



Université Toulouse
Faculté de Médecine Toulouse Rangueil
Institut de Formation en Psychomotricité

TROUBLE DEFICITAIRE DE L'ATTENTION AVEC OU SANS HYPERACTIVITE

PRISE EN CHARGE D'UNE
TEMPORALITE SINGULIERE

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

Juin 2015

COMBRE Marlène

**Ce mémoire a été supervisé par
Jean-Michel ALBARET**

Table des matières

Remerciements.....	3
Introduction générale.....	6
Partie théorique.....	8
Première partie: le Trouble Déficitaire de l' Attention avec ou sans Hyperactivité.....	9
I. Symptomatologie.....	9
II. Les principaux modèles explicatifs.....	11
x Le modèle de l'inhibition comportementale: le modèle de Barkley.....	11
x Le modèle de l'aversion du délai de Sonuga-Barke.....	13
x Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke.....	14
x Travaux de Coghill, Seth et Matthews.....	15
Deuxième partie: la temporalité dans le TDA/H.....	16
I. Introduction et historique du lien.....	16
II. Psychogenèse des différentes formes temporelles.....	17
III. Les processus temporels.....	19
x Les processus temporels de Toplak et Tannock.....	19
x Développement chez le sujet TDA/H.....	20
IV. Le modèle à 3 voies de Sonuga-Barke et al.....	22
V. Fonctions exécutives et perception temporelle.....	23
x La mémoire de travail.....	23
x La mémoire à long terme.....	24
x L'attention.....	24
x Planifier et différer.....	26
VI. Actions motrices et perception temporelle.....	27
x Les coordinations complexes.....	27
x Le couplage perception-action.....	27
x La synchronisation sensori-motrice.....	28
VII. Principaux modèles des mécanismes temporels.....	29
A. Les modèles d' horloge interne.....	29
x L'horloge interne de Gibbon et Church (1984).....	29
x Le modèle d'horloge interne de Treisman et al. (1990)	

B. Les modèles neurobiologiques.....	31
x Le modèle de rampe de Durstewitz.....	31
x Le modèle de détection de coïncidence de phase.....	31
x Autres modèles.....	32
VIII. Substrats neuro-anatomiques de la perception temporelle.....	33
x Le cortex préfrontal.....	33
x Les ganglions de la base et l'aire motrice supplémentaire.....	33
x Le cervelet.....	34
IX. Rôle du méthylphénidate.....	34
Conclusion de la partie théorique.....	35
Partie pratique.....	36
I. Démarche et objectifs.....	37
II. Présentation des tests utilisés	37
A. Les tests psychomoteurs.....	37
B. Les épreuves temporelles.....	40
III. Présentation des enfants et bilans initiaux.....	42
A. Théo.....	42
B. Simon.....	48
IV. Présentation du protocole de prise en charge.....	53
1. L'imagerie motrice.....	54
2. Couplage rythmique sensori moteur.....	57
3. Estimation et reproduction de durées.....	59
4. Anticipation de durées.....	61
V. Synthèse de la prise en charge.....	63
VI. Bilans finaux et conclusions.....	65
A. Théo.....	65
B. Simon.....	70
Discussion.....	75
Conclusion générale.....	79
Annexes.....	81
Bibliographie.....	85

Introduction générale

*"Le temps, le temps
Le temps et rien
d'autre
Le tien le mien
Celui qu'on veut
nôtre..."*

C. Aznavour

Le Trouble Déficitaire de l' Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) est actuellement considéré comme un problème de Santé Publique. Il est défini par une triade symptomatique: hyperactivité, impulsivité et inattention dont les conséquences concernent autant le domaine social que scolaire ou encore familial. Actuellement plusieurs concepts explicatifs sont retrouvés à ce sujet. Parmi cette pluralité théorique, on retrouve depuis une quinzaine d'années, la question de la temporalité.

La temporalité de l'hyperactif est caractérisée d'une succession d'instantanés: "*chaque instant semblant y être vécu comme un roseau trop fragile pour s'y poser, s'y attarder, y confier tout le poids de son existence. L'appui le plus bref sur cet instant n'est destiné qu'à rebondir vers le suivant et ainsi de suite*" (Touati, 2004 cité par Quartier, 2008).

Les travaux sur le lien entre temporalité et hyperactivité semblent effectivement confirmer l'existence d'une perception temporelle singulière. Reconnaître les difficultés temporelles n'est pas chose aisée mais de nombreuses recherches tentent de spécifier les liens atypiques qu' entretiennent les enfants porteurs d'un TDA/H avec la temporalité.

Tout au long du mémoire, le temps fera figure d'outil pour penser le trouble. Je me pose ici la question, de l'apport de la psychomotricité dans la prise en charge d'un déficit temporel auprès d'enfants porteurs d'un tel trouble.

Dans une première partie, je reviendrai de façon rapide sur le trouble notamment sur la triade et les principaux modèles explicatifs. Puis dans une seconde partie, je me concentrerai sur le domaine de la temporalité dans le Trouble Déficitaire de l' Attention avec ou sans Hyperactivité, dans un premier temps en balayant les principes et modèles fondamentaux de la perception temporelle puis en collectant les connaissances actuelles qui appuient l'hypothèse d'une déficience temporelle chez l'enfant atteint de cette pathologie.

M'appuyant sur les données théoriques recueillies dans la première partie du mémoire, je proposerai dans une partie pratique, un protocole de prise en charge de deux enfants atteints de ce trouble. Suite à l'exposition des résultats obtenus en fin de prise de charge, une discussion sera ouverte afin de lister les réflexions qui émergeront de cette tentative de rééducation.

PARTIE THEORIQUE

PREMIERE PARTIE: LE TROUBLE DEFICITAIRE DE L'ATTENTION AVEC OU SANS HYPERACTIVITE

Le Trouble Déficitaire de l'Attention / Hyperactivité (TDA/H) est le trouble neurodéveloppemental le plus fréquent chez l'enfant. Selon les études, 2 à 3 % des filles et 6 à 9% des garçons dans la tranche d'âge comprise entre 6 et 12 ans sont porteurs de ce trouble. Au-delà de cet âge les chiffres tombent respectivement de 1 à 2% et de 3 à 4,5% (Barkley,1996). Les garçons étant trois fois plus touchés que les filles. Le DSM IV (Diagnostic and Statistical Manuel 4th Edition) établit un consensus symptomatologique autour d'une triade composée de l'inattention, de l'hyperactivité et de l'impulsivité.

I. Symptomatologie

La présence des critères diagnostiques suivants n'est pas suffisante au diagnostic du TDA/H. En effet d'autres paramètres doivent être pris en compte. Les troubles doivent être présents avant l'âge de 7 ans et provoquer une gêne fonctionnelle. De plus les symptômes doivent être retrouvés dans au moins deux contextes différents. Les signes doivent entraîner une altération significative du fonctionnement social, scolaire ou professionnel. Enfin, il est nécessaire d'établir un diagnostic différentiel (trouble envahissant du développement, schizophrénie ou tout autres troubles mentaux).

x L' inattention

Au moins 6 items sur 9 doivent être retrouvés depuis au moins 6 mois et entraîner une inadaptation.

-Souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails ou fait des fautes d'étourderies dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités.

-A souvent du mal à soutenir son attention dans le travail ou les jeux.

- Semble souvent ne pas écouter quand on lui parle.
- Souvent ne suit pas les consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, tâches domestiques ou obligations professionnelles sans qu'il s'agisse d'un comportement obsessionnel ou d'une incapacité à comprendre.
- A souvent du mal à organiser son travail ou ses activités.
- Évite souvent, a en aversion ou fait à contre cœur les tâches nécessitant un effort mental soutenu (travail scolaire, devoir à la maison).
- Perd fréquemment les objets nécessaires à son travail ou à ses activités (cahier, livres, crayons, etc).
- Souvent, se laisse facilement distraire par des stimuli extérieurs.
- Les oublis dans la vie quotidienne sont fréquents.

