peut voir que la prévalence du TDA/H est différente selon le sexe.

Chez les garçons, elle se situe entre 2 et 2,3% et chez les filles, entre 0,6 et 0,7%.

En France en 2010, on estimait une prévalence entre 3,5 et 5,6% (Lecendreux et al., 2011).

1.3. Etiologie

Concernant l'étiologie de ce trouble (Braun et al., 2014) il existerait des facteurs physico-chimiques qui interviendraient dans le développement de ce trouble, notamment en cas de consommation par la mère de tabac, d'alcool et de drogues, ainsi que l'exposition au plomb, au fer ou encore aux pesticides, pendant la grossesse. Des facteurs psychosociaux seraient également à prendre en compte (Russell et al. 2016), tels que le niveau social, le taux de criminalité parentale ou la présence d'un trouble mental maternel. Il existerait également des causes biologiques. En effet selon différents auteurs (Cortese, 2012 ; Friedman et al., 2015), l'héritabilité génétique de ce trouble se situerait entre 60 et 72%.

Enfin, il a été mis en évidence par Shaw et al. (2007) un retard de maturation cérébrale d'environ 3 ans entre des sujets sains et des sujets porteurs d'un TDA/H : cela permet de conforter les hypothétiques relations entre des déficits au niveau des fonctions cognitives supérieures, et des manifestations comportementales.

2) Diagnostic

Le diagnostic du TDA/H s'effectue essentiellement à partir d'observations cliniques du patient. Nous pouvons appuyer ces observations par des données objectives, notamment à travers la passation de tests étalonnés, mais ceux-ci ne peuvent pas permettre de poser le diagnostic à eux seuls. De plus, il faut tenir compte qu'un trouble comme le TDA/H s'exprime bien souvent dans un cadre écologique, tel que le lieu de vie du patient ou son milieu scolaire. De fait, il peut être difficile lors d'un bilan psychomoteur de faire ressortir ce trouble.

Pour permettre le diagnostic du TDA/H, le DSM-5 (APA, 2013) propose **9 critères d'inattention** :

- souvent, ne parvient pas à prêter attention aux détails ou fait des fautes d'étourderie dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités
- a souvent du mal à soutenir son attention au travail ou dans les jeux
- semble souvent ne pas écouter quand on lui parle personnellement
- souvent ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, ses tâches domestiques ou ses obligations professionnelles
- a souvent du mal à organiser son travail ou ses activités
- souvent, évite, a en aversion ou fait à contrecœur les tâches qui nécessitent un effort mental soutenu
- perd souvent les objets nécessaires à son travail ou à ses activités
- souvent, se laisse facilement distraire par des stimuli extérieurs
- a des oublis fréquents dans la vie quotidienne

De plus, le DSM-5 (APA, 2013) propose également **9 critères d'hyperactivité/impulsivité** :

- remue souvent les mains ou les pieds ou se tortille sur son siège
- se lève souvent en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis

- souvent, court ou grimpe partout dans des situations où cela est inapproprié
- a souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisir
- agit souvent comme s'il était « monté sur ressorts »
- parle souvent trop
- laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée
- a souvent du mal à attendre son tour
- interrompt souvent les autres ou impose sa présence

Les 3 derniers critères sont plus significatifs d'une impulsivité.

La présence de 6 items sur 9 de la série « Inattention » ou de la série « Hyperactivité/Impulsivité » peut être évocatrice d'un TDA/H. Ces symptômes doivent intervenir avant 12 ans, et doivent être observables dans au moins deux types d'environnements différents. De plus, le fonctionnement scolaire, professionnel ou social doit être altéré cliniquement.

Selon la présentation des symptômes, nous pouvons dissocier différents types de TDA/H :

- un TDA/H mixte, avec la présence de critères d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité
- un TDA/H type inattention prédominante, avec la présence de critères d'inattention uniquement
- un TDA/H type hyperactivité/impulsivité prédominante, avec la présence de critères d'hyperactivité/impulsivité uniquement
- un TDA/H en rémission partielle si les critères étaient présents et observables, mais ne le sont plus depuis les 6 derniers mois, avec néanmoins des difficultés persistantes dans le fonctionnement social ou académique.

En ce qui concerne le retentissement écologique du trouble, il existe divers questionnaires, comme celui du Conners, qui permettent d'objectiver la présence de symptômes dans la vie quotidienne d'un individu.

3) Modèles théoriques

3.1. Modèle de l'aversion du délai

Sonuga-Barke (1992) propose un modèle explicatif concernant l'aversion du délai, qui expliquerait la symptomatologie du TDA/H. Il envisage ce trouble comme un modèle dans lequel un individu possède un déficit dans le circuit de récompense, ce qui impacterait ses capacités attentionnelles, ainsi que son hyperactivité et son impulsivité.

Selon ce modèle, un sujet atteint d'un TDA/H qui serait dans une situation durant laquelle il faut attendre, ne supporte pas le délai entre le moment d'inactivité (moment présent) et la future récompense. Il mettrait alors en place des stratégies comportementales compensatoires ou évitantes afin de palier à ce délai imposé.

2 situations sont alors mises en évidence :

- l'émergence de **l'impulsivité** proviendrait d'une situation dans laquelle le sujet est placé face à un choix. Dans ce cas de figure, l'individu va donner une réponse rapidement, juste ou fautive, dans le but de réduire le délai d'attente.

- l'apparition de **l'inattention** ou de **l'agitation motrice** proviendrait, elle, d'une situation dans laquelle le sujet n'est pas maître de l'attente imposée. De ce fait, il va orienter son attention vers des stimulations non temporelles de l'environnement afin de s'extraire de la contrainte situationnelle. Dans cette hypothèse, il faut également prendre en compte que la perception temporelle peut être modifiée selon l'activité en cours (elle est perçue plus longue lorsque l'on est inactif, et plus courte lorsque l'on est face à des stimuli externes).

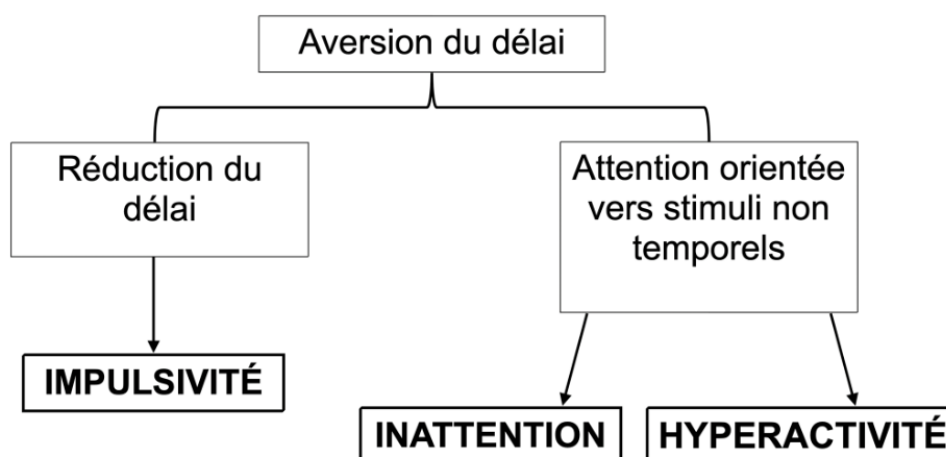


Figure 3. Modèle de l'aversion du délai (Sonuga-Barke, 1992).

Ce modèle traduit le caractère difficilement supportable du temps qui passe chez un sujet atteint de TDA/H. Il explique également une partie du trépied symptomatique de ce trouble. Enfin, il permet de mettre en évidence l'intervention de l'environnement, qui, en imposant des contraintes à un enfant, va engendrer l'apparition des symptômes.

3.2. Modèle de l'inhibition comportementale

En 1997, Barkley propose un modèle pour expliquer l'apparition de la symptomatologie chez un TDA/H. Il suppose l'idée que cette symptomatologie serait due à un dysfonctionnement de l'inhibition comportementale chez ces sujets.

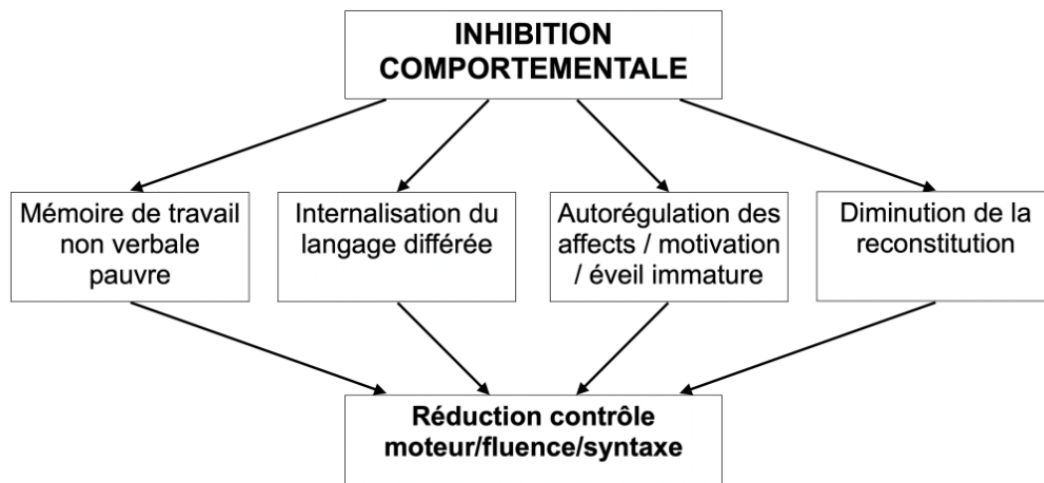


Figure 4. Modèle de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997).

Le déficit au niveau de l'inhibition comportementale se traduirait par des réponses automatiques non inhibées, des persévérations lors de réponses en cours, et un pauvre contrôle des interférences. Ces comportements se répercuteraient sur quatre fonctions exécutives :

- la **mémoire de travail** (principalement la partie non verbale) : cette fonction exécutive permet de stocker des informations sur une courte période afin de les manipuler mentalement et ainsi permettre l'achèvement de la tâche en cours. Un déficit de cette fonction cognitive engendrerait des difficultés au niveau de la perception temporelle car les enfants TDA/H développeraient une dépendance aux situations immédiates. En effet, ils auraient des difficultés à accéder aux fonctions de rétrospection ou de prospection, car ils accèderaient difficilement aux représentations mentales et au traitement des

informations (Barkley, 1997). Ils ont alors des difficultés par exemple pour terminer une tâche dans le temps imparti, car ils n'auront pas accès à la capacité d'estimer ce temps-là et de se le représenter en mémoire.

- **l'internalisation du langage** : c'est une fonction qui est nécessaire chez un individu pour s'autoguidé, pour produire une réflexion ou pour parvenir à résoudre mentalement des problèmes. Cette capacité correspond au soliloque, qui permet de contrôler la pensée et le comportement par la présence d'un langage interne. L'internalisation du langage, développée tardivement chez le TDA/H, conduit à la création de règles et de métarègles au niveau mental afin de dicter des réponses comportementales futures (Albaret, 2006). Ces réponses futures dépendent de chaînes d'actions et de conséquences, qui vont s'organiser durablement dans le temps. Chez le TDA/H, cela se traduit par une impulsivité car le sujet va répondre directement à un stimulus, sans se soucier des conséquences de son action, ainsi que par une impossibilité à prévoir des actions dans le temps en vue d'un but.

- **l'autorégulation des affects, de la motivation et de l'éveil** : les sujets TDA/H présentent un mauvais contrôle émotionnel. La régulation de la motivation et de l'état d'éveil serait aussi diminuée. Les situations exigeant une motivation externe sont alors perçues comme coûteuses pour l'enfant, et il sera alors dépendant des renforcements extérieurs. (Albaret, 2005).

- la **reconstitution** : c'est une capacité qui permet de diviser en différentes parties une séquence comportementale, afin de créer divers modules pouvant être par la suite assemblés à nouveau, et ainsi conduire à de nouveaux comportements organisés. Chez le sujet TDA/H, cette capacité serait diminuée, ce qui engendre un déficit de flexibilité mentale, une altération de la fluence verbale, et un manque de créativité, provoquant alors chez ces individus l'apparition de persévérations comportementales ou stratégiques (Barkley, 1997).

Selon ce modèle, ces déficits au niveau des fonctions exécutives vont aboutir à un déficit au niveau du contrôle moteur, de la fluence et de la syntaxe chez les sujets TDA/H. Donc selon Barkley, le déficit attentif ne se trouve pas au premier plan de l'explication de ce trouble. Il s'agirait pour lui du résultat d'un déficit de l'inhibition comportementale.

3.3. Modèle à deux voies

En 2003, Sonuga-Barke a tenté d'assembler le modèle d'inhibition comportementale (Barkley, 1997) et le modèle de l'aversion du délai (Sonuga-Barke, 1992), afin de mettre en évidence une perspective plus globale du trouble incluant les variantes individuelles et environnementales. Cela permettrait d'obtenir une représentativité plus importante des tableaux cliniques du TDA/H.

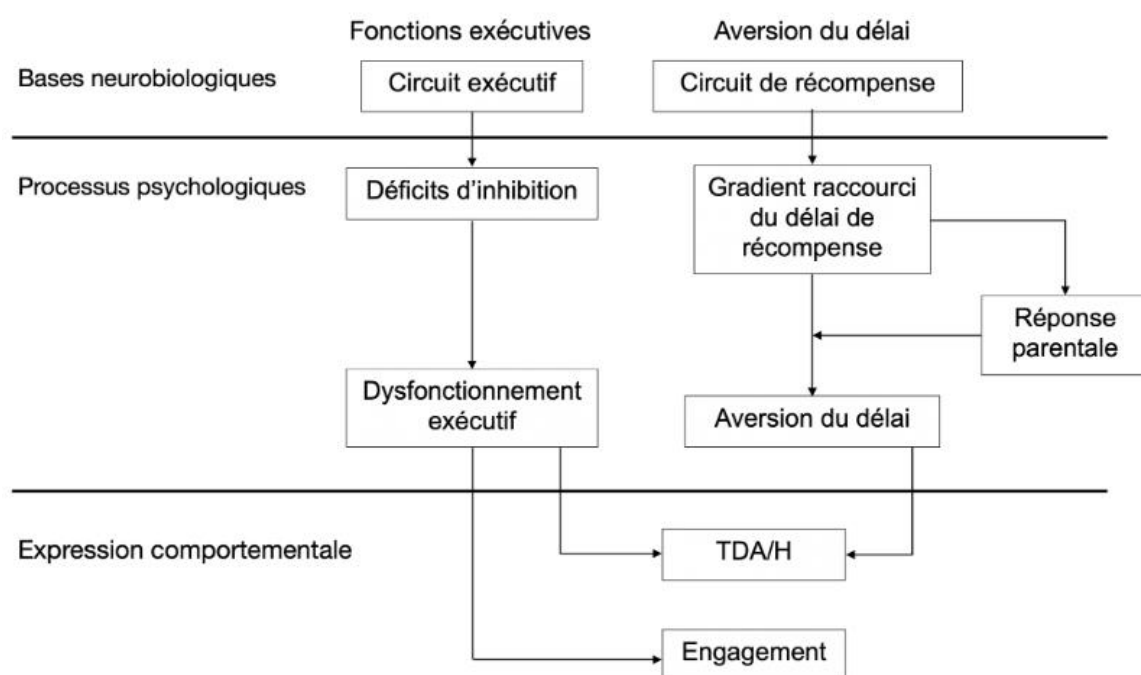


Figure 5. Modèle à deux voies (Sonuga-Barke, 2003).