× **L' hyperactivité et l' impulsivité**

Au moins 6 items sur 9 doivent être retrouvés depuis au moins 6 mois.

- Critères de l'hyperactivité

- Remue souvent les mains ou les pieds ou se tortille sur sa chaise.
- Se lève fréquemment en classe ou dans d'autres situations où il est supposé rester assis.
- Souvent court, grimpe partout dans des situations où cela est inapproprié.
- A souvent du mal à se tenir tranquille dans des jeux ou activités de loisirs.
- Agit fréquemment comme s'il était monté sur ressorts ou est souvent sur la brèche.
- Souvent parle trop.

- Critères de l'impulsivité

- Laisse souvent échapper une réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée.
- A souvent du mal à attendre son tour.
- Interrompt fréquemment les autres ou impose sa présence.

→ A partir de là, 4 types de TDA/H sont différenciés:

- TDA/H mixte

Critères d'inattention et d'hyperactivité/impulsivité sur les six derniers mois.

- TDA/H type inattention prédominante

Critères d'inattention sur les six derniers mois mais pas de critères d'hyperactivité/impulsivité.

- TDA/H type hyperactivité/impulsivité prédominante

Critères d'hyperactivité/impulsivité sur les six derniers mois mais pas de critères d'inattention.

- TDA/H non spécifié

Tous les critères diagnostiques ne sont pas retrouvés.

II. Les principaux modèles explicatifs

Actuellement plusieurs modèles tentent de rendre compte du TDA/H en dépassant l'unique description symptomatologique.

x Le modèle de l'inhibition comportementale: le modèle de Barkley

En 1997, Barkley propose une vision originale du TDA/H en s'inspirant des travaux de Bronowski (Bronowski, 1967 cité par Quartier, 2008) qui décline le langage selon un outil de communication et un temps de réflexion qui permet la mise en place de programmes moteurs dirigés vers un but. Ce temps ne peut être mis à profit seulement si un délai sépare le stimulus d'une réponse immédiate.

Barkley définit le déficit à l'origine du TDA/H comme étant un déficit d'inhibition comportementale qui regroupe trois processus en interaction:

-l'inhibition de la réponse automatique à une situation.

-l'inhibition ou la suspension d'une réponse en cours permettant un moment de réflexion.

-le contrôle des interférences internes ou externes.

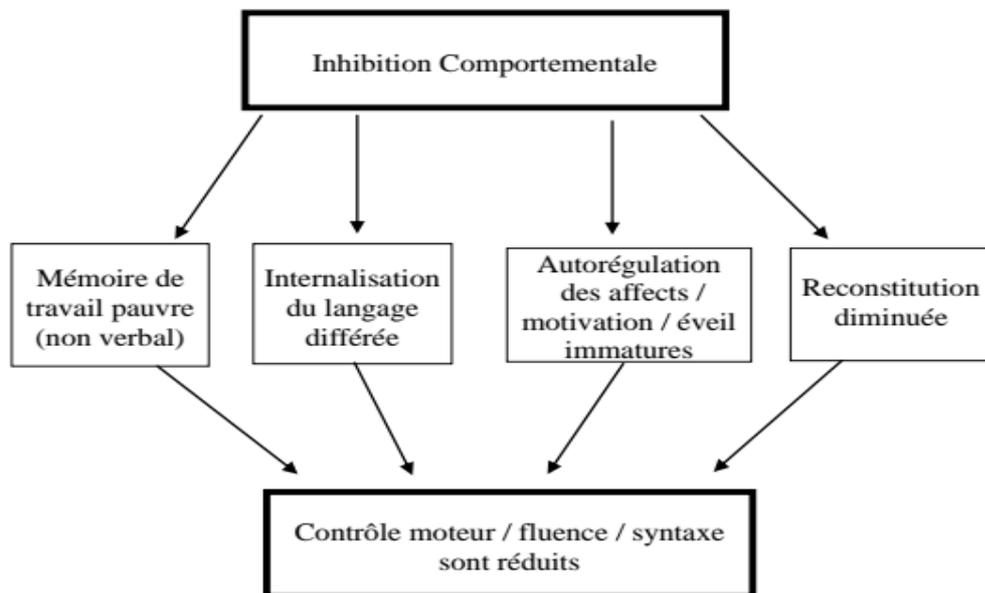


Figure 1: Rôle de l'inhibition comportementale (Barkley, 1997).

Selon la figure précédente, Barkley postule que le déficit primaire d'inhibition va limiter voire empêcher l'efficacité de quatre fonctions exécutives:

- La mémoire de travail: elle représente une forme de mémoire qui permet le rappel momentané et la manipulation d'informations afin de s'adapter aux demandes environnementales. La mémoire de travail se décline selon un aspect rétrospectif et prospectif. Chez le sujet porteur du TDA/H, ce type de mémoire est rapidement saturé d'informations non pertinentes à l'instant t ce qui entraîne une mauvaise rétrospection, anticipation et planification.
- L'internalisation du langage: il s'agit de recourir à un langage interne appelé soliloque lors de la réalisation d'une tâche, d'autant plus si celle-ci est complexe ou nouvelle pour le sujet. Il existe une forte dépendance à l'égard du soliloque chez les enfants TDA/H. Or différentes études ont démontré un retard de développement du langage interne chez ces enfants. Les principales répercussions se retrouvent dans la résolution de problème, la planification ou

encore le maintien du comportement.

- L'autorégulation des affects et de la motivation: intimement liée à la mémoire de travail, ce système permet de relier un événement à une réponse affective particulière. La défaillance de l'auto-contrôle émotionnel est en lien avec les processus motivationnels, les systèmes de persévérance et les adaptations sociales. Concrètement le sujet TDA/H est fort sensible aux renforcements externes immédiats et répétés.
- La reconstitution: étudiée par Bronowski, elle permet d'organiser de nouveaux comportements complexes orientés vers un but. Ainsi le TDA/H se caractérise par un manque de créativité et de flexibilité nécessaires à la génération de séquences comportementales inédites, entraînant ainsi des difficultés d'adaptation de l'individu aux changements environnementaux.

Barkley définit le résultat ultime de ce dysfonctionnement inhibiteur comme étant une atteinte du contrôle moteur, de la fluence et de la syntaxe.

x Le modèle de l'aversion du délai de Sonuga-Barke

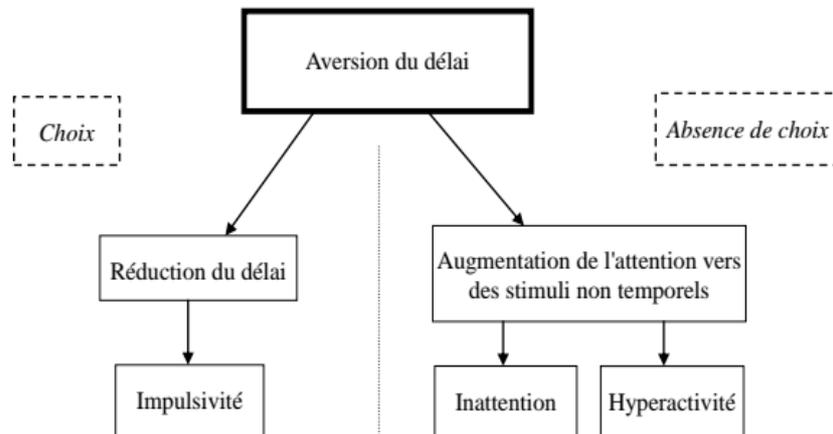


Figure 2: Modèle de l'aversion du délai (Sonuga-Barke et al., 1992)

Sonuga-Barke accompagné de ses collaborateurs (Sonuga-Barke et al., 1992) proposent dans les années 90, une nouvelle perspective étiologique du TDA/H. La triade symptomatologique

serait expliquée par une perturbation des circuits de récompense qui est à l'origine des sensations de plaisir et de satisfaction.