Il existerait ainsi deux voies dans le TDA/H :

La première correspondrait à un déficit d'inhibition comportementale, qui serait à l'origine des déficits cognitifs et comportementaux du TDA/H.

La deuxième concernerait l'aversion du délai, qui prendrait en compte l'aspect motivationnel du sujet, amenant à des réponses inadaptées (inattention, hyperactivité, impulsivité).

Cette symptomatologie entraîne un engagement comportemental chez le sujet atteint, c'est-à-dire qu'une action, un comportement, découle directement de ces déficits.

3.4. Modèle à trois voies

En 2010, Sonuga-Barke propose un modèle à trois voies, dans lequel il rajoute la notion de déficit au niveau du traitement des données temporelles, par rapport au modèle à deux voies.

Ces déficits sont mis en évidence par une expérience (Sonuga-Barke, Bitsakou, Thompson, 2010), dans laquelle trois catégories de tâches ont été proposées à 71 enfants TDA/H, 65 enfants faisant partie de leur fratrie et 50 enfants témoins :

- les **processus temporels** : exercice de tapping (synchronisation rythmique des pressions de boutons avec des signaux sonores avec une régularité d'intervalles) puis de continuation (garder le rythme, sans le signal sonore) ; exercice de discrimination de durées (différenciation de deux signaux sonores) ; exercice d'anticipation (apparition d'un stimulus visuel durant 10 essais puis anticiper le moment de ré-apparition).

- le **contrôle de l'inhibition** : exercice de signal STOP (taper sur un bouton de façon continue mais inhiber le comportement lors du signal « STOP ») ; exercice de Go/No Go (selon la position du stimulus présenté, deux choix de boutons sur lesquels appuyer, et inhibition quand un stimulus particulier apparaît) ; exercice de Stroop modifié (deux boutons de couleurs différentes, le sujet doit tantôt appuyer sur celui correspondant au stimulus présenté et tantôt sur l'autre).

- l'**aversion du délai** : index de l'aversion au délai sur jeu vidéo (attendre pour avoir un meilleur score ou répondre de suite avec un score plus faible), évaluation de la frustration face au délai (série de questions avec des enchaînements entre les questions variables pouvant être retardés), temps de réaction face au délai (stimulus apparaît à l'écran et la réponse du sujet doit être ultérieure à la disparition de ce stimulus).

Dans toutes ces épreuves, les sujets TDA/H montrent des performances plus faibles que celles des autres enfants.

De cette expérience va naître le modèle à 3 voies, qui suppose une voie qui correspond aux déficits exécutifs (inattention, altération de la mémoire de travail), une voie qui correspond aux comportements se rapportant à l'aversion du délai et aux déficits du circuit de récompense, et une voie correspondant aux difficultés liées à la perception temporelle.

Grâce à ce modèle de Sonuga-Barke, nous savons désormais qu'en plus de la triade symptomatique inattention/impulsivité/hyperactivité, il est possible d'observer chez un sujet TDA/H un défaut de perception du temps. Ce défaut de timing fait désormais partie de la symptomatologie du TDA/H (Puyjarinet et al., 2017a) qui sera développé dans une troisième partie.

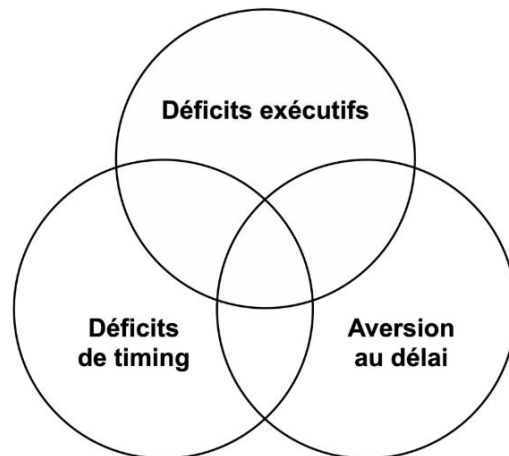


Figure 6. Représentation actuelle du TDA/H avec 3 profils indépendants.

4) Comorbidités

Il est essentiel, lors du diagnostic du TDA/H, de rechercher des potentielles comorbidités qui pourraient également majorer les signes cliniques du trouble.

Selon une étude européenne menée auprès de 1 478 sujets porteurs d'un TDA/H (Steinhausen et al., 2006), on relevait 32% des individus qui présentaient un TDA/H isolé.

Masi et Gignac (2017) ont aussi fait l'état des lieux de la prévalence des troubles comorbides au sein du TDA/H :

- 58% présentaient un Trouble du Spectre Autistique (TSA)
- 55% présentaient des tics et/ou un syndrome de Gilles de la Tourette
- 50% présentaient un Trouble Développemental de la Coordination (TDC)
- 50% présentaient une addiction à une substance
- 33% présentaient des troubles anxieux
- 33% présentaient des Troubles Obsessionnels Compulsifs (TOC)
- 31% présentaient une épilepsie
- entre 31 et 45% présentaient un trouble des apprentissages

- entre 25 et 75% présentaient un Trouble Oppositionnel avec Provocation (TOP)
- entre 6 et 30% présentaient des troubles dépressifs et plus de 20% des troubles bipolaires

On peut diviser les comorbidités en deux catégories : les troubles internalisés (dépression, anxiété) qui représenteraient 25% des comorbidités, et les troubles externalisés (TOP, trouble des conduites) représentant entre 30 et 50% de comorbidités. Ces derniers sont les plus invalidants au niveau de la symptomatologie du TDA/H (Takeda et al., 2012).

5) Traitement

La prise en charge du TDA/H doit privilégier une approche multimodale (HAS, 2015). Elle est essentielle chez ces patients afin d'atténuer tout d'abord la symptomatologie présente, de diminuer son impact au sein de la vie quotidienne et familiale, mais aussi de soutenir les apprentissages scolaires.

5.1. Médicamenteux

Lorsque les troubles persistent et deviennent envahissants, on peut envisager le recours à la médication. Grâce à l'utilisation de psychostimulants, nous pouvons envisager la diminution de la symptomatologie du TDA/H, mais son action réside dans le court-terme. Au niveau moteur, nous recherchons une diminution de l'activité motrice et de l'agitation, ainsi qu'une amélioration du contrôle moteur, grâce à la prescription de traitements médicamenteux. Nous souhaitons également améliorer les capacités cognitives d'un sujet TDA/H, au niveau attentionnel, impulsif et concernant le choix et l'utilisation de stratégies. Enfin, cela vise aussi à améliorer le côté relationnel de l'individu (relation avec ses pairs, avec la famille) ainsi que de diminuer les conflits intra-familiaux liés au trouble.

Les psychostimulants ne permettent pas d'agir sur les processus temporels d'un sujet TDA/H (Rubia et al., 2003 ; Toplak & Tannock, 2006).

Parmi ces psychostimulants, nous pouvons citer le méthylphénidate, qui est le seul à ce jour autorisé en France. Cependant, son utilisation est controversée car il induirait des effets secondaires indésirables, comme une diminution de l'appétit, des insomnies, des gastralgies et des céphalées.

5.2. Comportemental

Les traitements médicamenteux par psychostimulants chez le TDA/H ne présentant pas d'effet curatif (MTA Cooperative Group, 2004), s'intègrent alors dans la prise en charge de ce trouble les outils cognitivo-comportementaux.

En utilisant ces techniques dans l'approche thérapeutique du TDA/H, nous visons notamment à faire apparaître de manière croissante un pattern de comportements désirables, tout en amplifiant l'envie de l'enfant à observer les conséquences positives de ses actions. En parallèle, nous cherchons également à diminuer la fréquence d'apparition des comportements non adaptés, en partageant avec l'enfant un retour négatif systématique dès leur apparition.

Il existe de nombreux outils cognitivo-comportementaux dont nous pouvons user de manière personnalisée selon l'enfant (Marquet-Doléac in Albaret, 2015) :

- la *résolution de problèmes* : c'est une technique qui vise à rechercher un ensemble de solutions hypothétiquement efficaces, afin de pallier à un problème. Cela va demander un effort à l'enfant. Le but de cet outil est d'apprendre à l'enfant à réfléchir avant qu'il agisse, afin d'inhiber son impulsivité, d'essayer d'anticiper son action et ses effets avant d'agir, et de réduire son agitation motrice.
- les *renforcements* : l'utilisation de renforcements positifs (« bravo », « super », applaudissements) doit se faire à chaque apparition d'un comportement adapté.
- le *soliloque* : cette technique consiste en un apprentissage par auto-instruction, qui s'appuie sur la fonction directrice du langage. Elle permet à l'enfant de guider lui-même ses actions, afin de diminuer à long terme son impulsivité et son agitation. Dans cet outil, nous partons d'une pensée extériorisée pour arriver à une pensée intériorisée.
- le *retrait d'attention* : cette technique intervient lorsque l'enfant présente un comportement inapproprié et/ou inattendu lors de la tâche en cours. Cela consiste à ne pas lui donner d'attention, ne pas répondre à ses demandes. Une fois que l'enfant est disposé à recommencer l'activité, nous lui redonnons de l'attention.
- la *structuration de la temporalité* : il paraît important de matérialiser le temps qui passe lors d'une séance avec un enfant TDA/H, par le biais d'une horloge modifiée ou d'un timer, afin de lui permettre de mieux se représenter la durée de la tâche et donc de mieux s'y investir, car il sera alors plus conscient du temps que cela va durer. De plus, nous chercherons à travailler son tempo spontané en ralentissant ses gestes moteurs lors

d'activités afin de ralentir ses actions. Nous pouvons également lui demander de manier un chronomètre, avant et après une activité, afin qu'il se rende compte du temps qui passe (estimation de durées). Enfin, il est possible également d'intervenir dans sa vie quotidienne avec l'aide par exemple d'un emploi du temps visuel construit avec lui au préalable.

Nous avons donc pu analyser les difficultés présentes dans le Trouble du Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité. Parmi elles, nous retrouvons des difficultés au niveau des capacités de timing, qui correspondent désormais à une partie à part entière de la symptomatologie de ce trouble.

Dans cette dernière partie, nous allons voir plus en détails ces capacités de timing au sein du TDA/H, leurs manifestations ainsi que leur lien avec certains déficits cognitifs, présents dans le TDA/H.

III - LE TIMING DANS LE TDA/H

Le timing est donc une question centrale concernant le Trouble du Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité.

En 2012, De Zeeuw dans son étude, part du fait que le TDA/H serait l'expression comportementale de divers déficits au niveau de différents circuits neurobiologiques.

Il présente alors les 3 sous-catégories neurobiologiques déjà connues concernant le TDA/H :

- un déficit du contrôle cognitif, lié à une perturbation du circuit dorso-fronto-striatal
- un déficit de timing, lié à une perturbation du circuit fronto-cérébelleux
- une diminution de la sensibilité à la récompense, liée à une perturbation du circuit ventro-fronto-striatal

De Zeeuw (2012) fait alors passer des tests neuropsychologiques à 57 sujets TDA/H (âgés entre 6 et 27 ans) et à 83 sujets contrôles. Les résultats de cette étude montrent que 30 sujets TDA/H, soit 56,2% présentaient au moins un des déficits cités. Parmi ces 30 sujets, 24 (soit 80%) ne présentaient qu'un seul déficit. Enfin, aucun sujet ne présentait plus de deux déficits associés.

De cette étude, De Zeeuw trouve quatre composantes cognitives, dont trois seraient similaires aux trois catégories citées ci-dessus. Il ajoute ainsi à ces trois catégories un défaut de vigilance (en lien avec les processus attentionnels), qui pourrait donc aussi être lié à un quatrième système neurobiologique, impliqué dans la symptomatologie du TDA/H. De cette étude, nous pouvons alors faire l'hypothèse de quatre sous-catégories dans le TDA/H, corrélées à quatre déficits neurobiologiques distincts.

1) Différentes modalités de timing affectées

Dans cette partie, nous allons nous baser sur la classification des processus temporels conçue par Coull et Nobre (2008), ainsi que sur les six processus temporels dégagés par Toplak et Tannock (2006) : l'anticipation, la discrimination de durée, l'estimation verbale, le jugement temporel, la production ou reproduction de durée et le tempo moteur spontané. Tous ces processus seront définis ultérieurement au sein de cette partie.

Nous allons faire l'état des lieux des connaissances actuelles concernant les modalités de timing qui sont ou qui seraient affectées dans le TDA/H.

1.1. *Timing explicite*

Au niveau du timing explicite, nous faisons la distinction entre le timing explicite moteur et le timing explicite perceptif, comme expliqué dans la partie I-2).

Concernant le timing explicite moteur, nous allons parler de la production et reproduction de durée, et de la synchronisation sensori-motrice. Concernant le timing explicite perceptif, nous allons évoquer la discrimination de durée et l'estimation verbale.

- La **production et reproduction de durée** se définit comme la capacité à produire un intervalle de temps demandé oralement, et à la capacité à produire cette durée de façon identique à ce qu'elle a été présentée (Toplak et Tannock, 2006). La production d'une durée est moins précise chez les TDA/H par rapport à la norme (Van Meel et al. In Toplak et Tannock, 2006). De plus, nous remarquons que le nombre d'erreurs que font les sujets TDA/H augmente de façon proportionnelle à l'augmentation de la durée proposée (Cappella, Gentile & Juliano, 1977). Enfin, les sujets TDA/H ont tendance à produire des

durées plus courtes que celles qui leur sont demandées (Noreïka, 2013). En effet, dans une étude menée par Huang et al. (2012, in Noreïka, 2013), les sujets TDA/H devaient produire une durée de 3 secondes, 6 secondes, 12 secondes et 24 secondes. Huang et al. observent une sous-production des durées de 6, 12 et 24 secondes chez les sujets TDA/H par rapport au groupe contrôle, mais pas de différence pour les durées de 3 secondes.

Concernant la reproduction de durée, selon Toplak et Tannock (2006), les sujets TDA/H produisent plus d'erreurs que les sujets témoins, et reproduisent également des intervalles trop courts par rapport au modèle, qui peut être présenté de manière visuelle ou auditive. Barkley (2001) postule également que les sujets TDA/H font plus d'erreurs à mesure que la durée à reproduire est plus longue. L'intervention de diverses fonctions cognitives (notamment les capacités d'inhibition et la mémoire de travail) mais aussi la présence de distracteurs externes (par exemple, toutes les informations non temporelles de la tâche en cours) pourraient être à l'origine de ces erreurs.

- La **synchronisation sensori-motrice** se définit comme l'habileté à synchroniser un mouvement sur un rythme externe, par rapport à des stimuli qui se répètent. Elle correspond à l'organisation temporelle d'un mouvement (Noreïka et al., 2013). Lors de tâches de synchronisation sensori-motrice, on remarque que la précision des sujets TDA/H était plus faible que celle des sujets témoins. Noreïka et al. reprennent en effet les résultats de différentes études, notamment l'expérimentation de Ben-Pazi et al. (2003) qui proposent à des sujets TDA/H et des sujets témoins d'effectuer une tâche de synchronisation sensorimotrice en modalité audio-visuelle. Ils observent alors un tapping plus rapide chez les sujets TDA/H par rapport à la norme. De même, nous pouvons remarquer une plus grande variabilité dans les réponses des sujets TDA/H par rapport aux sujets témoins (Noreïka et al., 2013 ; Rubia et al., 1999 in Soppelsa, Marquet-Doléac & Albaret, 2006).

- La **discrimination de durée** se définit comme la comparaison des durées de deux stimuli différents et la capacité à pouvoir différencier le plus long du plus court (Toplak et Tannock, 2006). Les stimuli peuvent être auditifs ou visuels. Cette capacité est très déficitaire chez les sujets TDA/H. En effet, dans une expérience (Toplak et Tannock, 2005), il est demandé à des sujets TDA/H et des sujets témoins de déterminer quel est l'intervalle de temps le plus long entre des séries de stimuli présenté visuellement (carrés virtuels) ou auditivement (bip sonores). Cette expérience a montré qu'il est nécessaire que l'écart entre les deux stimuli soit conséquent car leur seuil de discrimination est plus élevé que la norme. Aussi,

leur nombre d'erreur est plus grand que celui des sujets témoins (Rubia et al., 2003 in Toplak 2006 ; Toplak et Tannock, 2005 ; Huang, 2012 in Noreika, 2013). Enfin, les sujets TDA/H sont plus susceptibles d'obtenir de meilleurs résultats avec les stimuli auditifs, qu'avec les stimuli visuels (Toplak et Tannock, 2005).

- L'**estimation verbale** se définit par la capacité à estimer verbalement la durée d'un événement ou d'un stimulus (Toplak et Tannock, 2006). Dans une étude, McGee et al. en 2004 (in Toplak et Tannock, 2006) proposent à des sujets d'effectuer une action courte lors d'une tâche (par exemple, allumer la lumière lors d'une activité) puis leur demande d'estimer verbalement cette durée. Ils remarquent que la durée de cet événement estimée par les sujets TDA/H est le plus souvent supérieure à la durée réelle de celui-ci. Nous pouvons alors émettre l'hypothèse que le temps perçu par les sujets TDA/H sera subjectivement plus long que le temps réel.

Il existe donc diverses études sur le timing explicite des enfants TDA/H, bien plus étudié que le timing implicite. Il est ainsi retrouvé que les sujets TDA/H présentent des différences significatives par rapport à des sujets témoins dans des tâches de production/reproduction de durée, de synchronisation sensorimotrice, de discrimination de durée et d'estimation verbale. Nous pouvons donc dire que l'individu présentant un TDA/H perçoit subjectivement le temps plus lentement que la norme. Cela serait expliqué par le fait que le rythme interne des TDA/H serait plus rapide que la norme (Marx, 2017). Cet auteur postule le fait que le processus de comptage interne (le pacemaker du modèle de l'horloge interne, cf. I-3-) serait anormalement rapide chez les sujets TDA/H, ce qui pourrait causer des dysfonctionnements d'estimation temporelle et de production de durée.

Moins étudié dans la littérature, nous allons maintenant aborder les déficits en timing explicite chez le sujet TDA/H.

1.2. Timing implicite

Concernant le timing implicite, nous pouvons faire émerger deux sous-catégories comme le suggèrent Coull et Nobre (2008) : le timing implicite émergent ou moteur, et le timing implicite perceptif ou prédiction temporelle. Au sein de la prédiction temporelle, nous pouvons faire la distinction entre la prédiction temporelle endogène, et la prédiction temporelle exogène.

Nous allons parler du tempo moteur spontané pour illustrer le timing implicite émergent. Puis nous discuterons de l'anticipation, qui concerne le timing implicite perceptif exogène.

- Le **tempo moteur spontané** se définit comme la rythmicité de la motricité qui émerge spontanément de l'intérieur d'un individu, lorsque nous lui demandons de taper dans ses mains ou sur un objet en rythme. Dans une étude, Toplak et Tannock (2006) proposent à des sujets des tâches de tapping, de façon libre ou synchronisée. Lors des tâches de tapping spontané, ils remarquent une plus grande variabilité intra-individuelle chez les sujets TDA/H. Des scores inférieurs à la norme chez les sujets TDA/H sont donc retrouvés, ainsi qu'une plus grande variabilité intra-individuelle. Alors, les sujets TDA/H ont un tempo moteur plus rapide que les sujets sains, leurs intervalles lors des tâches de tapping étant plus courts que la norme.

- L'**anticipation** se définit comme la capacité à prédire l'apparition d'un événement ou d'un stimulus, après avoir appréhendé l'intervalle de temps qui sépare cet événement du moment présent. Chez les sujets TDA/H, nous observons des décalages par rapport à la norme entre l'intervalle prédit par le sujet, et l'intervalle réel, quelle que soit sa durée. Ainsi, nous pouvons remarquer que les sujets TDA/H émettent des réponses trop précocement. De plus, au travers d'une expérimentation en modalité visuelle, Toplak et Tannock (2005 in Toplak, 2006) proposent des tâches d'anticipation à des sujet témoins et des sujets TDA/H sous forme de jeu, avec des séries de stimuli qui apparaissent. Les sujets doivent alors prédire l'apparition du stimulus suivant, et réagir dès l'apparition de celui-ci. Les résultats de cette étude montrent qu'il existe une variabilité intra-individuelle beaucoup plus importante chez les TDA/H que chez les sujets témoins.

Les études sur le timing implicite chez le sujet TDA/H sont peu nombreuses. Les résultats obtenus cités précédemment, doivent être confirmés au travers d'autres expériences afin que l'on puisse certifier leur validité.

Nous avons donc pu voir que les études au sujet des individus TDA/H en ce qui concerne les processus temporels sont corrélées aux observations cliniques des capacités de timing de cette population. En effet, nous pouvons dire que les sujets TDA/H perçoivent le temps plus lentement que la norme, il leur semble donc subjectivement que le temps est plus long. C'est ce qui expliquerait le fait qu'ils tentent le plus souvent d'éviter les situations

où l'attente est trop longue pour eux. Ils présentent des difficultés d'organisation temporelle, qui peuvent être corrélées à des déficits cognitifs comme nous allons le développer ci-dessous.

2) Lien avec les déficits cognitifs

Comme nous l'avons évoqué dans la partie II concernant le Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité, il existe deux processus cognitifs majoritairement déficitaires au sein de ce trouble : l'attention et la mémoire de travail. Nous allons maintenant voir quels impacts peuvent avoir ces déficits cognitifs dans les processus de timing des enfants présentant un TDA/H.

2.1. Lien avec l'attention

L'inattention est un des symptômes prédominants chez le sujet TDA/H, qui fait partie de la triade symptomatique décrite dans la partie II. Or, lors de l'évaluation temporelle, ainsi que lors de la production temporelle, l'attention est une capacité indispensable à leur réussite. Si cette capacité est diminuée ou manquante, alors la variabilité des réponses données sera beaucoup plus importante que la norme.

Les processus attentionnels sont mis en avant très tôt dans les modèles explicatifs du timing, et notamment dans le modèle de Zakay et Block (1997). Pour rappel, ces auteurs s'inspirent du modèle de l'horloge interne (Gibbon et Church, 1984), vu dans la partie I. En effet dans ce modèle, les auteurs considèrent que l'attention correspond à un interrupteur. Cet interrupteur permet de stopper le nombre de pulsations reçues par le pacemaker. De fait, les variations au niveau de la perception temporelle seraient corrélées au niveau d'attention dirigée vers les processus temporels durant une activité.

Or, nous avons vu dans la partie II que les sujets TDA/H présentent des déficits au niveau des processus attentionnels. Alors, les enfants atteints de TDA/H présenteraient des difficultés de timing en lien avec leurs difficultés attentionnelles.

En 2002, Smith et al. font une étude auprès de 22 sujets « sains » et de 22 sujets TDA/H. Dans cette expérimentation, ils proposent des tâches de discrimination temporelle afin de déterminer le seuil de perception de la différence de quelques millisecondes de

deux stimuli. Ils se basent également sur leurs résultats concernant des tâches d'estimation verbale et de reproduction de durée. Ils font ainsi l'hypothèse que si les déficits des sujets TDA/H en estimation du temps peuvent être expliqués par des dysfonctionnements exécutifs et/ou attentionnels, alors leur déficit de reproduction d'une durée longue (12 secondes) serait plus important que la reproduction d'une durée courte (5 secondes). De cette étude, Smith et al. postulent alors qu'il est probable que les déficits de timing chez les TDA/H ne soient pas des déficits indépendants mais qu'il existerait une interaction entre les difficultés attentionnelles du TDA/H et leur performance en timing.

Cependant, il existerait tout de même des déficits temporels dits « purs », qui seraient présents au sein du TDA/H sans être la cause de déficits attentionnels. Ces déficits purs concerneraient les capacités de discrimination temporelle, atteintes lorsqu'elles toucheraient des intervalles de temps brefs (5 secondes).

Ce déficit de timing au sein du TDA/H peut donc être considéré comme « pur », car on peut le retrouver isolément lors de tâches brèves de discrimination temporelle. Néanmoins, on peut considérer que les déficits exécutifs et attentionnels présents dans le TDA/H seraient une des causes de la diminution des capacités en termes de timing.

De plus, Taatgen et al. (2007) vont travailler sur l'impact de la charge cognitive. La charge cognitive s'opère dès lors qu'une double tâche est mise en jeu, ou bien que l'on ajoute des distracteurs en même temps que l'activité en cours. Ils décèlent alors que, pour les sujets présentant un TDA/H, le nombre d'erreurs augmente lorsque la charge cognitive augmente, car celle-ci engendre une augmentation proportionnelle de l'attention dirigée vers la tâche non temporelle. De même, lorsqu'il y a une surcharge cognitive, le temps subjectif va paraître plus court, il semblera aller plus vite.

Enfin, Clément et Droit-Volet (2006) démontrent que les sujets révèlent de meilleures capacités de timing lorsqu'ils utilisent des stratégies de focalisation de l'attention. En effet, lors d'activités d'estimation temporelle, les auteurs proposent de mettre en place auprès de ces sujets des repères sensoriels (par exemple, un repère auditif toutes les 10 secondes, ou bien le comptage du temps à voix haute), afin de focaliser leur attention sur la tâche temporelle en cours. Les résultats permettent ainsi d'observer de meilleurs résultats en timing lorsque les individus focalisent leur attention sur le temps qui passe.

2.2. Lien avec la mémoire de travail

La mémoire de travail est une fonction qui consiste à pouvoir maintenir en mémoire des informations et à pouvoir les manipuler mentalement. Elle occupe une place primordiale au sein des modèles cognitifs du timing, comme présenté dans la partie I-1).

En effet, c'est une fonction qui permet à un individu d'effectuer une comparaison de la durée en cours à évaluer, avec des intervalles de temps standards gardés en mémoire, afin de pouvoir faire un jugement temporel. Elle donne lieu au fait qu'un individu puisse percevoir le temps qui passe.

De plus, elle permet d'élaborer une chronologie dans un ordre spécifique. Par exemple, la connaissance du quotidien d'une journée d'école s'acquiert selon le rythme qui est imposé à l'enfant. Il va donc acquérir le cycle veille-sommeil, puis les heures d'alimentation, qui sont des signaux temporels majeurs au sein du développement d'un enfant (Marx, 2017). Ainsi, en développant ces capacités d'élaboration de chronologie, un individu pourra alors accéder aux capacités d'organisation et de planification concernant le déroulement du temps.

Dès les premiers modèles théoriques en ce qui concerne le TDA/H, l'altération des capacités de mémoire de travail est impliquée dans la symptomatologie. Barkley (1997), au travers de son modèle de l'inhibition comportementale, explique que le défaut d'inhibition engendrerait un déficit en mémoire de travail, ce qui altérerait la perception subjective du temps qui passe. De plus, il postule que l'inattention pourrait majorer ces déficits de mémoire de travail.

Lee et Yang (2019) cherchent à déterminer les interactions présentes entre la mémoire de travail et la perception du temps. D'abord, ils se rendent compte que les capacités de discrimination temporelle étaient plus faibles chez les enfants TDA/H que chez les sujets témoins. Néanmoins, le résultat de leur analyse met l'accent sur l'association prégnante entre la perception du temps et la mémoire de travail.

A ce jour, le débat est de savoir si ces deux processus sont déficitaires indépendamment l'un de l'autre au sein du TDA/H, ou si le déficit en mémoire de travail entraîne le déficit de perception temporelle.

3) Rôle du méthylphénidate

Pour la prise en charge du TDA/H, il est conseillé d'allier aux pratiques rééducatives un traitement médicamenteux, afin que l'enfant pris en soin puisse être plus disponible pour se mettre au travail.

La médication chez le TDA/H s'effectue par le biais d'une molécule appelée le méthylphénidate. Cette molécule agit sur la recapture de la dopamine et de la noradrénaline.

Le méthylphénidate est un psychostimulant qui montre un effet au niveau moteur, cognitif et affectif (Konrad et al., 2004). Ainsi, il permet d'augmenter les capacités attentionnelles et de motricité fine, ainsi que de diminuer l'hyperactivité, l'impulsivité et l'agressivité (Handen et al., 1992). Le méthylphénidate permet également d'améliorer le fonctionnement cognitif d'un individu (Coghill et al., 2014). Cela permet à l'enfant sous traitement de mieux adapter ses stratégies cognitives lors d'une prise en charge, ou dans ses activités de la vie quotidienne. C'est une molécule qui a un effet immédiat et qui permet donc de diminuer significativement la symptomatologie du TDA/H.

Des études ont été menées afin d'observer l'impact que le méthylphénidate peut avoir sur les capacités de timing d'un individu.

Toplak et Tannock, dans une méta-analyse effectuée en 2006, rapportent qu'il n'y aurait pas de rapport direct entre la médication via le méthylphénidate et l'amélioration des capacités temporelles. Aucun effet sur une tâche de timing ne serait remarqué chez les sujets sous traitement au méthylphénidate. Ceci serait vrai quelle que soit la tâche de timing proposée, que cela concerne le timing implicite ou le timing explicite.

Cependant, un lien indirect existe entre le timing et le méthylphénidate. En effet, cette molécule réduit la symptomatologie du TDA/H. Nous avons vu qu'il est possible que cette symptomatologie puisse engendrer des déficits de timing, ou bien que ces déficits puissent faire aussi partie intégrante de la symptomatologie.

Si nous considérons la première hypothèse, la réduction de l'impulsivité et de l'hyperactivité par le biais de la médication avec le méthylphénidate permettrait alors d'améliorer les capacités en timing de façon indirecte, et notamment au niveau des tâches de production temporelle et d'anticipation (Toplak et Tannock, 2006).

Dans la deuxième hypothèse, les déficits en discrimination temporelle considérés alors comme « purs » dans le TDA/H, pourraient être diminués avec la médication par le biais du méthylphénidate (Smith et al., 2013 ; Rubia et al., 2014 in Marx, 2017).

CONCLUSION

Dans cette partie théorique, nous avons tout d'abord discuté du timing, de sa définition, des classifications actuelles, des différents modèles explicatifs des processus temporels ainsi que de leur ontogenèse. Puis nous avons abordé le Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité, afin d'en comprendre la symptomatologie, très variable selon les patients affectés. Nous avons aussi pu voir comment s'effectue le diagnostic de ce trouble, et les différents modèles théoriques avancés par différents auteurs pour tenter d'en expliquer la symptomatologie.