Comme le présente la figure, l'atteinte des systèmes de récompense entraîne chez les personnes atteintes du TDA/H, un évitement systématique des situations d'attente. Ainsi si aucun temps d'attente n'est imposé au sujet, celui-ci agit ou répond immédiatement, c'est l'impulsivité qui se manifeste. Alors que, si au contraire, il est imposé au sujet un temps d'attente avant sa réponse, apparaissent alors des comportements compensatoires qu'ils soient attentionnels ou moteurs, ce sont des observables de l'inattention et de l'hyperactivité.

Selon ce modèle, il s'agit donc bien d'un dysfonctionnement motivationnel d'où l'importance de renforcements immédiats et intensifs pour pallier à cette fuite systématique face au délai qui complique l'achèvement des activités en cours.

x **Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke**

Face à l'hétérogénéité du tableau clinique du TDA/H, Sonuga-Barke (Sonuga-Barke, 2003) propose de réunir les deux modèles précédents.

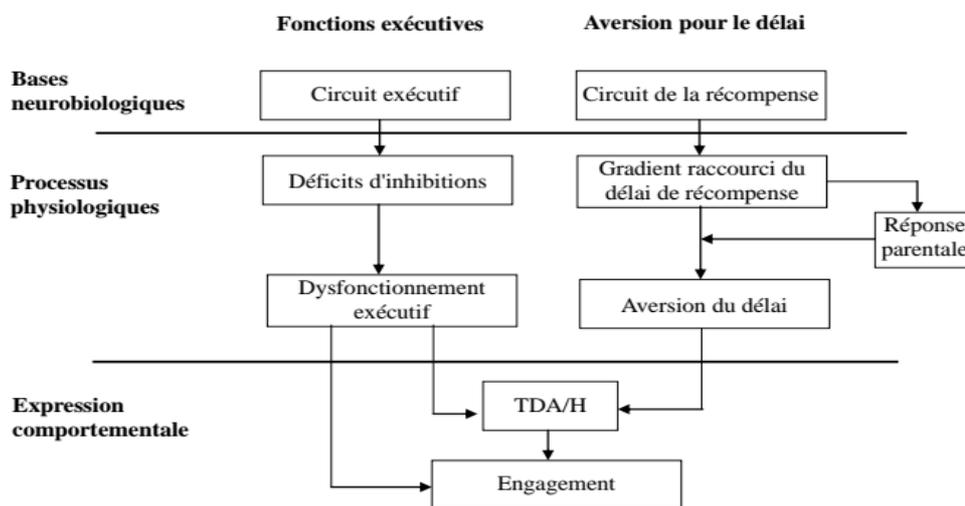


Figure 3: Modèle à deux voies de Sonuga-Barke (Sonuga-Barke, 2003)

La première voie rappelle le déficit d'inhibition comportementale (soit le modèle de Barkley) à l'origine de défaillances cognitives et comportementales. La seconde voie fait référence

aux systèmes de récompense et de motivation (soit le modèle de Sonuga-Barke) dont la défaillance entraîne une aversion acquise aux délais.

D'un point de vue neuro-anatomique les deux voies dépendent de deux circuits anatomiques distincts: le circuit mésocortical gère l'aversion du délai alors que le circuit mésolimbique est impliquée dans le dysfonctionnement exécutif.

In fine ce modèle à deux voies établit un profil symptomatologique de la personne TDA/H, profil influencé par l'extérieur, notamment par l'intermédiaire de renforcements. L'hyperactivité et l'impulsivité seraient davantage liés aux problèmes motivationnels alors que l'inattention serait quant à elle plus en lien avec les difficultés de contrôle cognitif.

× Travaux de Coghill, Seth et Matthews

Très récemment, Coghill et ses collaborateurs (Coghill, Seth et Matthews, 2014) ont mené des travaux innovants sur les sous bassesments neuropsychologiques du TDA/H. Ils présentent un modèle dans lequel le TDA/H est caractérisé par des déficits dans 6 domaines neuropsychologiques relativement indépendants les uns des autres. Ces domaines clés sont:

- | | |
|------------------------|-------------------------------|
| -La mémoire de travail | - La prise de décision |
| -L'inhibition | - Le timing |
| -L'aversion du délai | - La variabilité des réponses |

Ce modèle se différencie des théories plus anciennes comme celle de Barkley dans laquelle une seule base de dysfonctionnement est proposée (le déficit d'inhibition comportementale). Depuis de nombreux auteurs (Castellanos et Tannock, 2002; Nigg, 2005 cités par Coghill, Seth et Matthews, 2013) ont contesté cette hypothèse d'homogénéité neuropsychologique. En effet, il s'agit bien de l'hétérogénéité des déficits qui est au centre de ce modèle.

Expérimentalement, un groupe d'adolescents garçons atteints du TDA/H a été comparé à un groupe de garçons typiques dans les 6 domaines précédemment cités. Les résultats montrent que les garçons porteurs de TDA/H présentent des capacités amoindries dans les différents domaines en comparaison aux sujet sains, mais les résultats obtenus sont hétérogènes. Ainsi les déficits ne sont pas représentés de façon similaire dans les 6 aptitudes testées.

Les résultats de l'étude montrent que 18 à 36% des sujets présentent des difficultés dans chacun des 6 domaines alors qu'un quart des garçons malades ne présentent aucun déficit dans les 6 domaines. La majorité, 65% des individus, présentent des capacités déficitaires dans 3 domaines ou moins.

Ce modèle reflète donc de la complexité des relations entre les différents profils neuropsychologiques associés au TDA/H. La maladie spécifique et identifiée qu'est le TDA/H peut donc entraîner des situations cliniques variables.

DEUXIEME PARTIE: LA TEMPORALITE DANS LE TDA/H

I. Introduction et historique du lien

Le temps est «la dimension universelle, nécessaire et mesurable de la succession irréversible des phénomènes» (Salazar-Ferrer, 1996, p14). Une telle définition du temps ne peut être le réel constat d'une réalité complexe. Percevoir le temps qui passe représente une aptitude capitale à l'appréhension du milieu environnant ainsi qu'à la génération de comportements adaptés.

Chez la personne porteuse du TDA/H la gestion temporelle est prise en compte de manière de plus en plus importante dans la description du tableau clinique. Il semblerait d'ailleurs que ces difficultés de perception temporelle persistent à l'adolescence et à l'âge adulte.

Dès les années 60, Wallon accompagné de Evart-Chmielniski et Denjean-Raban (Wallon, Evart-Chmielniski, Denjean-Raban, 1957 cités par Quartier, 2008) s'intéressent à la reproduction de durées courtes chez des enfants présentant des troubles psychomoteurs en leur proposant 3 types de tâches: la durée vide, la main chaude et la durée remplie. Dès lors ils repèrent chez les enfants dits "subchoréiques" des difficultés à traiter les informations temporelles. Les enfants asynergiques semblent être encore plus en difficulté face à ce type d'épreuve en étant en incapacité de synchroniser leurs frappes aux stimuli initiaux. Contrairement, les enfants avec une «instabilité posturale» sont en réussite sur les 3 activités. Par ailleurs, Wallon et al. observent chez les enfants agités de meilleures performances sur l'épreuve de la durée remplie «comme si leur besoin de mouvement était favorablement absorbé par la tâche subsidiaire du coloriage» (Wallon, Evart-

Chmielniski, Denjean-Raban, 1957 cité par Quartier, 2008).

II. Psychogenèse des différentes formes temporelles

x Le temps biologique

Respecter le rythme biologique humain est un des principes fondamentaux de sa survie. Chaque humain possède une organisation temporelle biologique quotidiennement confrontée aux exigences du temps social et particulièrement institutionnel (horaires de l'école, professionnels).