Enfin, nous avons vu que les données de la littérature scientifique avancent qu'un déficit de timing est très probablement présent au sein du TDA/H. Ce déficit pourrait alors faire partie intégrante des modèles les plus récents en ce qui concerne ce trouble. Le timing représente une question fondamentale dans l'explication du TDA/H, et peut majorer la triade symptomatique inattention-hyperactivité-impulsivité.

Les psychomotriciens sont des professionnels occupant une place primordiale au sein de la prise en charge des enfants présentant un TDA/H. Ils interviennent pour améliorer les capacités de contrôle moteur et verbal du patient, mais aussi les capacités cognitives altérées.

Les processus temporels peuvent alors se retrouver au centre d'une prise en charge auprès d'un enfant TDA/H, puisqu'ils apparaissent comme un élément central de la symptomatologie de ce trouble.

Sa qualité d'écriture est déficitaire, il écrit très gros pour sa classe. De plus, son écriture manque de lisibilité, certaines lettres sont déformées. Il peut également oublier des lettres, et effectuer des inversions dans les mots.

Concernant son occupation de l'espace de la feuille, Léo commence par écrire la première phrase beaucoup trop grosse, elle ne rentre pas entièrement dans la feuille. De plus, les lignes ne sont pas droites.

Il copie le modèle par trigrammes ou par mots courts, il peut se dicter les lettres parfois. Il effectue beaucoup d'aller-retours entre sa feuille et le modèle.

Son tracé est très hypertonique avec une prise du stylo quadripodique. Léo ne se plaint pas de douleur particulière.

Lorsque cet exercice lui est proposé, Léo râle et anticipe le fait qu'il va faire beaucoup de fautes. Il répète qu'il n'aime pas écrire plusieurs fois durant l'exercice.

- *Précision visuo-motrice NEPSY II :*

Temps	129	NE = 9
Erreurs	14	RP = 26-50
Levers de crayon	25	RP = 2-5

Léo présente un tracé hypertonique et très irrégulier, saccadé. On note des levers de crayon à chaque changement de direction. Il change constamment la position de sa feuille, il lui est impossible de la garder droite durant tout l'exercice.

Malgré l'absence de résultats chiffrés déficitaires, on observe que Léo va trop vite pour être précis, il est compliqué pour lui de ralentir.

Au niveau visuo-constructif :

- *Figure de Rey :*

Copie	Score brut = 27 soit centile 60
Mémoire	Score brut = 23,5 soit centile 75

Léo ne présente pas de difficultés concernant ses capacités visuo-constructives.

Néanmoins, son tracé présente des imperfections avec de nombreux écarts et/ou dépassements, souvent il va plus loin que l'endroit où il devrait s'arrêter. Nous pouvons donc relever un manque d'attention portée au contrôle de son geste graphique.

Au niveau visuo-spatial :

- *Flèches NEPSY II :*

Score brut = 20	NE = 8
-----------------	--------

Lors de cette épreuve, on note une certaine impulsivité chez Léo, qui se précipite pour donner une réponse. Son attention est très variable durant cette épreuve, il ne prend pas le temps de regarder toutes les possibilités. Il tente parfois de suivre avec le doigt le parcours des flèches vers la cible, alors que cela n'est pas permis. Il se montre très distrait lors de cet exercice, il faut souvent le recentrer sur la tâche en cours.

Pour autant, son score global est correct, mettant en évidence des compétences de perception visuo-spatiale globalement correctes.

Au niveau temporel :

- *Questionnaire des notions temporelles :*

<i>Localisation dans le temps</i>	7/10 Décile 4	Léo ne connaît pas toutes les saisons, ni leur ordre. Il ne connaît pas non plus la date de son anniversaire, ni la date de Noël. Il connaît les jours de la semaine grâce à une comptine de l'école.
<i>Notion d'âge</i>	4/6 Décile 5-7	Il connaît son âge, l'année dernière et l'année prochaine. Pour savoir quand une personne est grande, il situe par rapport à son père (il dit « environ 30 ans »)
<i>Appréciation objective</i>	2/7 Décile 3-5	Léo sait qu'il y a 7 jours dans la semaine. Mais il ne sait pas : le nombre de jours ou de mois par an, le nombre d'années par siècle, ni ce qu'est un siècle, ni le nombre de minutes par heure.

Les acquisitions des notions temporelles sont en cours. Cependant, on peut noter un léger retard par rapport aux enfants du même âge.

Au niveau attentionnel :

- *Test des 2 barrages (attention soutenue) :*

Omissions	10
Additions	0
Nombre de signes examinés	1000
Temps (secondes)	646
Vitesse	88.24 soit 0,37ESIQ
Inexactitude	8.26 soit -0,96ESIQ

Léo fait de nombreuses pauses durant cette épreuve, il dit trouver cet exercice trop compliqué. Il se montre très distrait par les bruits extérieurs, il a sans cesse besoin d'être recentré sur la tâche en cours. Il nécessite beaucoup d'encouragements pour arriver au bout du premier barrage. Son balayage visuel est totalement désorganisé : malgré la consigne, il explore dans tous les sens, ne suit pas les lignes, part du bas.

Le deuxième barrage n'est pas administré, Léo n'est plus du tout en capacité d'effectuer un exercice de ce type.

- *Attention visuelle NEPSY I :*

<i>Chats</i>	Vitesse : 37" soit 0,75DS	Omissions : 0 soit 0,59DS	Fausse alarmes : 0 soit 0,18DS
<i>Visages</i>	Vitesse : 150 soit -0,05DS	Omissions : 10 soit -2,01DS	Fausse alarmes : 12 soit -1,35DS

Cette épreuve montre l'attention fragile de Léo ainsi que sa fatigabilité (résultats chutés lors du 2^{ème} barrage). Il en a très rapidement marre et il le montre en râlant.

Lors du deuxième barrage, il n'explore pas le centre de la feuille. Il fait de nombreuses erreurs, dont la majorité qu'il tente de corriger spontanément. Il se montre très impulsif.

Au niveau de l'impulsivité :

- *Laby 5-12 :*

<i>Indice général d'erreur</i>	Score brut : 4.08 soit 0,52DS
<i>Indice d'aversion du délai</i>	Score brut : 1.33 soit 0,43DS
<i>Indice d'inhibition</i>	Score brut : 1.01 soit 0,43DS
<i>Temps total</i>	Score brut : 587" soit -0,11DS
<i>Lignes coupées</i>	Score brut : 13 soit -0,45DS

<i>Mauvaises directions</i>	Score brut : 17 soit -0,07DS
<i>Distance en plus</i>	Score brut : 99 soit 0,29DS

Léo réussit bien cet exercice dans l'ensemble. Il ne montre pas d'impulsivité motrice, il peut réfléchir avant de tracer un trajet. Cependant, il se décourage très facilement et peut aller jusqu'à pleurer lors d'un échec à un des items. Léo ne présente pas de défaut d'inhibition.

Au niveau de la flexibilité mentale :

- *Mondes contraires de la Tea-Ch :*

<i>Mondes endroits</i>	Score brut : 38 soit pourcentage cumulé = 20
<i>Mondes envers</i>	Score brut : 43 soit pourcentage cumulé = 35

On retrouve une certaine impulsivité lors de cette épreuve chez Léo, au vu du nombre d'erreurs qu'il corrige spontanément. Léo peut faire preuve de flexibilité mentale.

Au niveau des capacités motrices :

- *M-ABC II :*

<i>Dextérité manuelle</i> DM1 : placer les chevilles = 8 DM2 : enfiler le lacet = 5 DM3 : suivre le trajet = 1	Score brut = 14 soit RP < 5
<i>Viser et attraper</i> VA1 : attraper à deux mains = 8 VA2 : lancer le sac lesté sur le tapis = 12	Score brut = 20 soit RP = 50
<i>Equilibre</i> EQ1 : se tenir en équilibre sur une planche = 10 EQ2 : marche talon-pointe en avant = 5 EQ3 : sauter à cloche-pied sur les tapis = 10	Score brut = 25 soit RP = 16
TOTAL	Score brut = 59 soit RP = 5

Lors des épreuves de *dextérité manuelle*, on remarque que Léo a tendance à se précipiter, surtout lorsqu'il sait que l'exercice est chronométré. De ce fait, sa précision en est impactée. Les mouvements fins (doigts, main, poignet) ne sont pas très dissociés. Son organisation est assez chaotique. Il peut changer de main pendant un essai. Lors de l'exercice de graphomotricité, il a besoin de beaucoup d'encouragements pour faire ce

II - EVALUATION AVANT LE PROTOCOLE

Afin de déterminer le profil de Léo concernant ses capacités en termes de timing, ainsi que ses besoins afin d'imaginer la prise en charge que j'envisage de lui proposer, je lui ai fait passer différents tests.

Tout d'abord je veux déterminer ses connaissances objectives concernant le temps, grâce à un questionnaire que j'expliquerai ultérieurement. Ces connaissances objectives me semblent importantes à connaître, car elles me donnent un aperçu du niveau de Léo concernant son développement des processus temporels.

Ensuite, comme nous l'avons vu, les enfants TDA/H présentent un tempo moteur spontané plus rapide que les sujets sains (cf.III-1.2). Je voulais alors me rendre compte du tempo moteur spontané de Léo, afin d'observer si celui-ci pouvait être ralenti par mon protocole de prise en charge. Cette composante du timing chez Léo me semble importante à quantifier car la plainte actuelle de la famille et de l'école réside dans le fait qu'il a tendance à faire les choses trop vite, à se précipiter ou à se débarrasser des tâches coûteuses.

De plus, il me semble intéressant de connaître les capacités de Léo en ce qui concerne la discrimination temporelle, afin de déterminer cliniquement le seuil qui permet à Léo de faire la différence entre deux stimuli de quelques millisecondes d'écart. Ainsi, je peux observer la précision de sa perception du temps.

1) Questionnaires des notions temporelles (H. BATTEUX, 2013)

Ce questionnaire est élaboré par Hélène BATTEUX, orthophoniste D.E. Il permet d'évaluer les notions temporelles acquises par un enfant. L'étalonnage s'est fait auprès d'enfants scolarisés en milieu ordinaire en CE1, CE2, CM1 ou CM2. Les enfants présentant une déficience auditive ou visuelle grave, une déficience intellectuelle, ou un trouble psychiatrique ou trouble envahissant du développement ont été exclus de l'étalonnage.

La passation du questionnaire se fait oralement, durant environ 20 minutes.

Plusieurs subtests sont présents pour évaluer différents composantes du temps, qui s'appuient sur les expériences personnelles de l'enfant dans le but de cerner son ressenti et sa manière d'exprimer le temps qui passe.

Ce questionnaire comporte 26 questions concernant le temps. Ces questions sont regroupées dans différents subtests que nous allons développer :

- *localisation dans le temps* (10 questions) : ce subtest permet d'observer comment l'enfant se situe dans le temps présent, en rapport avec l'acquisition du vocabulaire temporel.
- *ordre et succession* (8 questions) : ce subtest permet de regarder l'acquisition des séries automatiques (mois, saisons, etc) ainsi que le rythme journalier à travers des étapes clés.
- *notion d'âge* (6 questions) : ce subtest permet d'analyser la connaissance des notions d'âge, et de la capacité à pouvoir les manipuler mentalement.
- *appréciation de durée* (13 questions) : ce subtest permet de voir les capacités d'appréciation de durée et de raisonnement de façon immédiate.
- *reproduction de rythmes* (1 épreuve) : ce subtest permet d'analyser la mémoire auditive et la discrimination auditive lors de reproduction de rythmes auditifs.
- *acquisitions objectives* (7 questions) : ce subtest vise à apprécier les connaissances objectives d'un enfant concernant le temps.
- *sentiment du temps* (5 questions) : ce subtest nécessite le sentiment subjectif d'un enfant face à la notion de temps.

Je fais passer ce questionnaire à Léo sur 2 séances en décembre 2019, car ses capacités attentionnelles et sa fatigabilité ne permettent pas de le faire en une seule fois.

Ses résultats sont les suivants :

Nom de l'item	Note brute	Médiane	Décile
<i>Localisation dans le temps</i>	7/10	8.5	1 ^{er} décile
<i>Ordre et succession</i>	13/17	13.5	4 ^{ème} décile
<i>Notion d'âge</i>	5/6	5	5 ^{ème} -8 ^{ème} décile
<i>Appréciation de durée</i>	3/13	8	1 ^{er} décile
<i>Reproduction de rythmes</i>	27/42	34	2 ^{ème} décile
<i>Acquisitions objectives</i>	4/7	6	2 ^{ème} décile
<i>Sentiment du temps</i>	4/5	3	8 ^{ème} -9 ^{ème} décile
Note totale	63/100	79	1^{er} décile

Léo présente des retards d'acquisitions au niveau de la compréhension du vocabulaire temporel et de la manière dont il se situe dans le temps présents à travers les repères temporels (*localisation dans le temps*). De plus, il est aussi mis en évidence un

retard de capacités de raisonnement et d'appréciation d'une durée relative à une expérience vécue par l'enfant, ainsi que des connaissances objectives sur le temps et la vitesse (*appréciation de la durée*). Ensuite, on remarque des difficultés chez Léo concernant sa mémoire auditive non verbale et sa discrimination auditive (*reproduction de rythmes*). Enfin, Léo présente aussi des difficultés concernant sa culture générale à propos du temps, qui vient généralement de l'école (*acquisitions objectives*).

2) Test de Stambak

Mira Stambak propose une batterie de tests pour analyser les difficultés de la structuration temporelle et les capacités rythmiques.

Or, nous savons que les sujets TDA/H présentent un tempo moteur plus rapide que la norme, ainsi qu'une plus grande variabilité dans leur réponse motrice (cf. III-1.2). Ainsi, je souhaite me rendre compte au travers de ce test du tempo moteur spontané de Léo, afin d'analyser sa façon de faire lors d'activités motrices que je pourrai lui proposer. Je désire également observer les capacités de Léo concernant les reproductions rythmiques, afin d'adapter mon protocole à ses besoins.

Ce test présente 3 épreuves différentes, que j'ai administré à Léo en janvier 2020 :

- **Tempo spontané :**

Après avoir donné un crayon à Léo, je lui demande de frapper des petits coups sur la table spontanément. Au bout de 5 frappes, je déclenche le chronomètre, et je l'arrête après 21 frappes.

Cette épreuve est ensuite redemandée à la fin de la passation du test.

- **Reproduction de structures rythmiques :**

Toujours avec le même crayon, je demande à Léo de reproduire la structure rythmique que je lui propose de manière auditive. En effet, ma main tenant mon crayon est cachée derrière un classeur, et Léo ne peut donc qu'entendre la structure réalisée.

- **Compréhension du symbolisme des structures rythmiques et reproduction :**

Pour la compréhension du symbolisme, je montre à Léo la feuille de passation du test. Je lui demande d'abord ce qu'il comprend de ces symboles. Puis, il doit reproduire la première structure rythmique qu'il voit sur la feuille avec son crayon.

Pour la reproduction, Léo doit reproduire les 12 premières structures, qu'il garde sans cesse à sa vue.