1/3 des enfants et adultes porteurs d'un TDA/H sans médication souffrent de troubles du sommeil et de modifications du rythme circadien (Lee et Goto, 2013). Sont souvent retrouvées des difficultés d'endormissement, des niveaux plus élevés d'activités nocturnes, des mouvements périodiques des membres, un allongement du sommeil paradoxal ainsi qu'une augmentation significative de l'activité motrice pendant la période de latence d'apparition du sommeil (Ironsides, 2010 cité par Lee et Goto, 2013).

x Le temps physique

Il s'agit d'un temps absolu, linéaire et homogène qui s'étend du passé au futur en englobant le présent. Le temps physique s'établit à partir de systèmes extérieurs au sujet qui tente de les mesurer. Einstein le décrit dans "La Théorie de la Relativité restreinte et générale" (2005): "*Placez votre main sur un poêle une minute et ça vous semble durer une heure. Asseyez-vous auprès d'une jolie fille une heure et ça vous semble durer une minute. C'est ça la relativité*".

x Le temps social

Il s'agit du temps décrit de manière objective par l'ensemble des individus appartenant à une même civilisation. Il permet d'établir des cadences et des rythmes de vie inscrits dans le développement de chacun. Hall (La danse de la vie, 1984) décrit deux principaux types de micro temps:

- la polychronie, identifiée chez les américains du sud, les amérindiens ou encore les arabes, se

caractérise par une capacité à traiter plusieurs éléments en même temps, quitte à en laisser en suspens.

- la monochronie, principalement retrouvée chez les américains anglosaxons, se singularise par un traitement temporel séquentiel et linéaire.

	Temps monochronique	Temps polychronique
Caractéristiques	<ul style="list-style-type: none"> • Une seule chose à la fois • Perception et utilisation linéaire • Route entre le passé et le futur non segmentée • À l'encontre du temps biologique, il s'apprend • Peu de mise en contexte • Temps limité, circonscrit • Orientation vers le futur 	<ul style="list-style-type: none"> • Abstrait, soumis aux règles de la nature et empreint de diversité • Simultanéité avec les activités • Groupe prime sur individu • Charge affective associée aux relations, priorité aux proches et sentiment d'obligation réciproque • Engagement dans un réseau social et primauté aux échanges harmonieux • Importance de la mise en contexte • Temps élastique, illimité, latin • Orientation passé et présent
Manifestations en contexte de gestion	<ul style="list-style-type: none"> • Une tâche à la fois • Ponctualité et respect des programmes établis • Ressource : temps est de l'argent, gagner du temps • Objectif de performance et sensibilité aux interruptions qui brisent les chaînes d'action • Relations relativement superficielles et éphémères 	<ul style="list-style-type: none"> • Multitâches • Emphase sur l'activité, la tâche, l'interaction • Occasion d'échanger de l'information, d'apprendre à se connaître • Performance est un objectif parmi d'autres plus importants • Relations personnelles priment sur les relations d'affaires
Sources : Chevrier, 2003; Hall, 1984; Hall et Hall, 1990; Schein, 1984; Schneider et Barsoux, 2003		

Figure 4: Temps monochronique et polychronique (Hall, 1990)

x L'horizon temporel

Trois instances temporelles sont habituellement décrites: le passé, le présent et le futur. A la différence des animaux qui ne se réfèrent qu' au passé, l'être humain est capable de remodeler un ensemble de modifications, de les actualiser et de les projeter dans le futur. C'est-à-dire que pour toute action en cours, l'homme se réfère à ce qui n'est plus d'actualité et à ce qui n'est pas encore passé. Concrètement ce sont les habiletés de planification, d'anticipation et de retour en arrière qui sont mobilisées. L'homme est ainsi capable de se représenter un événement à travers le temps. Fraisse (1967) précise que la notion de temps n'est pas nécessaire à la mise en place de l'horizon temporel. De ce fait, entendre un jeune enfant dire «quand je serai grand..» représente sa capacité à se représenter un passé et un futur, ceci même si il ne maîtrise pas encore les mécanismes opératoires tels que l'hypothèse, le retour en arrière ou la modulation de points de vue. Du même

registre, avant l'âge de 6 ans, situer un événement qui lui est propre par rapport au temps conventionnel, c'est à dire de la société, est difficile. (Droit-Volet, 2001) C'est pourquoi on distingue la chronologie (traiter des événements selon les normes du calendrier) et la chronognosie qui correspond à l'horizon temporel.

III. Les processus temporels

x Les processus temporels de Toplak et Tannock

Toplak et Tannock (Toplak et Tannock, 2006) catégorisent la perception temporelle en 6 processus: la discrimination de durée, la production et la reproduction temporelles, le tempo moteur ou tapping, le jugement temporel, l'estimation verbale et l'anticipation.

- La discrimination de durée

Elle consiste à comparer la durée de deux stimuli afin d'identifier le plus long et le plus court. Les stimuli peuvent être présentés de façon visuelle ou auditive.

- La production et la reproduction temporelles

La production temporelle est la capacité à produire une durée imposée oralement et d'en signaler la fin verbalement ou par une action particulière.

La reproduction temporelle est le fait de reproduire une durée précédemment présentée en indiquant la fin.

- Le tempo moteur

Autrement nommé tapping, il consiste à exécuter un rythme, qu'il soit spontané ou imposé par l'extérieur visuellement ou auditivement.

- Le jugement temporel

Il se traduit par le fait de percevoir si deux stimuli sont présentés de façon distincte ou simultanée. Autrement dit, c'est le fait de distinguer une durée d'intervalle courte entre deux stimuli.

- L'estimation verbale

Elle se définit par le fait de déclarer oralement la durée d'un événement ou d'un stimulus.

- L'anticipation

Elle correspond à la capacité de prédire la durée d'une action ou l'apparition d'un stimulus/événement.

x Développement chez le sujet TDA/H

- Discrimination de durée

Selon la méta analyse de Toplak et Tannock, cinq études sur six démontrent que le seuil de discrimination est plus élevé chez les sujets TDA/H (voir Toplack & Tannock, 2006; Radonovich & Mostofsky, 2004; Toplak et al., 2003; Toplak & Tannock, 2005). Ce constat est établi pour des durées considérées comme longues c'est-à-dire supérieures à une seconde. Toutefois Yang (Yang et al., 2007) a pu observer ce même déficit pour des durées courtes (environ 300ms) et moyennes (environ 800 ms). De plus, les difficultés sont majorées lorsque la modalité d'entrée est visuelle (Toplak et Tannock, 2005).

- La production et la reproduction temporelles

De manière générale, les sujets atteints de TDA/H ont tendance à sous-estimer les durées, le nombre d'erreur étant corrélé à la durée de l'intervalle (voir Toplak & Tannock, 2006; Kerns, McInerney, Wilde, 2001; Mullins, Bellgrove, Gill, Robertson, 2005; Toplak, Rucklidge, Hetherington, John, Tannock, 2003). Certains auteurs précisent que les difficultés sont davantage retrouvées dans les tâches de reproduction par rapport à celles de production. En effet la reproduction temporelle permet d'évaluer de façon la plus fine le sens du temps subjectif or c'est le processus qui sollicite le plus la mémoire de travail, l'attention et l'inhibition soient les habiletés définies comme déficitaires chez le sujet TDA/H. A l'adolescence puis à l'âge adulte, seules les difficultés de reproduction persisteront alors que la production deviendra de plus en plus précise.

Les performances de reproduction sont influencées selon que l'individu a une pauvre inhibition comportementale ou au contraire est capable de s'auto-réguler. Ainsi, un déficit d'inhibition comportementale engendre davantage d'erreur notamment lorsque la tâche présente des

distracteurs (Barkley,1997 cité par Quartier, 2008).

- Le tempo moteur ou tapping

Cette notion sera développée de façon plus approfondie dans une partie suivante.

- Le jugement temporel

Les travaux de Brown et Vickers (Brown et Vickers, 2004 cité par Toplak & Tannock, 2006) n'ont pas mis en évidence de différence significative entre les sujets atteints de TDA/H et les sujets sains à ce sujet.

- L'estimation verbale

Globalement on observe une sur-estimation du temps écoulé (Bauermeister et al, 2005). West et al (West et al, 2001 cité par Quartier, 2008) nuancent cette affirmation en distinguant une sur-estimation des intervalles très courts (0,5secondes à 2 secondes) et une sous-estimation des durées plus longues comprises entre 4 et 6 secondes. Quant à Smith (Smith, 2002 cité par Quartier, 2008) il suppose que les difficultés d'estimation temporelle sur des intervalles extrêmement courts, de l'ordre de quelques centaines de millisecondes sont le reflet d'un défaut spécifique de discrimination temporelle qui pourrait être à l'origine de déficits cognitivo-moteurs particuliers. Enfin le nombre d'erreur est majoré lorsque le dispositif visuel est utilisé.

- L'anticipation

On retrouve un manque de précision chez les sujets porteurs d'un TDA/H (Sonuga-Barke, Saxton, Hall, 1998 ; Toplak et Tannock, 2005). De surcroît la variabilité des performances est plus fréquente dans le cadre d'un TDA/H (Rubia et al, 1999).

Il semblerait donc que discriminer une durée, produire ou reproduire une durée et réguler le tempo moteur soient les domaines les plus déficitaires chez le sujet TDA/H. Au regard de ce constat, nous allons maintenant nous intéresser au modèle à 3 voies de Sonuga-Barke, afin d'observer comment ces processus temporels peuvent s'incorporer aux modèles classiques du TDA/H.

IV. Le modèle à 3 voies de Sonuga-Barke et al.

Face à la forte prévalence des dysfonctionnements temporels retrouvés chez les sujets porteurs du TDA/H, Sonuga-Barke, Bitsaku et Thompson proposent (Sonuga-Barke, Bitsakou, Thompson, 2010) un modèle inédit du tableau symptomatologique du trouble. Les difficultés de perception temporelle sont alors envisagées comme une troisième voie parallèle au dysfonctionnement motivationnel et au déficit d'inhibition comportementale.

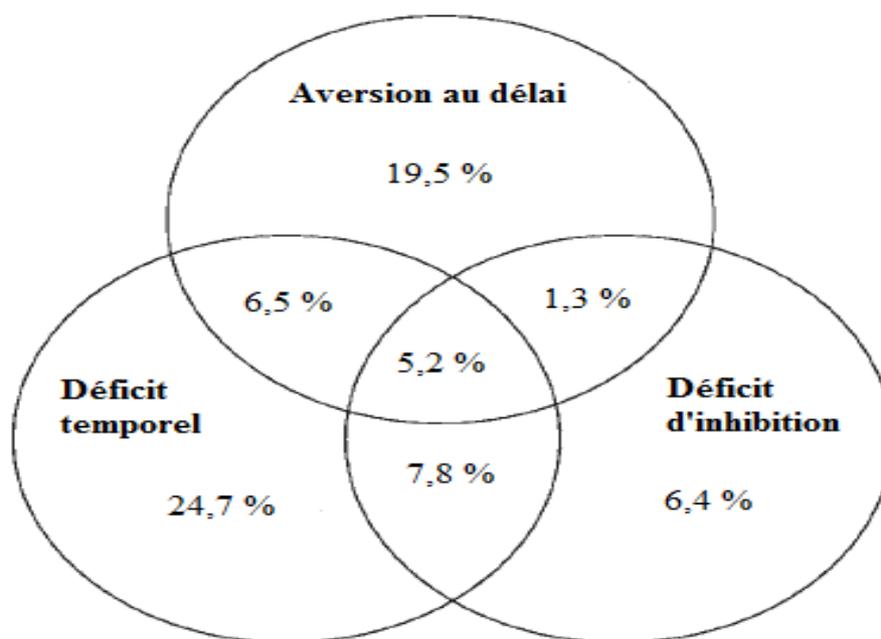


Figure 5: Modèle à 3 voies (Sonuga-Barke et al., 2010)

Sonuga-Barke et ses collaborateurs proposent 3 domaines à tester, à la fois dans un groupe porteur du TDA/H et dans un groupe contrôle: le contrôle inhibiteur, l'aversion du délai et les processus temporels. On observe que les sujets ayant un TDA/H obtiennent des résultats différents dans chacun des domaines, à différents degrés. Ceci reflète l'hétérogénéité neuropsychologique et symptomatologique du TDA/H, en mettant en avant les perturbations du traitement temporel qui sont alors considérées comme une troisième voie de la dissociation neuropsychologique du TDA/H.

Ainsi les travaux de Sonuga Barke et de Coghill, mettent en évidence que les sous-bassements neuropsychologiques ayant attrait au TDA/H sont plus complexes, leurs manifestations sont inconstantes.

V. Fonctions exécutives et perception temporelle

Juger temporellement notamment des durées courtes comprises entre quelques secondes et quelques minutes est fortement dépendant du contexte dans lequel le jugement a lieu. A ce titre, le vécu temporel peut être modulé par les spécificités de l'individu comme de la situation à jauger. L'expérience temporelle va être également influencée selon qu'il s'agit d'un jugement prospectif ou rétrospectif. Autant de caractéristiques qui positionnent les fonctions exécutives comme un élément majeur dans le traitement temporel.

x La mémoire de travail

Dans la théorie de Barkley (1997), la fonction exécutive responsable du traitement temporel subjectif est la mémoire de travail non verbale et spatiale. Un de ses principaux rôles est l'expérimentation d'une continuité temporelle par la comparaison incessante d'événements passés stockés en mémoire et ce qui se passe au moment t. C'est pourquoi l'altération de ce type de mémoire est à l'origine de difficultés à différents niveaux:

- La rétrospection: c'est le phénomène qui permet le rappel puis le maintien en mémoire d'événements antérieurs durant le délai de réponse. Les événements sont stockés en mémoire sous forme d'images mentales qui servent de guides et de règles aux comportements. Il s'agit donc pour le sujet de sélectionner des éléments dans ses expériences passées pour trouver la solution la plus favorable aux situations futures. En ce qui concerne le jugement temporel rétrospectif, l'individu n'étant pas au courant qu'il devra estimer la durée, son jugement se base sur les informations non temporelles de l'événement telles que les modifications contextuelles (Block, 1978) et la charge en mémoire (Ornstein, 1969 cité par Block, 1978).
- La prospection: elle consiste à établir des projections futures et de mettre en place des programmes moteurs finalisés. Créé à partir de la fonction rétrospective, ce mécanisme permet la réactivation d'événements sensori-moteurs antérieurs auxquels sont couplées les réponses motrices adaptées aux situations.

- L'anticipation: c'est prédire combien de temps une activité va durer puis évaluer quel temps réel elle a effectivement pris. Cette fonction implique une comparaison simultanée entre la situation en cours et la séquence d'événements sensoriels représentés en mémoire de travail.

L'empan de mémoire de travail est un indice prédictif des performances de discrimination temporelle. En effet selon Toplak et Tannock (2005), plus la mémoire de travail non verbale du sujet TDA/H est déficitaire, plus la discrimination temporelle par la modalité visuelle est altérée.

x La mémoire à long terme

Ce type de mémoire est également impliquée dans la structuration temporelle de l'individu en stockant les souvenirs d'événements dont la remémoration permet d'établir une chronologie et de prendre conscience de leur durée dans le temps. Il apparaît que plus deux souvenirs sont espacés dans le temps plus il est aisé d'identifier l'ordre d'apparition entre les deux.

x L'attention

Thomas et Weaver (1975) ont été les premiers à modéliser l'effet attentionnel sur le traitement temporel. Ils proposent alors l'existence de deux systèmes: un timer dédié au traitement temporel et un système parallèle dédié au traitement d'informations non temporelles. Au cours d'un stimulus, les ressources attentionnelles se répartissent entre ces deux systèmes permettant une estimation temporelle subjective. Cette dernière dépend du jugement du timer et de la quantité d'informations non temporelles analysées. Ce modèle est considéré par Michon et Jackson (Michon et Jackson, 1985 cité par Zakay et Block, 1996) comme le principe général du traitement temporel chez l'homme.