Les résultats de Léo lors de ce test sont les suivants :

Nom de l'item	Note brute	Médiane/%
<i>Tempo spontané</i>	5,28 secondes soit intervalles = 25 c.s.	Méd : 83 c.s.
<i>Reproduction de structures rythmiques</i>	8 échecs	Méd : 3
<i>Compréhension du symbolisme</i>	Sans explication : non	72% oui
	Avec explication : oui	28% oui
	Reproduction (*) : - pas de respect des temps longs/courts - respect du nombre de coups	72% reproduction correcte
<i>Tempo spontané</i>	5,13 secondes soit intervalles = 24 c.s.	Méd : 45 c.s.

(*) : reproduction correcte si respect des temps longs et courts + respect du nombre de coups.

c. s. = centièmes de secondes.

Durant toute cette épreuve, Léo se montre intéressé mais en difficulté.

En effet, lors de l'épreuve de tempo spontané, Léo se montre très impulsif. Il me prend le crayon des mains, alors que je n'ai pas fini de lui donner la consigne. Lorsque je lui donne la consigne, il regarde un peu partout et s'agite sur sa chaise. Il se met ainsi à taper son crayon sur le bureau de manière très anarchique, désorganisée : il peut se distraire sur une très courte durée, et lorsqu'il s'en rend compte, accélère, comme pour rattraper le temps perdu.

Son résultat m'indique qu'il frappe très rapidement de façon spontanée, ainsi les intervalles de tapping de Léo sont très rapprochés (25 centièmes de secondes en moyenne). La médiane des intervalles tapés par les enfants de son âge est de 83 centièmes de secondes. Selon l'étalonnage, sur 25 enfants de 9 ans évalués, aucun ne présentaient d'intervalles équivalents à 25 centièmes de secondes.

Lors des épreuves de reproduction de structures rythmiques, il cherche constamment à savoir s'il fait correctement ce qui est demandé, il est très anxieux face à un potentiel échec. Je suis alors obligée d'adapter un peu la consigne, en lui disant qu'il me gagne dans le jeu s'il reproduit exactement l'enchaînement que je lui fais écouter. S'il est trop éloigné, alors je lui dis que c'est moi qui gagne.

A partir de cette adaptation, Léo se montre très motivé et volontaire pour faire les items les uns après les autres. Ainsi, l'aspect motivationnel permet à Léo de se concentrer sur la tâche en cours. Sans cette adaptation de consigne, il abandonne dès la première difficulté. Néanmoins, sa fatigabilité se fait ressentir lors des 6 derniers items (qui sont aussi les plus longs et complexes).

Lors des épreuves de compréhension du symbolisme, Léo est totalement distrait. Il bouge beaucoup sur sa chaise, se lève trois fois pendant la consigne. Une personne extérieure apparaît plusieurs fois par la fenêtre, et il est très difficile de le recentrer sur l'exercice en cours. Cependant, lorsqu'il arrive enfin à se reconcentrer, il se montre intéressé par ce que je lui demande. Lorsque je lui donne l'explication du symbolisme, qu'il ne comprend pas de lui-même, il paraît ébahi devant la feuille.

Concernant la reproduction du symbolisme, il respecte parfaitement le nombre de coups indiqués sur la feuille. Par contre, malgré mes explications, il ne respecte pas les différents temps imposés (long et court), bien qu'il soit plus concentré que d'habitude lors de cette tâche.

Enfin, lors de la deuxième épreuve de tempo spontané, il ne tient plus en place. Les situations de bilans sont complexes pour lui, cela le rend très anxieux. Alors, il lui tarde que l'exercice soit fini. Je lui précise que c'est bientôt la fin, et il commence déjà à se lever de sa chaise. Il est très compliqué de le faire assoir durant le temps de cette dernière épreuve. Cependant, il effectue cette tâche de tapping un peu moins rapidement que lors de la première passation : ses intervalles sont de 24 centièmes de secondes, et la médiane des enfants de son âge se situe à 45 centièmes de secondes.

Concernant la régularité de son tempo, elle est toujours aussi anarchique que lors de la première passation : Léo n'est pas du tout régulier, et peut passer de 2-3 frappes par secondes, à une dizaine dans le même temps.

3) Tâche de discrimination temporelle

Comme nous l'avons vu dans la partie théorique (cf. III-1.1), les capacités de discrimination temporelle des enfants TDA/H sont souvent altérées. En effet, lorsque l'on demande à un enfant TDA/H de discriminer la différence entre deux stimuli et d'indiquer lequel est le plus long et lequel est le plus court, les erreurs sont nombreuses.

Leur seuil de discrimination étant plus élevé que la norme, la différence de temps entre les deux stimuli doit être plus importante que celle que peuvent discriminer les sujets sains.

De ce fait, pour évaluer les capacités de discrimination temporelle de Léo, j'ai construit un outil constitué de stimuli auditifs, avec vingt items de deux sons consécutifs chacun : un son long et un son court, présenté de façon variable. J'ai choisi la modalité auditive car les sujets TDA/H montrent de meilleurs résultats en modalité auditive qu'en modalité visuelle (cf. III-1.1). En termes de durée, les sons proposés vont de 0,3 millisecondes à 1,5 milliseconde.

Concernant la passation de cette épreuve, j'ai administré ce test à Léo en décembre 2019. Les items sont présentés auditivement à Léo, grâce à des enregistrements audio présents sur mon ordinateur.

Je présente donc un item (un son long + un son court) à Léo. Entre chaque item, je demande à Léo lequel il perçoit être le plus long, et il doit me répondre verbalement. Je note sa réponse sur un fichier Excel.

Sur certains items, qui s'avèrent être les plus subtils (entre 0,1 et 0,2 millisecondes de différence), Léo me demande d'écouter une deuxième fois l'item en question. Je lui permets cette deuxième écoute, en lui précisant de bien se concentrer à chaque fois.

Concernant ses résultats, il arrive à percevoir la différence entre le son long et le court 11 fois, sur un total de 20 items proposés. Les résultats sont explicités dans le tableau ci-dessous (Figure 7).

Item	Son long	Son court	Réponse enfant	COTATION	Différence
1	2	1	2	1	6ms
2	1	2	1	1	5ms
3	2	1	2	1	3ms
4	2	1	2	1	3ms
5	1	2	2	0	2ms
6	2	1	1	0	2ms
7	1	2	2	0	2ms
8	2	1	1	0	2ms
9	1	2	1	1	4ms
10	2	1	2	1	3ms
11	2	1	1	0	1ms
12	2	1	1	0	1ms
13	1	2	2	0	2ms
14	2	1	2	1	3ms
15	2	1	1	0	1ms
16	2	1	2	1	2ms
17	2	1	2	1	2ms
18	1	2	1	1	2ms
19	1	2	1	1	3ms
20	1	2	2	0	1ms
TOTAL :				11	

Figure 7. Tableau des résultats au test des capacités de discrimination temporelle auditive.

III - PROTOCOLE DE PRISE EN CHARGE

Cette prise en charge des capacités de timing me paraît évidente lorsque je rencontre Léo en début d'année. En effet, la plainte de la famille réside dans l'hyperactivité et l'impulsivité de Léo : ses parents et l'école disent de lui qu'il a tendance à se précipiter, à faire les choses trop vite. De plus, on dit également qu'il peut souvent se débarrasser de tâches qui lui sont trop coûteuses.

Lorsque je lis et analyse le bilan psychomoteur de Léo, je remarque malgré les résultats paracliniques, que son impulsivité et son aversion au délai, ainsi que son inattention prédominante, le pénalisent fortement dans ses activités et ses résultats. C'est également le constat que fait l'école concernant ses apprentissages scolaires, qui sont altérés par le comportement hyperactif et agité de Léo.

1) Projet de prise en charge

Je choisis d'effectuer ma prise en charge sur deux axes principaux : l'estimation temporelle et la synchronisation sensori-motrice. Ma prise en charge est donc spécifiquement basée sur le timing explicite, avec un exercice travaillant le versant perceptif, et un exercice travaillant le versant moteur (cf. I-2).

Mon hypothèse de départ était de savoir si la prise en charge autour des processus temporels peut permettre d'améliorer les capacités de timing de Léo, et ainsi d'atténuer sa symptomatologie au quotidien. Il s'agit de diminuer son agitation motrice et de réduire son impulsivité et son inattention.

Les séances de prise en charge au CMP s'effectuent sur trente minutes. Pour ne pas consacrer les séances de prise en charge de Léo uniquement aux processus temporels, il a été décidé d'effectuer mon protocole durant 15 minutes, soit la moitié de la séance.

1.1. Estimation verbale

J'ai tout d'abord envisagé un exercice de timing mettant en jeu l'estimation temporelle chez Léo, à la suite de la lecture d'un article de Puyjarinet, Bégel & Dalla-Bella (2017a). Cet exercice représente 5 minutes de mon protocole.

Pour cela, j'ai choisi une activité de coloriage. Le choix de cette activité s'est fait selon deux critères : tout d'abord, Léo aime beaucoup ce genre d'activité graphique, il adhère facilement aux coloriages. De plus, c'est un enfant avec une très basse estime de lui-même, qui peut fondre en larmes devant la moindre difficulté. Ainsi, en choisissant une activité qu'il aime et pour laquelle il est doué, l'aspect motivationnel est respecté avec une valorisation de sa confiance en lui. De plus, pour qu'il puisse estimer plus facilement le temps dont il avait besoin pour finir une activité, j'ai cherché une activité avec une fin et un but bien définis. Le coloriage avec les contours me semble alors judicieux pour que Léo perçoive, dès que je lui présente le dessin, la finalité de l'activité qu'il va devoir effectuer. Alors, il pourra analyser les contours du dessin, et les espaces qu'il doit remplir de couleur, afin de le terminer. Le temps qu'il estimera sera alors en adéquation avec ce qu'il prévoit de faire.

Concernant le déroulement précis de cette activité, en début de séance, je montre le coloriage à Léo, et je lui demande combien de temps il estime avoir besoin pour terminer ce coloriage. Je note le temps qu'il exprime verbalement, et je lance le chronomètre en même temps qu'il commence son activité.

Dès que son coloriage est terminé, j'arrête le chronomètre. Avec lui, je regarde sur le chronomètre le temps qu'il a réellement mis et on le note ensemble, puis on compare avec le temps qu'il a estimé.

Une fois cette activité terminée, via Excel, en recueillant les deux temps (temps estimé et temps réel), j'ai créé deux courbes afin d'offrir à Léo un feedback visuel de la différence entre l'estimation du temps nécessaire pour cette activité et du temps effectivement mis.

Cet exercice de remédiation cognitive avec feedback visuel et sa répétition à chaque séance de prise en charge de mon protocole vise à permettre à Léo d'affiner ses capacités d'estimation verbale de séance en séance.

1.2. Synchronisation sensorimotrice

J'ai ensuite choisi d'axer ma prise en charge sur une composante plus rythmique et plus motrice. Pour imaginer cet exercice, je me suis inspirée d'un article de Puyjarinet et al. (2019). Entre huit et dix minutes de la séance sont consacrées à ce domaine de mon protocole.

Cet exercice de synchronisation sensorimotrice se base sur l'application « Pro Metronome », qui émet un signal audio de pulsations, dont l'unité de mesure est le battement par minute. Cette application permet aussi de pouvoir voir les pulsations émises par le métronome, et donne alors un feedback visuel lors de l'exercice proposé à Léo. Cette application permet également de modifier le tempo proposé à l'enfant en temps réel.

Lors des séances, j'explique à Léo le but de l'exercice : tout d'abord, je lui demande d'écouter le rythme imposé par le métronome et lui demande de se l'approprier. Pour cela, je lui propose de fermer les yeux, et de taper le pied sur le sol ou bien dans ses mains, lorsqu'il pense avoir intégré le tempo. Je lui demande alors de commencer l'activité lorsqu'il est synchronisé à ce tempo. Le temps d'appropriation du tempo diminue à chaque séance. Le type de déplacements ou de coordinations varie au fur et à mesure de l'avancée des séances. Il lui a été demandé successivement de marcher, d'effectuer un parcours fléché, de ramper puis de dribbler de manière synchronisée avec le tempo du métronome.

Enfin, je propose à Léo un feedback verbal et visuel ultérieur à l'exercice. Pour cela, je lui propose une frise chronologique dès la fin de son exercice sur laquelle il doit me montrer à quel moment il pense avoir été asynchrone avec le tempo auditif présenté. Pour que Léo comprenne bien la frise chronologique et ce à quoi elle correspond, je mets une barre de début et une barre de fin, en lui montrant dans la salle ce à quoi cela correspond : « le début correspond au moment où tu étais dans le cerceau, ici, et la fin de ton parcours correspond au moment où tu as passé la ligne d'arrivée, là », tout en pointant du doigt les endroits dont je parle. De même, lorsqu'il me dit ne pas savoir situer le changement de vitesse qu'il perçoit lorsqu'il marche, je rajoute des indicateurs sur la feuille, par exemple « ici tu vois, ça correspond au moment où tu tournes vers la flèche verte ». Grâce aux feedbacks visuels proposés par l'application Pro Metronome, je note sur mon téléphone les moments où je perçois que Léo accélère ou ralentit par rapport au rythme proposé. Une fois qu'il a complété sa frise, nous comparons la sienne et la mienne, et nous essayons ensemble de confronter ses erreurs de perception, en regardant ce que j'ai observé durant son parcours.

2) Evolution et adaptations

2.1 Estimation verbale

Après la première séance de mon protocole, j'ai modifié l'exercice proposé à Léo afin qu'il lui soit plus bénéfique.

En effet, malgré mes explications répétées, Léo a envisagé cet exercice comme un défi, un record à battre. Ainsi, il ne s'est pas appliqué comme il le fait habituellement lors des activités de coloriage. Il m'explique verbalement, lorsqu'il colorie, qu'il souhaite « battre le record ». Je lui demande alors quel record il veut battre, et il me dit qu'il « veut aller plus vite que le temps qu'il m'a dit au début ».

A la fin de cet exercice lors de la première séance, j'insiste à nouveau sur le fait que le but de l'exercice est de voir s'il estime un temps cohérent avant de faire son activité, et que l'on compare tous les deux si ce temps qu'il m'a dit, est proche ou non de celui qu'il a réellement mis. Je lui répète le fait que l'exercice ne consiste pas à aller plus ou moins vite que le temps qu'il m'exprime avant l'activité.

Néanmoins, je décide, en accord avec ma maître de stage, de modifier mon exercice et de l'axer sur du jugement rétrospectif (et non plus prospectif). Ces deux capacités sont conjointes, elles concernent toutes deux les capacités générales d'estimation verbale (cf. III-1.1).

Ainsi, j'ai tenté de m'adapter au comportement et aux particularités de Léo, qui peut s'effondrer lors d'un échec, et ne plus participer au reste de la séance.

L'exercice modifié consiste donc à effectuer pour Léo une estimation verbale rétrospective. Pour cela, je lui donne un coloriage en début de séance. Je lui demande de le colorier à son goût et comme il le souhaite.

Je déclenche le chronomètre, hors de la vue de Léo, dès qu'il attrape un crayon. Je l'arrête dès que Léo me tend son dessin, signe qu'il le considère comme terminé. Je lui demande combien de temps il pense avoir mis pour faire ce dessin, et le note sur un fichier Excel. Je note ensuite le temps qu'il a mis réellement.

Sur ce fichier Excel, j'ai créé un graphique qui permet de voir les différences entre le temps que Léo estime avoir mis, et le temps réellement mis durant le coloriage.

Séance après séance, je montre ces courbes à Léo, en lui expliquant à chaque fois ce que ce graphique signifie pour lui, en ce qui concerne ses capacités, et comment celles-ci évoluent. Au fur et à mesure de l'avancée des séances, je remarque que Léo est de plus en plus enthousiaste face à cette activité. Lorsque je lui présente le coloriage, et malgré mes tentatives pour canaliser son impulsivité, il me le prend souvent très rapidement des mains, et commence déjà à choisir ses feutres alors que je lui réexplique la consigne à chaque début de séance.

Une fois que le top départ est donné, il commence à colorier très rapidement. Je lui explique alors qu'il peut prendre son temps, qu'il peut également changer de couleurs à sa guise. Au fil des séances, il retrouve le rythme qu'il a normalement lors d'activités de coloriage : il arrive à canaliser son impulsivité lorsque je lui présente la feuille, il ne commence pas à colorier de façon anarchique dès que je donne le top départ, il s'applique et tente de ne pas dépasser, et change même de couleurs plusieurs fois lors des deux dernières séances.

Lors de cette activité, Léo a besoin de beaucoup de renforcements positifs. Il me montre sans cesse son travail en cours, vérifie que j'approuve son choix de couleur. Il tente de se rassurer en cherchant régulièrement mon regard.

En ce qui concerne l'évolution de la qualité de ses estimations, nous observons sur le graphique ci-dessous que Léo devient de plus en plus précis. En effet, les coloriages proposés ne sont jamais les mêmes. Ainsi, le temps total de cette activité graphique varie à chaque séance, selon la grosseur des espaces vides à remplir, les changements fréquents de couleur, etc.

De plus, lorsque je lui demande d'estimer le temps qu'il a mis pour colorier son modèle, je remarque qu'il prend le temps de réfléchir, qu'il tente de se remémorer ses gestes et d'analyser le temps que cela a pu lui prendre. Il paraît aussi moins impulsif lorsqu'il me donne sa réponse. Lors des premières séances, il répond de façon très spontanée, cela me paraît même être du hasard lors de la première séance. Au fur et à mesure de mon protocole, Léo semble avoir acquis le but de l'exercice, et tente d'être le plus précis possible dans ses estimations.

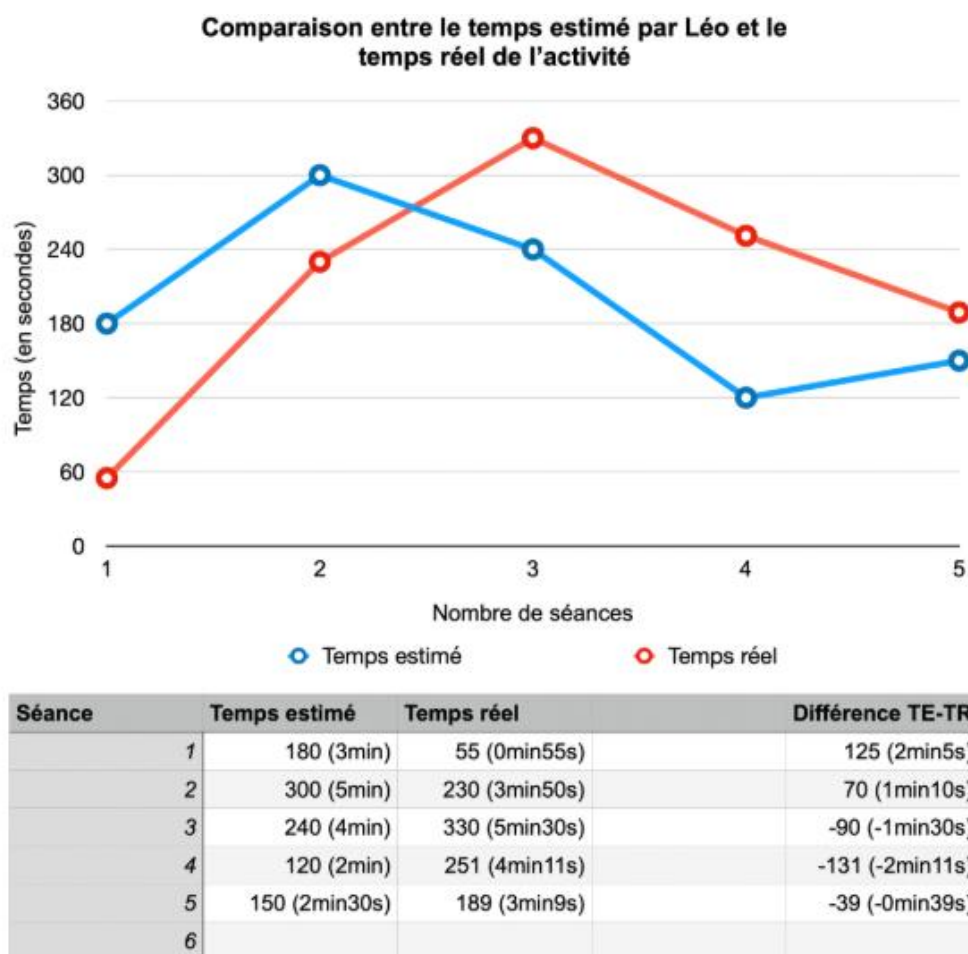


Figure 8. Graphique de comparaison entre le temps réel et le temps estimé par le patient.

J'ai donc créé un graphique sur le logiciel Excel afin de représenter l'évolution des capacités d'estimation verbale de Léo durant le protocole. Pour cela, je recueille à chaque séance le temps réel du coloriage, et le temps estimé par Léo, que j'insère dans un tableau Excel (voir Figure 8). De plus, j'affiche donc le graphique avec les deux courbes, une bleue qui représente le temps estimé par Léo, et une rouge qui représente le temps qu'il a effectivement mis pour terminer ce coloriage. Par soucis de clarté et de précision des courbes, les temps dans le tableau et le graphique sont tous exprimés en secondes. Néanmoins, Léo me les a exprimés pendant les séances en minutes.

Nous pouvons voir qu'il surestime d'abord le temps qu'il met pour effectuer cette activité. Cependant, rappelons que lors de la séance 1, Léo prend cette activité et ce temps qu'il estime avant de faire le coloriage comme un défi, un temps à battre. Cet aspect compétitif peut expliquer le temps assez rapide du premier coloriage (55 secondes).

A partir de la troisième séance, Léo se montre plus intéressé et moins rapide dans son activité : il fait attention à colorier sans dépasser, il change même de couleur durant son dessin. Il prend plus le temps que d'habitude pour faire le coloriage. Cela peut s'observer dans ses résultats, nous pouvons voir que le temps qu'il met lors de cette activité est plus conséquent qu'au début. Nous voyons également qu'à partir de la séance 3, il sous-estime le temps qu'il met. Malgré cette sous-estimation, nous voyons que les écarts entre les deux temps (temps réel et temps estimé) se réduit au fur et à mesure de l'avancée du protocole.

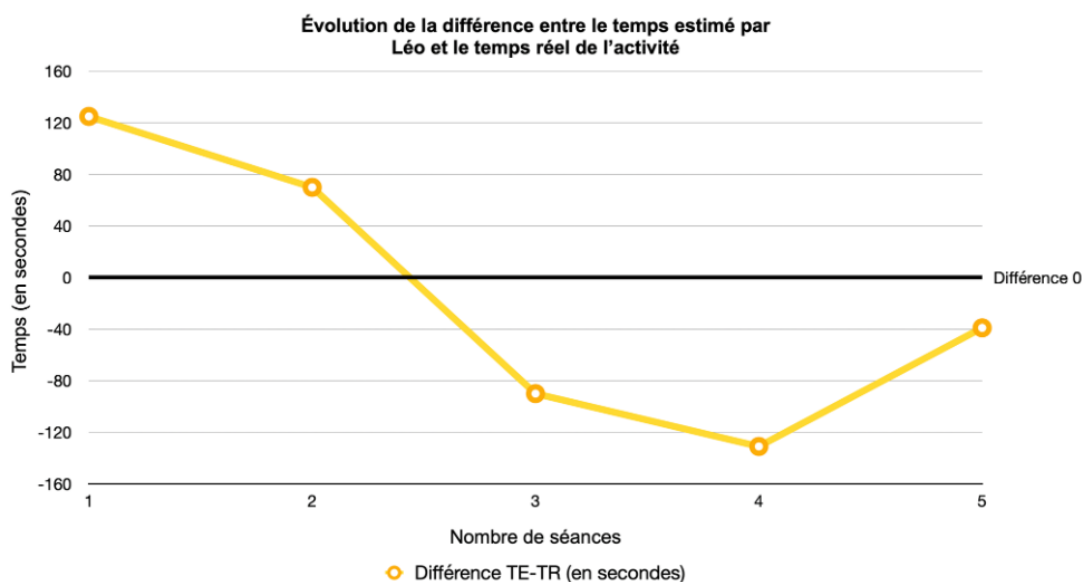


Figure 9. Représentation graphique de la différence entre le temps estimé par le patient et le temps réel de l'activité.

J'observe donc également lors du protocole la différence entre le temps estimé par Léo et le temps réel, afin d'observer sa progression.

Plus cette différence est éloignée de 0, plus nous pouvons considérer que l'estimation de Léo est éloignée de la réalité. Ainsi, nous pouvons voir qu'au fil des séances de prise en charge, le temps qu'il estime mettre pour colorier le modèle que je lui propose se rapproche progressivement du temps qu'il met réellement.

Au vu du fait que les coloriages proposés ne sont jamais les mêmes, et ne prennent donc jamais le même temps, nous pouvons supposer que Léo n'a pas pu apprendre le temps que dure un coloriage. Par contre, grâce à la répétition de cet exercice tout au long du protocole, ainsi que grâce au feedback offert à Léo par le biais des deux courbes à la fin de chaque exercice (cf. Figure 8), nous pouvons imaginer que Léo a acquis des capacités d'estimation temporelle verbale plus précises que celles qu'il possédait en décembre 2019.

2.2 Synchronisation sensorimotrice

Cet exercice de synchronisation sensorimotrice était conçu au départ de mon protocole pour évoluer au fil des séances.

Je prévois au départ six séances de protocole, et imagine donc des évolutions pour cet exercice de synchronisation sensorimotrice. En premier lieu, je pars de l'idée que Léo doit s'appropriier la tâche que je lui demande de faire, et également s'acclimater à la médiation que je lui propose, à savoir un tempo auditif.

Lors de chaque séance, avant de débiter cette activité de synchronisation sensorimotrice, je laisse à Léo un temps préalable afin qu'il puisse s'approprier le rythme que je lui présente. A partir de la troisième séance (lorsque ce n'est plus uniquement de la marche) et donc qu'il effectue les parcours deux fois, je prévois un changement de rythme entre les deux (qui varie entre 5 et 10 battements par minute).

Avant la première séance, je demande à Léo de marcher dans la salle, et le chronomètre durant une minute. Je compte son nombre de pas. En une minute, Léo effectue 107 pas.

De fait, je décide, pour ralentir son tempo spontané, afin de pallier à ses difficultés (se précipite, fait tout trop vite) de lui imposer un tempo de marche de 100 pas par minute, et au fur et à mesure, de diminuer à 90 pas par minute.

L'unité de mesure de l'application « Pro Metronome » est le battement par minute (bpm). Nous associons ici un battement à un pas. Ainsi, les deux tempi proposés à Léo sont 100 bpm et 90 bpm.

Ainsi, je prévois deux séances dites « d'adaptation », dans lesquelles je demande à Léo de marcher simplement dans la salle de motricité en rythme avec le métronome, durant deux minutes. En amont de cette consigne, j'explique à Léo qu'il va devoir se concentrer sur ses pas et sa synchronisation au métronome, car à la fin de cet exercice, je lui donne une frise chronologique imprimée dans le but de noter sa perception vis-à-vis de ses changements. Sur cette frise, je place avec Léo des repères spatiaux pour l'aider à se repérer et à se faire une représentation mentale du parcours en regardant la frise. Ainsi, je lui demande : « à ton avis, si on considère que cette flèche représente tout le temps que tu as marché, où est-ce que tu dirais que tu n'étais pas en rythme ? Où penses-tu avoir accéléré, ou bien ralenti ? Penses-tu que tu étais toujours en rythme avec le son que tu écoutais ? ». Les frises chronologiques remplies par Léo puis par moi-même sont présentes en annexes.

Lors de la première séance, je propose à Léo de marcher sur un tempo de 100 bpm. Il ne perçoit aucune variation concernant sa cadence. Je remplis alors avec lui la frise, par rapport à ce que j'ai noté grâce au feedback visuel donné par l'application. Je lui explique ce que j'ai observé et lui demande surtout s'il est d'accord avec moi.

Lors de la deuxième séance, le tempo proposé à Léo est de 90 bpm. Il comprend mieux ce que je lui demande et fait ainsi beaucoup plus attention à ce qu'il se passe lors de cet exercice de marche. Dès la fin de l'exercice, il m'explique avoir perçu un changement mais ne sait pas me dire quand, ni s'il a ralenti ou accéléré sa cadence.

Pour les séances suivantes, je décide de rajouter d'abord des indicateurs visuels lors de la séance n°3 : des flèches colorées qui permettent de lui donner une direction à suivre, et également qui permettent de maintenir son attention et de rendre l'exercice plus ludique. Le parcours se fait alors grâce à des flèches de différentes formes et de différentes couleurs que Léo doit suivre, qui lui indiquent la direction qu'il doit prendre dans la salle. La variété des couleurs, et l'ajout de ces indicateurs plaisent beaucoup à Léo. Dès que je lui montre le parcours, il devient impulsif et n'attend pas ma consigne pour débiter l'activité.

Je suis obligée de cacher le parcours de sa vue afin de pouvoir lui expliquer la consigne correctement, puis de le ramener dans la salle de psychomotricité. Il commence le parcours très rapidement mais se canalise et se synchronise au tempo qui résonne dans la salle. Je lui propose de faire ce parcours deux fois. Entre ces deux fois, je lui demande toujours s'il a perçu des variations de son tempo par rapport à celui du métronome lorsqu'il marchait. Nous remplissons la frise ensemble, confrontons nos points de vue, avant qu'il ne recommence une deuxième fois son parcours. Notons tout de même que cette séance intervient le 10 février 2020, soit durant les vacances scolaires. Léo me paraît alors être beaucoup plus disponible lors de la séance, et moins anxieux que d'habitude.

Lors de la quatrième séance, au vu de l'enthousiasme de Léo face au parcours présenté avec les flèches durant la séance précédente, je décide de garder cette médiation attractive pour lui, tout en ajoutant une coordination. En effet, à deux endroits du parcours proposé, j'installe des obstacles qu'il faudra franchir en rampant, tout en restant en rythme avec le métronome lorsqu'il se relève. Quand j'explique cette nouvelle consigne à Léo, sa réaction montre sa peur de l'échec : « Oh mais je ne vais jamais y arriver », « ça va être trop dur ». Je tente de le rassurer et montre moi-même une fois le parcours. Il l'effectue deux fois, comme la séance précédente, et nous remplissons la frise chronologique juste après chaque essai. Lors du deuxième parcours, Léo est totalement distrait et très agité, il n'est pas du tout disponible pour percevoir des éventuels changements de tempo, et cela se confirme lorsque nous remplissons la frise ensemble : il me dit n'avoir perçu aucune variation de tempo concernant sa cadence par rapport au métronome, alors que c'est lors de ce parcours qu'il en effectue le plus (trois fois).