Par la suite, Zakay et Block (Block et Zakay, 1996 et Zakay et Block 1995, 1996) présentent à leur tour un nouveau modèle inspiré de celui de Gibbon et Church (1984). Ce modèle dit de la «porte attentionnelle» se compose d'un mécanisme d'horloge, de comparaison et de décision, d'un interrupteur et d'un accumulateur, semblables à ceux décrits par Gibbon (1984).

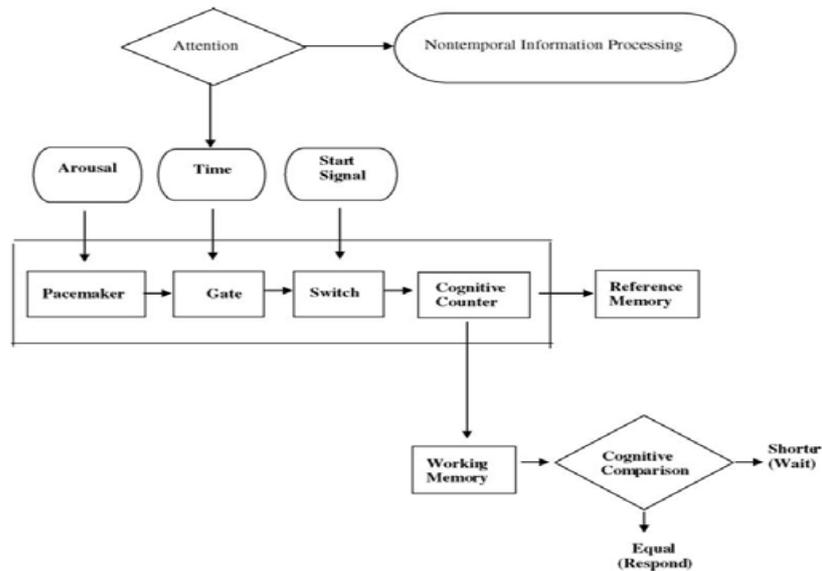


Figure 6: Modèle de la porte attentionnelle (Zakay et Block, 1995)

L'attention est placée en tant que pilier central du traitement temporel. La porte attentionnelle est localisée entre l'émetteur et l'interrupteur, son ouverture est conditionnée par l'apport attentionnel vers les éléments temporels de la situation. De ce fait, plus on prête attention au temps qui passe, plus les impulsions sont transmises à l'accumulateur, grâce à l'ouverture de la «porte attentionnelle» et plus la perception du temps sera longue. La quantité de ressources attentionnelles allouées au temps et les durées subjectives sont donc corrélées positivement.

Si l'attention est détournée des informations temporelles du stimulus, alors le nombre d'impulsions diminue, la porte attentionnelle s'ouvre de façon moins importante donc il y a moins d'impulsions incrémentées au niveau de l'accumulateur. La durée subjective sera alors plus courte. Il en est de même lors de tâches complexes ou nouvelles, où l'attention sera consacrée à la réalisation de la tâche et non pas au temps qui passe.

Estimer une durée passée alors que le flux attentionnel n'a pas été tourné vers les informations temporelles au cours de l'événement, nécessite la mobilisation de la mémoire de travail. Cette estimation rétrospective est à l'origine de nombreuses erreurs jusqu'à l'âge de 8 ans. Les impulsions stockées dans le compteur et encodées en mémoire vont être comparées aux acquisitions temporelles antérieures gérées par la mémoire à long terme. Les informations non temporelles peuvent être plus saillantes, dans certaines conditions, que les données temporelles. La tâche non temporelle appelée «concurrente» représente donc un parasite à l'estimation subjective du

temps qui sera cependant plus précise si la tâche est familière à l'individu.

Ce modèle théorise donc l'impact de l'attention sur la discrimination temporelle, même si la notion de porte attentionnelle est discutée par Lejeune (1998), pour laquelle l'idée d'un interrupteur oscillant selon la charge attentionnelle est plus pertinente. Malgré tout, les preuves selon lesquelles le temps semble plus ou moins long en fonction de la focalisation attentionnelle s'accumulent.

L'étude de Johnson et al (2007) a établi deux hypothèses étiologiques à l'altération de la perception temporelle chez le sujet TDA/H: soit une perturbation de la vigilance, soit un déficit d'attention soutenue. Smith et al (2002) appuie ce constat selon lequel il ne s'agit pas d'un déficit de représentation temporelle pur dans un TDA/H.

L'efficacité de la stratégie de comptage à voix haute pendant une épreuve d'estimation temporelle a été prouvée par différents auteurs (Clément et Droit-Volet, 2006). Chacun compte selon un rythme qui lui est propre, l'essentiel est de conserver ce rythme constant tout le long de l'intervalle de temps à estimer. Compter de façon verbale focaliserait l'apport attentionnel pour garder un rythme régulier d'émission de l'horloge interne et permettrait donc une meilleure perception du temps.

x **Planifier et différer**

Planifier, consiste à organiser les actions en fonction du temps qui passe de manière séquentielle. La tâche doit être marquée par un état actuel et un état final recherché. Il s'agit donc de décomposer la tâche et de mettre en place des stratégies à partir de fonctions préalablement acquises et de comportements expérimentés. Ce mécanisme fonctionne par essai/erreur, ce qui aboutit à l'élaboration de principes guidant la sélection et l'exécution de la tâche.

La planification fait donc intervenir la mémoire de travail pour traiter de manière pertinente les informations utiles à la réalisation de la tâche. Processus défaillant chez le sujet TDA/H, qui se singularise par une altération du tri des informations pertinentes ou non. Le sujet va également fréquemment perdre les premiers éléments de sa planification, c'est pourquoi il aurait recours à de l'impulsivité pour limiter la perte d'informations. D'un point de vue moteur, les mouvements sont caractérisés par un manque chronique de continuité.

Ce déficit de planification est à mettre en lien avec la difficulté à différer. Barkley postule que les enfants atteints de TDA/H ont des capacités similaires aux enfants d'âge inférieur, d'où une perception plus lente du temps qui passe. La mémoire de travail est à nouveau impliquée. Son atteinte limite l'établissement d'une continuité entre deux événements. C'est pourquoi le sujet TDA/H se singularise par une temporalité fixée dans le présent, "ici et maintenant".

VI. Actions motrices et perception temporelle

x Les coordinations complexes

Méli et Soppelsa (2006) ont montré une lenteur significative de l'enfant TDA/H dans la mise en place d'activités coordonnées et répétitives. En faisant référence à l'échelle de développement psychomoteur de Lincoln-Oseretsky, les deux facteurs principalement atteints sont F3: coordination pied-main et F5: équilibre statique; de même que le score global.

x Le couplage perception-action

Coupler les perceptions et les actions permet un ajustement corporel à l'environnement selon des stimuli visuels ou auditifs. Cette habileté complexe est permise grâce au timing. Pyjarinet (2014) le définit pour le sujet comme "la capacité à percevoir et estimer des intervalles de temps ou à traiter des intervalles de temps spécifiques dans l'optique d'ajuster ses comportements". Le timing se décline communément sous 3 principaux aspects:

- Le timing prédictif: estimer et discriminer des laps de temps en millisecondes ou secondes spécifiques à une situation.

- Le timing moteur: c'est ajuster les réponses motrices à des intervalles endogènes ou exogènes apparaissant de façon régulière. Il s'agit de ce type de timing lors des épreuves de tapping ou de reproduction rythmique. Moduler la vitesse de leurs mouvements dans les deux sens est coûteux pour les personnes atteintes du TDA/H, ce qui témoigne d'un tempo moteur stable voire rigide, ce

qui dans certaines situations les rendent inopérantes.

Stevens et al. (1970) ont prouvé que sur une épreuve de tapping, les enfants atteints de TDA/H ont un tempo spontané plus rapide que les sujets témoins. Par ailleurs, Rubia et al(1999) ne retrouvent pas ce constat de vitesse anormale en revanche ils remarquent un manque de régularité importante à la fois sur des tâches de synchronisation sensorimotrices et sur des épreuves de tapping calées sur un rythme compris entre 0,5 et 2 secondes.

Zelaznick (2012) a montré, un déficit global de synchronisation chez les sujets porteurs du TDA/H. En effet sur une épreuve de synchronisation avec un métronome, les personnes avec TDA/H se sont montrées moins précises que les sujets typiques: il s'éloignent plus vite de la vitesse initiale.

Environ 56% des sujets atteints de TDA/H présentent des réponses rythmiques anormales en comparaison aux sujets contrôles (8%) (Ben Pazi, 2006). Plus l'individu est hyperactif, plus il présente une instabilité rythmique.

- L'anticipation temporelle: il s'agit de garder en mémoire des formes rythmiques afin d'anticiper la survenue du stimulus suivant.

x La synchronisation sensori- motrice

Chaque individu possède un tempo moteur spontané (varie de 380ms à 880 ms) selon lequel il agit de la manière la plus confortable pour lui. Ce rythme corporel personnel a tendance à ralentir avec l'âge. Plus le tempo moteur spontané est différent du rythme imposé, plus la synchronisation est difficile particulièrement chez l'enfant et le sujet âgé.

La synchronisation sensori motrice est une forme de couplage perception action, elle consiste à coordonner de façon rythmique les mouvements au stimulus externe qu'il soit visuel ou auditif. Chaque individu possède un temps de réaction physiologique qui logiquement devrait décaler la réponse de l'apparition du stimulus. Or dans la synchronisation sensori motrice, c'est le caractère global de la série de stimuli qui est considéré comme responsable de la réponse et non pas chaque stimulus perçus isolément. C'est en cela que la synchronisation se différencie de la réaction. Ainsi lors des épreuves de synchronisation sensori motrice, le signal de la réponse correspond au laps de temps qui s'écoule entre deux signaux successifs. Ce constat nécessite donc que la cadence

d'apparition des stimuli soit régulière. Le sujet procède par anticipation du stimulus suivant en intégrant un intervalle de temps fixe. Lamour (1983) précise que dès le troisième signal isochrone la synchronisation s'est mise en place par projection de l'intervalle entre le stimulus 1 et 2.

Réciproquement, il apparaît que si les signaux sont présentés de façon aperiodique la synchronisation est impossible, elle ne pourra être effective qu'en percevant la globalité de la séquence qui doit être répétée à l'identique, dans ce cas la synchronisation s'établit également dès le troisième stimulus.

VII. Principaux modèles des mécanismes temporels

A. Les modèles d'horloge interne

x L'horloge interne de Gibbon et Church (1984)

Jamais aucun organe sensoriel n'a été identifié comme étant consacré à la perception temporelle. Les scientifiques ont, en revanche, établi le fonctionnement d'un processus interne qui permet la mesure temporelle. On parle d'horloge interne, composée de trois éléments:

-Un émetteur, à l'origine d'impulsions. Appelé aussi base de temps, il est composé de neurones corticaux.

-Un interrupteur qui régule le passage des impulsions.

-Un compteur qui a pour rôle d'incrémenter les impulsions sous forme d'unités chronométriques.

Cette horloge fonctionne en parallèle avec un processus mnésique où sont stockées les durées expérimentées, qui seront ensuite traitées par un processus décisionnel qui émettra un jugement temporel de la situation.

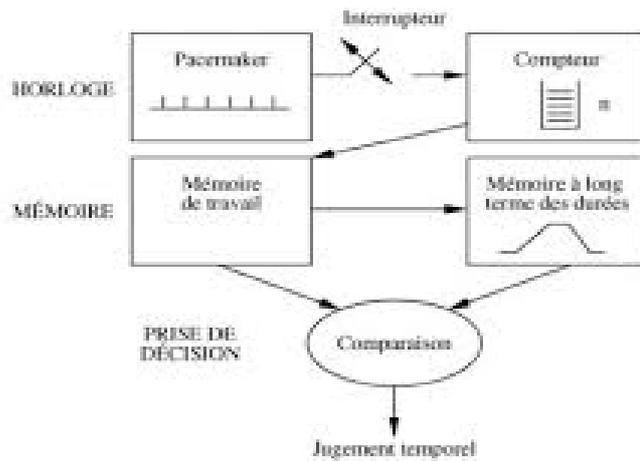


Figure 7: Modèle de l'horloge interne (Gibbon et Church, 1984)

Lorsque le sujet est exposé à un stimulus extérieur, l'émetteur envoie des impulsions qui par la fermeture de l'interrupteur vont s'accumuler au niveau du compteur. L'estimation temporelle est corrélée positivement au nombre d'impulsions dans l'accumulateur. Plus il y a d'impulsions dans le compteur plus le temps nous paraît long. A contrario, lorsque le stimulus disparaît, l'interrupteur est ouvert et les impulsions ne sont plus envoyées vers le compteur.

Toute estimation produite à partir de ce système est subjective. En effet, chaque individu se singularise par un rythme de base de l'horloge interne qui lui est propre. Ainsi, la vitesse d'émission ou de fermeture de l'interrupteur peut être variable de manière inter-individuelle et intra-individuelle. En effet la prise de substance peut être à l'origine de variations ainsi que la modalité de présentation du stimulus: un stimulus auditif entraînera plus d'impulsions qu'un stimulus visuel, la durée estimée sera alors d'autant plus longue.

Comme vu précédemment, le mécanisme d'horloge interne est intimement lié à l'apport attentionnel alloué à la tâche.

x **Le modèle d'horloge interne de Treisman et al (1990)**

Ce modèle est construit de la même façon que le précédent avec un émetteur, un interrupteur et un compteur. En revanche la distinction entre les deux modèles s'opère par la prise en compte des

afférences sensorielles. En effet Treisman postule que l'émission des "tics" est régulière sans apport sensoriel, par contre la cadence d'émission se modifie et s'adapte à l'intensité des afférences sensorielles lorsque celles-ci apparaissent.

Ces deux modèles appartiennent aux théories de temps scalaire qui définissent l'estimation temporelle selon une caractéristique précise: la durée de l'intervalle de temps augmente proportionnellement avec les déviations standards des estimations faites pour cette durée. On parle de «propriété scalaire» qui respecte la loi de Weber. Le jugement temporel s'établit en fonction de l'échelle de temps utilisée.

B. Les modèles neurobiologiques

x Le modèle de rampe de Durstewitz

Lors d'une épreuve de mémoire de travail, il est observé que certains neurones corticaux principalement préfrontaux fonctionnent de manière soutenue et constante. Par ailleurs, maintenir en mémoire une information utile à la réponse est associé à une activité intense et régulière de neurones sous corticaux.

C'est à partir de ce constat que Durstewitz (2004) propose une nouvelle vision des processeurs temporels. L'estimation temporelle est en rapport avec le taux de décharge accumulé de neurones spécifiques appelés "Climbing Neuron". A la fin de la durée, l'activité de ce réseau neuronal est comparée à celle de neurones sensoriels par l'intermédiaire du striatum. C'est la différence entre les deux taux d'activités qui dicte le jugement temporel.

x Le modèle de détection de coïncidence de phase

Church et Broadbent (1990) ont été les premiers à établir un modèle de coïncidence de phase. Ils établissent qu'un ensemble de neurones oscille selon une fréquence donnée de façon synchrone tout le long de l'intervalle de temps à estimer. Cependant à la fin du laps de temps, ils remarquent que seul un sous groupe de ces neurones a conservé une oscillation en phase. Ce

phénomène appelé «coïncidence de phase» ou «durée d'intérêt» est alors mémorisé et associé à la durée expérimentée. Cette mémorisation est sous le contrôle dopaminergique. Par la suite, lorsque le sous ensemble de neurones encodés se retrouve à nouveau en phase, cela signifie que la durée écoulée est identique à celle encodée précédemment.