Enfin, lors de la cinquième séance, je décide encore de laisser le parcours tel qu'il l'était lors de la séance précédente, avec les flèches de couleur indiquant la direction à suivre, ainsi que les deux obstacles demandant à Léo de ramper afin de les franchir. Je rajoute à ce parcours une coordination qui plaît beaucoup à Léo : le dribble. En effet, Léo a pu m'indiquer précédemment aimer le basket, faire des dribbles et marquer des paniers. Ainsi, toujours dans le but de rendre encore plus attractif le parcours, j'intègre peu à peu des coordinations qu'il aime, afin de conserver sa motivation et donc son attention sur la tâche demandée. L'effet est immédiat, Léo est impatient de commencer et son impulsivité est encore marquée : à peine il aperçoit le ballon, il se jette dessus afin de dribbler seul, et avant même que je lui donne la consigne. Après quelques secondes d'agitation, il se calme

et peut m'écouter. Je lui explique donc qu'il doit faire comme la séance dernière, à savoir suivre les flèches, et ramper sous les deux obstacles du parcours. J'introduis la nouvelle consigne. Il s'agit donc de dribbler avec le ballon à un moment précis du parcours, là où j'avais placé le ballon avant qu'il ne s'en empare. Il doit donc tenter d'effectuer les rebonds en rythme avec le métronome. Je lui explique qu'il peut marquer un temps d'arrêt entre le moment où il arrive devant le ballon et le moment où il commence à dribbler. Durant ce temps, je coupe le son du métronome afin qu'il puisse se préparer. En effet, j'estime que le temps de se pencher et d'attraper le ballon à deux mains peut être compliqué pour se synchroniser au métronome, et peut alors générer de l'anxiété chez Léo. Comme cela ne correspond pas aux coordinations que j'avais prévu (marcher, ramper, dribbler), je lui laisse donc ce temps pour attraper le ballon à la vitesse qu'il souhaite. Quand il est prêt, je remets le son du métronome et il effectue ses cinq dribbles ainsi que la suite du parcours. Ce jour encore, le parcours est effectué deux fois, avec successivement le remplissage de la frise chronologique par Léo et moi-même. Ses variations de tempo se font plus rares, mais également plus courtes lorsqu'elles apparaissent. Cependant lors du deuxième passage, Léo est plus distrait que pendant le premier, et me dit ne percevoir aucun changement, alors qu'il accélère après le dernier obstacle.

Compte tenu de la situation sanitaire actuelle, je n'ai pas pu mener à son terme le protocole de rééducation mis en place avec Léo, puisqu'il était prévu d'effectuer la dernière séance le 16 mars 2020. De ce fait, je n'ai pas non plus pu effectuer l'évaluation après mon protocole. La discussion portera alors sur l'évolution des performances de Léo sur les cinq premières séances qui lui ont été proposées, ainsi que sur les résultats hypothétiques escomptés grâce à la mise en place de ce protocole.

IV - DISCUSSION

Au vu de la situation sanitaire actuelle, le protocole n'a pas été mené à son terme. Dans cette discussion, nous allons donc reprendre l'évolution clinique observée au fil des séances pour Léo et analyser la cohérence des résultats partiels obtenus au regard des données de la littérature scientifique à ce sujet.

Tout d'abord, l'analyse des performances de Léo en timing explicite perceptif nous montre une amélioration progressive de ses capacités d'estimation verbale. Après avoir été en surestimation flagrante, puis en sous-estimation, Léo a montré de réelles capacités d'adaptation concernant ses estimations. Ainsi, la courbe de différence entre le temps estimé par Léo et le temps réellement mis pour finir l'activité tend peu à peu vers 0, ce qui signifie que la différence entre les deux temps était de moins en moins conséquente. Les performances de Léo en ce qui concerne l'estimation verbale paraissent cohérentes avec les résultats explicités dans la méta-analyse de Toplak et Tannock (2006, cf. III-1.1). Ils émettent l'hypothèse que le temps paraît plus long pour les sujets TDA/H, car les résultats d'une expérience ont montré que les estimations verbales d'une activité par un sujet TDA/H sont plus souvent supérieures à la durée réelle de celle-ci : ce qui était tout à fait le cas de Léo au départ. De par le travail mis en place, il a pris conscience de cette surestimation qu'il a ensuite essayé de moduler (de manière excessive d'abord, pour finalement être au plus près de la réalité.

Concernant les capacités de Léo en timing explicite moteur, les seuls résultats présentables correspondent à l'observation de ses capacités en synchronisation, et de sa perception de ses capacités. Pour cela, les frises chronologiques montrent l'état et l'évolution de ses capacités. Nous remarquons ainsi que Léo montre des capacités de synchronisation motrice qui peuvent être fragiles lorsque l'on diminue le tempo proposé : en effet, nous observons moins d'accélération ou de ralentissement lorsque le tempo du métronome est de 100 battements par minute (bpm) au regard d'un tempo à 90 bpm. Nous avons vu dans la partie théorique (cf. III-1.1) que les sujets TDA/H présentent des capacités de synchronisation sensori-motrice inférieures à la norme, avec une précision moindre par rapport aux sujets témoins, et notamment une tendance à aller plus vite que la moyenne. Alors, les performances de Léo lors de cet exercice rejoignent les données actuelles dans la littérature : lorsqu'il doit se synchroniser avec le son du métronome, il se montre capable de le faire, mais sur de très courtes durées (quelques secondes), et plutôt sur des tempos rapides. En effet, très souvent Léo a tendance à rester plus rapide que le son du métronome (cf. Annexes). Nous remarquons également que plus le tempo proposé est rapide, meilleures sont les performances de synchronisation de Léo. Nous pouvons faire l'hypothèse que, puisque les TDA/H ont un tempo moteur spontané plus rapide que la norme, alors ils ont du mal à se synchroniser à un tempo modéré, et ce d'autant plus que ce tempo est lent.

Au travers de ce protocole, j'espère que les capacités d'estimation temporelle de Léo deviennent plus précises. Ainsi, j'estime que si une généralisation est possible, alors Léo pourrait, notamment au niveau scolaire, améliorer ses performances lors d'activités proposées. Par exemple, l'école rapportait des difficultés récurrentes lorsqu'il s'agit de terminer un devoir à temps. Mais je n'ai pas pu récupérer d'informations relatives à cela du fait de la crise sanitaire.

Grâce au travail de synchronisation sensori-motrice, je vise à améliorer chez Léo son agitation motrice, son impulsivité et son hyperactivité. C'est en effet les plaintes récurrentes de son entourage qui affectent significativement ses activités de vie quotidienne. J'ai émis l'hypothèse qu'une prise en charge de ses capacités de timing pourrait éventuellement atténuer cette symptomatologie dans son quotidien. Ainsi, en l'incitant à ralentir petit à petit son tempo sur différentes coordinations, j'espère contenir toute cette agitation, cette rapidité à faire les choses.

Cette amélioration du comportement de Léo n'a pas pu être observée par le biais de résultats objectifs, puisque la réévaluation par un Connors dans ses deux lieux de vie n'a pas pu être effectuée.

Cependant, nous pouvons dire que Léo a montré, en fin de protocole, des signes d'amélioration concernant son impulsivité, mais cela s'est manifesté de façon très ponctuelle, et peu significative.

Au fur et à mesure de ce travail, je me suis rendue compte que plusieurs choses auraient pu être faites différemment. Tout d'abord, concernant la partie timing explicite perceptif avec l'exercice d'estimation temporelle, il aurait certainement été plus judicieux de proposer des activités différentes, plutôt que des coloriages à chacune des séances. Par exemple, j'aurais pu proposer à Léo d'effectuer un jugement rétrospectif sur une partie de jeu sur table (Uno, Salade de Cafards, etc), ou bien sur une activité plus scolaire tel que le fait d'écrire son prénom ou d'écrire la date. J'aurais pu également proposer à Léo d'installer le matériel nécessaire du parcours, à partir d'un plan par exemple, afin qu'il puisse s'appropriier plus facilement les paramètres spatiaux, et ensuite remplir la frise de façon plus simple. Ainsi, nous pouvons émettre l'hypothèse que la généralisation écologique de cette tâche aurait pu s'opérer plus facilement.

Ensuite, concernant la partie timing explicite moteur avec l'exercice de synchronisation sensorimotrice, j'offrais à Léo un feedback visuel en aval de l'activité grâce à des frises

chronologiques. Néanmoins, ce feedback aurait pu être plus efficace s'il avait été donné immédiatement après une modification du tempo pendant le parcours : par exemple, une des adaptations aurait pu être de taper dans les mains lorsqu'il effectuait une accélération par rapport au tempo du métronome, et de taper le pied sur le sol lorsqu'il effectuait un ralentissement, afin qu'il puisse se corriger instantanément. Ce feedback aurait aussi pu être donné via l'utilisation de la vidéo : Léo aurait alors eu un retour rétrospectif afin qu'il puisse se rendre compte lui-même de ses accélérations et/ou de ses ralentissements. De plus, il aurait également été intéressant, si le protocole avait pu être plus long dans le temps, de lui demander à terme de se synchroniser au tempo d'une musique, et non pas un tempo de métronome, pour augmenter la difficulté de l'exercice et envisager la généralisation. Aussi, j'aurais pu élaborer d'autres activités que des parcours moteurs pour demander à Léo de se synchroniser à un métronome. Par exemple, l'exercice aurait pu être de distribuer des cartes en se synchronisant au métronome.

Toutefois, ce protocole devait respecter certains objectifs, notamment celui d'être ludique pour le patient : de fait, j'ai tenté de créer les deux activités selon ses centres d'intérêts (coloriage), et ai rajouté des éléments qu'il me disait aimer lors des séances précédentes (le dribble) et des indicateurs attrayants (flèches colorées). Toutes ces adaptations ont permis de maintenir sa motivation, voire de l'augmenter, au fil des séances.

Ainsi, ce protocole a permis à Léo de prendre conscience de ce qu'est le temps, et de pouvoir intégrer cette notion à sa problématique actuelle. L'arrêt prématuré de mon protocole ne m'a pas permis d'évaluer les répercussions de cette prise en charge sur sa symptomatologie au quotidien (maison et école), à savoir l'agitation, l'impulsivité, l'hyperactivité et l'inattention, via le questionnaire du Conners qui avait été administré avant le début de mon protocole ; ni de pouvoir objectiver les effets du travail proposé grâce à une réévaluation sur les épreuves de rythme de Stambak, sur le questionnaire des notions temporelles et sur la discrimination temporelle.

Néanmoins, les observations cliniques en séances de psychomotricité montrent une légère amélioration de Léo en termes de processus temporels, notamment au niveau de l'estimation verbale de la durée.

CONCLUSION

Le timing détient une place primordiale dans la vie quotidienne d'un individu. Ces capacités sont essentielles à la bonne compréhension du monde lors du développement d'un individu.

Aujourd'hui, les auteurs et les données de la littérature scientifique s'accordent pour dire que le timing présente un axe fondamental dans la prise en charge des troubles psychomoteurs. Notamment, cette notion a pris une place à part entière dans les questionnements des auteurs en ce qui concerne la symptomatologie du Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité.

La question du timing paraît alors essentielle pour le psychomotricien, qui est un des acteurs principal de la prise en charge du TDA/H. En effet, il est désormais admis que le déficit de timing fait partie intégrante de la symptomatologie du TDA/H. De même, les fonctions cognitives (dont certaines comme l'attention et la mémoire de travail sont atteintes dans le cadre d'un TDA/H) pourraient être liées au bon développement des processus temporels. C'est ainsi que j'ai proposé un protocole de rééducation portant sur le timing explicite à un enfant atteint d'un TDA/H.

Ce protocole rééducatif proposé vise à réduire les symptômes d'impulsivité, d'agitation et d'inattention chez ce patient, grâce à des exercices d'estimation temporelle et de synchronisation motrice. Les données récoltées à l'issue de ce protocole paraissent encourageantes, mais insuffisantes car non objectivées et peu généralisables.

Il serait alors intéressant de mesurer l'effet d'un tel protocole auprès de plusieurs enfants TDA/H, sur une dizaine de séances, avec des activités variables pour mieux mesurer la généralisation des acquis dans la vie quotidienne des patients. Pour cela, il sera nécessaire de comparer les résultats des enfants TDA/H bénéficiant du protocole, auprès d'un groupe d'enfants également TDA/H, mais ne bénéficiant pas de cette prise en charge. Grâce à une évaluation pré-test et post-test basée sur les fonctions cognitives attentionnelles et mnésiques ainsi que sur les capacités de timing, il serait alors possible d'apporter des données supplémentaires dans l'optique des hypothèses de Smith et al. en 2002. Ces auteurs se demandent si les déficits de timing retrouvés dans le TDA/H sont une conséquence des déficits attentionnels et exécutifs, ou s'ils correspondent à une partie à

part entière de la symptomatologie (déficits de timing « pur »). Dans ce protocole, il conviendrait alors de mettre en place des tâches d'estimation temporelle et/ou de discrimination temporelle de durées brèves, afin que les capacités attentionnelles et mnésiques soient impliquées au minimum. Si l'amélioration des capacités de timing dans le cadre du protocole engendre une amélioration des capacités attentionnelles et exécutives, alors le déficit en timing ne serait pas considéré comme pur. Cela nous permettrait de juger la présence d'un déficit de timing primaire au sein du TDA/H, ou bien de difficultés temporelles résultant des dysfonctionnements exécutifs.

Le timing semble donc être un axe de travail essentiel en ce qui concerne la prise en charge du TDA/H en séances de psychomotricité. Néanmoins, avant la mise en place de ce type de protocole, j'ai relevé que les moyens d'évaluation du timing chez l'enfant sont trop rares en psychomotricité. Il serait donc primordial d'envisager la création d'un outil d'évaluation afin de rendre compte des capacités temporelles d'un enfant, comme avec la perspective de la BAASTA (la Battery for the Assessment of Auditory Sensorimotor and Timing Abilities), envisagée dans le but de faciliter l'évaluation objective et précise des processus temporels chez un patient pour les psychomotriciens, mais pas encore disponible pour les professionnels cliniciens.

BIBLIOGRAPHIE

Achenbach, T. (1991). Integrative Guide to the 1991 CBCL/4-18, YSR, and TRF Profiles.

Albaret, J. M. (2005). Le TDA/H comme trouble de l'inhibition comportementale et de l'auto-contrôle: le modèle de Barkley. *L'hyperactivité en débat*, 146-148.

Albaret, J. M. (2006). Note de synthèse sur les programmes d'auto-instructions dans la prise en charge de l'enfant TDA/H. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 18(90), 324-329.

Albaret, J. M., Giromini, F., & Scialom, P. (2015). *Manuel d'enseignement de psychomotricité: Tome 2-Méthodes et techniques*. De Boeck Supérieur.

Albaret, J. M., Giromini, F., & Scialom, P. (2018). *Manuel d'enseignement de psychomotricité: Tome 4-Sémiologie et nosographies psychomotrices*. De Boeck Supérieur.

Allman, M. J., Teki, S., Griffiths, T. D., & Meck, W. H. (2014). Properties of the internal clock: first-and second-order principles of subjective time. *Annual review of psychology*, 65, 743-771.

American Psychiatric Association - DSM-IV (1996). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*.

American Psychiatric Association - DSM-V (2015). *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders*.

Barkley, R. A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions : constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological bulletin*, 121(1), 65.

Barkley R.A., Edwards G., Laneri M., Fletcher K., Metevia L. (2001). Executive Functioning, Temporal Discounting, and Sense of Time in Adolescents With Attention Deficit

Hyperactivity Disorder (ADHD) and Oppositional Defiant Disorder (ODD). *Journal of Abnormal Child Psychology*, 29(6): 541-556.

Block, R. A., Hancock, P. A., & Zakay, D. (2010). How cognitive load affects duration judgments: A meta-analytic review. *Acta psychologica*, 134(3), 330-343.

Bobin-Begue, A. (2002). Capacité de traitement temporel des durées courtes chez l'enfant entre 1 & 4 ans (Doctoral dissertation, Ecole pratique des hautes études-EPHE PARIS).

Braun, J. M., Kalkbrenner, A. E., Just, A. C., Yolton, K., Calafat, A. M., Sjödin, A., ... & Lanphear, B. P. (2014). Gestational exposure to endocrine-disrupting chemicals and reciprocal social, repetitive, and stereotypic behaviors in 4-and 5-year-old children: the HOME study. *Environmental health perspectives*, 122(5), 513-520.

Cadesky, E. B., Mota, V. L., & Schachar, R. J. (2000). Beyond words: how do children with ADHD and/or conduct problems process nonverbal information about affect ?. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(9), 1160-1167.

Cappella, B., Gentile, J. R., & Juliano, D. B. (1977). Time estimation by hyperactive and normal children. *Perceptual and Motor Skills*, 44(3), 787-790.

Clément, A., & Droit-Volet, S. (2006). Counting in a time discrimination task in children and adults. *Behavioural Processes*, 71(2-3), 164-171.

Corraze, J. (2010). Psychomotricité: histoire et validation d'un concept. *Regards sur la psychomotricité libanaise (2000-2010): de la théorie à l'examen psychomoteur*. Beyrouth: Université Saint-Joseph.

Cortese, S. (2012). The neurobiology and genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): what every clinician should know. *European journal of paediatric neurology*, 16(5), 422-433.

- Coull, J. T., Frith, C. D., Büchel, C. & Nobre, A. C. (2000). Orienting attention in time : behavioural and neuroanatomical distinction between exogenous and endogenous shifts. *Neuropsychologia*, 38(6), 808-819.
- Coull, J. T., & Nobre, A. C. (2008). Dissociating explicit timing from temporal expectation with fMRI. *Current opinion in neurobiology*, 18(2), 137-144.
- De Zeeuw, P., Weusten, J., van Dijk, S., van Belle, J., & Durston, S. (2012). Deficits in cognitive control, timing and reward sensitivity appear to be dissociable in ADHD. *PloS one*, 7(12).
- Droit-Volet, S. (2000). L'estimation du temps : perspective développementale. *L'année psychologique*, 100(3), 443-464.
- Droit-Volet, S. (2001). Les différentes facettes du temps. *Enfances Psy*, (1), 26-40.
- Droit-Volet, S. (2003). Alerting attention and time perception in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 85(4), 372-384.
- 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.
- Droit-Volet, S., Fayolle, S., & Gil, S. (2016). Emotion and time perception in children and adults: the effect of task difficulty. *Timing & Time Perception*.
- Fraisse, P. (1967). *Psychologie du temps*. Presses universitaires de France.
- Fraisse, P. (1982). Rhythm and tempo. *The psychology of music*, 1, 149-180.
- Friedman, L. A., & Rapoport, J. L. (2015). Brain development in ADHD. *Current opinion in neurobiology*, 30, 106-111.
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. *Annals of the New York Academy of sciences*, 423(1), 52-77.

Graziano, P. A., & Garcia, A. (2016). Attention-deficit hyperactivity disorder and children's emotion dysregulation: A meta-analysis. *Clinical psychology review*, 46, 106-123.

Handen, B. L., Breaux, A. M., Janosky, J., McAuliffe, S., Feldman, H., & Gosling, A. (1992). Effects and noneffects of methylphenidate in children with mental retardation and ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 31(3), 455-461.

Harvey, W. J., Reid, G., Bloom, G. A., Staples, K., Grizenko, N., Mbekou, V., ... & Joober, R. (2009). Physical activity experiences of boys with and without ADHD. *Adapted Physical Activity Quarterly*, 26(2), 131-150.

HAS (2014). Conduite à tenir en médecine de premier recours devant un enfant ou un adolescent susceptible d'avoir un trouble déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité. *Saint-Denis La Plaine*.

Jones, M. R., & Boltz, M. (1989). Dynamic attending and responses to time. *Psychological review*, 96(3), 459.

Kaiser, M. L., Schoemaker, M. M., Albaret, J. M., & Geuze, R. H. (2015). What is the evidence of impaired motor skills and motor control among children with attention deficit hyperactivity disorder (ADHD)? Systematic review of the literature. *Research in developmental disabilities*, 36, 338-357.

Kaneko, M., Okui, H., Higashi, K., Noguchi, Y., Katayama, Y., Ohya, T., ... & Iramina, K. (2014). The comparison of pronation and supination between typically developing children and children with ADHD. In *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists* (Vol. 1).

Konrad, K., Günther, T., Hanisch, C., & Herpertz-Dahlmann, B. (2004). Differential effects of methylphenidate on attentional functions in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 43(2), 191-198.

Lecendreux, M., Konofal, E., & Faraone, S. V. (2011). Prevalence of attention deficit hyperactivity disorder and associated features among children in France. *Journal of Attention Disorders*, 15(6), 516-524.

Lee, H. Y., & Yang, E. L. (2019). Exploring the effects of working memory on time perception in attention deficit hyperactivity disorder. *Psychological reports*, 122(1), 23-35.

Levin, I. (1992). The development of the concept of time in children: An integrative model. In *Time, action and cognition* (pp. 13-32). Springer, Dordrecht.

Mao, H. Y., Kuo, L. C., Yang, A. L., & Su, C. T. (2014). Balance in children with attention deficit hyperactivity disorder-combined type. *Research in developmental disabilities*, 35(6), 1252-1258.

Marquet-Doléac, J., & Soppelsa, R. (2009). Le trouble déficit de l'attention/hyperactivité: aspects temporels du syndrome et place du psychomotricien. *Approche Neuropsychologique des Apprentissages chez l'Enfant*, 21, 397-401.

Marx, I., Weirich, S., Berger, C., Herpertz, S. C., Cohrs, S., Wandschneider, R., ... & Häßler, F. (2017). Living in the Fast Lane: Evidence for a Global Perceptual Timing Deficit in Childhood ADHD Caused by Distinct but Partially Overlapping Task-Dependent Cognitive Mechanisms. *Frontiers in human neuroscience*, 11, 122.

Masi, L., & Gignac, M. (2017). TDAH et comorbidités en pédopsychiatrie. Pathologies psychiatriques, affections médicales, troubles de l'apprentissage et de la coordination. In *Annales Médico-psychologiques, revue psychiatrique* (Vol. 175, No. 5, pp. 422-429). Elsevier Masson.

Matell, M. S., & Meck, W. H. (2000). Neuropsychological mechanisms of interval timing behavior. *Bioessays*, 22(1), 94-103.

Méary, D. (2003). Perception visuelle des mouvements humains: Analyse comportementale, neuroimagerie et neuropathologie (Doctoral dissertation, Université Pierre MendèsFrance-Grenoble II)

MTA Cooperative Group. (2004). National Institute of Mental Health Multimodal Treatment Study of ADHD follow-up: 24-month outcomes of treatment strategies for attention-deficit/hyperactivity disorder. *Pediatrics*, 113(4), 754-761.

Mullane, J. C., & Klein, R. M. (2008). Literature review: Visual search by children with and without ADHD. *Journal of Attention Disorders*, 12(1), 44-53.

Noreika, V., Falter, C. M., & Rubia, K. (2013). Timing deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): evidence from neurocognitive and neuroimaging studies. *Neuropsychologia*, 51(2), 235-266.

Ornstein, R.E. (1969). *On the Experience of time*. New York: Penguin Books

Parush, S., Sohmer, H., Steinberg, A., & Kaitz, M. (1997). Somatosensory functioning in children with attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 39(7), 464-468.

Pouthas, V. (1995). Développement de la perception du temps et des régulations temporelles de l'action chez le nourrisson et l'enfant. *Naissance et Développement du Sens Musical*, PUF, 133-163.

Puyjarinet, F., Bégel, V., & Dalla Bella, S. (2017a). Déficits temporels et rythmiques dans le TDA/H. In *Les Entretiens de Psychomotricité* (pp. 12-18). Europa Digital & Publishing Toulouse.

Puyjarinet, F., Bégel, V., Lopez, R., Dellacherie, D., & Dalla Bella, S. (2017b). Children and adults with Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder cannot move to the beat. *Scientific reports*, 7(1), 11550.

Puyjarinet, F., Jeannin-Fuzier, A., Blain, C., Fournier, C., & Metivier, M. (2019). Psychomotricité et trouble du déficit de l'attention/hyperactivité: évaluation d'un programme de rééducation basé sur des mises en situation rythmique. *Neuropsychiatrie de l'Enfance et de l'Adolescence*.

Rubia, K., Noorloos, J., Smith, A., Gunning, B., & Sergeant, J. (2003). Motor timing deficits in community and clinical boys with hyperactive behavior: the effect of methylphenidate on motor timing. *Journal of abnormal child psychology*, 31(3), 301-313.

Rubia, K. (2006). The neural correlates of timing functions. In *Timing the future: The case for a timebased prospective memory* (pp. 213-238).

Russell, A. E., Ford, T., Williams, R., & Russell, G. (2016). The association between socioeconomic disadvantage and attention deficit/hyperactivity disorder (ADHD): a systematic review. *Child Psychiatry & Human Development*, 47(3), 440-458.

Schirmer, A., Meck, W. H., & Penney, T. B. (2016). The socio-temporal brain: Connecting people in time. *Trends in cognitive sciences*, 20(10), 760-772.

Shaffer, R. J., Jacokes, L. E., Cassily, J. F., Greenspan, S. I., Tuchman, R. F., & Stemmer, P. J. (2001). Effect of Interactive Metronome® training on children with ADHD. *American Journal of Occupational Therapy*, 55(2), 155-162.

Shaw, P., Eckstrand, K., Sharp, W., Blumenthal, J., Lerch, J. P., Greenstein, D. E. E. A., ... & Rapoport, J. L. (2007). Attention-deficit/hyperactivity disorder is characterized by a delay in cortical maturation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(49), 19649-19654.

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.

Sonuga-Barke, E. J. S., Taylor, E., Sembi, S., & Smith, J. (1992). Hyperactivity and delay aversion— I. The effect of delay on choice. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(2), 387-398.

Sonuga-Barke, E. J. (2003). The dual pathway model of AD/HD: an elaboration of neurodevelopmental characteristics. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 27(7), 593-604.

Sonuga-Barke, E., Bitsakou, P., & Thompson, M. (2010). Beyond the dual pathway model: evidence for the dissociation of timing, inhibitory, and delay-related impairments in attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 49(4), 345-355.

Soppelsa, R., Marquet-Doléac, J., & Albaret, J. M. (2006). Gestion du temps et contexte d'apprentissage chez l'enfant agité et distrait. *Entretiens de Psychomotricité*, 29-36.

Stambak, M. (1951). Le problème du rythme dans le développement de l'enfant et dans les dyslexies d'évolution. *Enfance*, 4(5), 480-502.

Steinhausen, H. C., Nøvik, T. S., Baldursson, G., Curatolo, P., Lorenzo, M. J., Pereira, R. R., ... & ADORE Study Group. (2006). Co-existing psychiatric problems in ADHD in the ADORE cohort. *European child & adolescent psychiatry*, 15(1), i25-i29.

Taatgen, N. A., Van Rijn, H., & Anderson, J. (2007). An integrated theory of prospective time interval estimation: the role of cognition, attention, and learning. *Psychological Review*, 114(3), 577.

Toplak, M. E., & Tannock, R. (2005). Time perception: modality and duration effects in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD). *Journal of abnormal child psychology*, 33(5), 639-654.

Toplak, M. E., Dockstader, C., & Tannock, R. (2006). Temporal information processing in ADHD: findings to date and new methods. *Journal of neuroscience methods*, 151(1), 15-29.

Treisman, M. (1963). Temporal discrimination and the indifference interval: Implications for a model of the "internal clock". *Psychological Monographs: General and Applied*, 77(13), 1.

Treisman, M., & Brogan, D. (1992). Time perception and the internal clock: Effects of visual flicker on the temporal oscillator. *European Journal of Cognitive Psychology*, 4, 41-70.

Yochman, A., Parush, S., & Ornoy, A. (2004). Responses of preschool children with and without ADHD to sensory events in daily life. *American Journal of Occupational Therapy*, 58(3), 294-302.

Zakay, D., & Block, R. A. (1996). The role of attention in time estimation processes. In *Advances in psychology* (Vol. 115, pp. 143-164). North-Holland.

Zakay, D., & Block, R. A. (1997). Temporal cognition. *Current directions in psychological science*, 6(1), 12-16.

RÉSUMÉ

Le timing est une notion de plus en plus présente en psychomotricité et demeure au cœur des recherches de la littérature scientifique concernant le Trouble Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H). Dans ce mémoire, il est proposé d'observer les liens qui unissent les capacités en timing et le TDA/H à travers l'explication de modèles théoriques actuels. Ensuite, un protocole, qui a vu le jour dans le but d'améliorer les capacités de timing d'un enfant TDA/H, est proposé avec pour objectif d'évaluer ses effets sur la symptomatologie de ce patient au quotidien : agitation, impulsivité, inattention, hyperactivité. La prise en charge est axée sur deux modalités de timing explicite : l'estimation temporelle verbale (timing perceptif) et la synchronisation sensorimotrice (timing moteur). Enfin, l'évolution de cette prise en charge sur ce patient sera présentée en fin de discussion.

Mots clés : timing, TDA/H, estimation verbale, synchronisation sensorimotrice, symptomatologie quotidienne.

SUMMARY

Timing is an idea which is more and more present in occupational therapy, and remains at the center of the scientific literature about Attention Deficit Hyperactivity Disorder (ADHD). In this final dissertation, we observe links between timing abilities and ADHD through the explanation of theoretical models. Then, a protocol is proposed to improve timing abilities of a child with ADHD, with the aim of estimate the effects on the daily symptomatology of this patient : agitation, impulsiveness, inattention, hyperactivity. This care is focused on two explicit timing modalities : a verbal estimation task (perceptual timing) and a sensorimotor synchronisation task (motor timing). Finally, the evolution of this care with this patient will be explained at the end of the dissertation.

Key words : timing, ADHD, verbal estimation task, sensorimotor synchronisation task, daily symptomatology.