Matell et Meck (2005) ont actualisé ces travaux. Ils proposent l'existence d'une boucle cortico-striato- thalamo-corticale, impliquée dans le traitement temporel. Les neurones oscillateurs sont corticaux ou thalamiques alors que les détecteurs de phase sont striataux. On parle du modèle «Striatal beat frequency», selon lequel le striatum est au centre de la perception temporelle en couplant les informations motrices et sensorielles en fonction d'une situation temporelle. «Chacun de ces neurones reçoit jusqu'à 30 000 connexions provenant d'un contingent de neurones du cortex oscillant à des fréquences différentes. Ces neurones du striatum seraient à même de lire le code temporel émis par des neurones oscillateurs corticaux. Ils s'activeraient notamment lorsque l'activité oscillatoire correspondrait à des profils d'activité détectés antérieurement et stockés en mémoire», indique Warren Meck (2005).

Buhusi et Meck (2005) considèrent le modèle « Striatal beat frequency » comme l'équivalent neurologique du modèle de l'horloge interne (Gibbon,1984).

x **Autres modèles**

- Staddon et Higa (1999) postulent que la discrimination du laps de temps, dans un contexte de renforcements des réponses à intervalles réguliers, se fait suite à la perte de l'encodage du renforcement précédent.

- Goddard (Goddard, 2000 cité par Quartier, 2008) soumet l'hypothèse de l'existence d'une relation inverse entre le jugement temporel et la vitesse de travail du cerveau. Il s'agit en fait d'établir une correspondance entre l'état de conscience et la perception du passage du temps: face à un esprit conscient, le temps est perçu de façon correcte, il peut être modulé pour prendre une décision adaptée. A contrario, face à un esprit «groggy» le temps expérimenté semble court. En résumé, plus le cerveau travaille rapidement moins le temps qui passe semble rapide. J'expose ici cette théorie car Goddard fait le lien avec l'hyperactivité: l'enfant hyperactif aurait une vitesse de travail cérébrale atypique, plus lente que la moyenne, c'est pourquoi le temps paraîtrait trop rapide pour ces

enfants. Goddard va jusqu'à expliquer les faiblesses de concentration par ce phénomène. Le méthylphénidate aurait alors pour effet de stimuler la vitesse de travail. Cette hypothèse certes intéressante me semble pour autant difficile à vérifier scientifiquement parlant.

VIII. Substrats neuro-anatomiques de la perception temporelle

x Le cortex préfrontal

Le cortex préfrontal joue un rôle dans l'acquisition et le maintien de l'information temporelle en mémoire (Mangels et al 1998). Franck et al (1997) précisent que «le cortex frontal utilise un mode de décharge tonique pour l'encodage et le maintien d'une information au cours du temps en mémoire de travail».

Il est impliqué quand la tâche requiert des intervalles de temps longs et où ce dernier n'est ni matérialisé ni explicite. De surcroît, le cortex préfrontal regroupe des fonctions de haut niveau indispensables au traitement cognitif de l'information temporelle (Carreli, Forman et Mantyla, 2008). Pour Koch et Oliveri (2002), l'accumulateur de l'horloge interne (Gibson,1984) serait localisé dans le cortex frontal droit.

x Les ganglions de la base et l'aire motrice supplémentaire

Les ganglions de la base sont constitués d'un ensemble de noyaux sous corticaux incluant le striatum (noyau caudé et putamen), le pallidum, le noyau sub thalamique et la substance noire (réticulée ou compacte). Ce réseau reçoit des afférences corticales par le striatum tandis que les sorties se font par le globus pallidus et la substance noire réticulée.

Les ganglions de la base, source de dopamine, sont impliqués dans le traitement temporel (Buhusi et Meck, 2002; Matell et al, 2006). En effet ils appartiennent à un système de traitement temporel automatisé en lien avec des circuits moteurs (Lewis et Mialls, 2003). Ce réseau inclut également l'aire motrice supplémentaire bilatérale, le cortex sensorimoteur gauche, le cervelet droit, le cortex prémoteur latéral et le thalamus. Pourtant dans les tâches de timing, l'activation des

ganglions de la base est remarquée même quand aucun mouvement n' est nécessaire à la réponse (Lewis et Mialls, 2003).

Par ailleurs, les ganglions de la base sont reliés au striatum par de nombreuses liaisons fonctionnelles, Pouthas et Macar (2005) ont montré que ces deux structures jouent un rôle spécifique dans le traitement temporel, en effet elles sous tendraient l'accumulation des unités temporelles définies dans le modèle de Gibbon soit la fonction d'émetteur. Franck et al (1997) postulent que les ganglions de la base «déchargent qu'à des instants bien précis afin de déclencher la mise à jour de la mémoire de travail (..) au sein du cortex frontal». Récemment, Leland et Paulus (2005) ont montré l'existence d'une corrélation positive entre l'activité striatale et le temps estimé d'un délai au terme duquel une récompense est donnée.

x **Le cervelet**

Mangels, Ivry et Shimizu (1998) précisent dans leur travaux que le cervelet intervient dans la perception de courtes durées (moins d'une seconde). Une réduction cérébelleuse induit une sollicitation plus importante des aires préfrontales, qui incluent la mémoire de travail, d'où des difficultés plus importantes pour les durées longues. La participation du cervelet nécessite que le temps soit présenté de manière explicite et matérialisé par un stimulus. Par ailleurs le cervelet permet le déroulement des actions selon une chronologie, c'est pourquoi une atteinte du cervelet entraînera une altération du tempo moteur.

IX. Rôle du méthylphénidate

Administrable sous diverses formes: Ritaline, Ritaline LP, Concerta LP, le méthylphénidate est actuellement la molécule la plus prescrite dans le cadre du TDA/H. Les bénéfices attendus concernent le domaine cognitif, moteur et social, les principaux sont les suivants: réduction de l'activité motrice, de l'agitation, de l'impulsivité, des conflits et des attitudes agressives, amélioration de l'écriture, du contrôle moteur fin, des aptitudes attentionnelles, des relations familiales et avec les pairs, de l'autocontrôle et enfin de l'utilisation de stratégies cognitives.

Concernant la temporalité, aucune étude n'a prouvé d'efficacité du méthylphénidate sur les capacités de production et reproduction de durées (Barkley 1997; Baldwin et al 2004) ainsi que sur

les autres processus temporels (Rubia et al 2003). Toutefois il est reconnu que les traitements médicamenteux (méthylphénidate dans la majorité des recherches) réduisent la variabilité des performances lors des épreuves d'anticipation et de production temporelle ainsi que le nombre de réactions impulsives dans les tâches d'anticipation (Rubia et al, 2003; Baldwin et al, 2004 cité par Quartier, 2008).

CONCLUSION DE LA PARTIE THEORIQUE

Le TDA/H est donc par sa symptomatologie un trouble à l'origine de nombreux handicaps tant personnels que sociaux. Outre la triade symptomatique caractéristique, le lien entre le TDA/H et le développement du sens du temps est de plus en plus pris en considération. En effet suite aux recherches, il apparaît que de nombreuses études, ayant pour paradigme la perception temporelle, relèvent des différences significatives entre les sujets TDA/H et les sujets sains.

Les enfants TDA/H présentent donc des particularités dans la manière de percevoir le temps et de le gérer. C'est à partir de cette affirmation que je fonde ma réflexion. Quels peuvent être les impacts, si toutefois ils existent, d'une expérimentation sur le temps, sur le profil attentionnel d'un enfant TDA/H?

PARTIE PRATIQUE

I. Démarche et objectifs de la prise en charge

A partir des éléments théoriques recensés dans la première partie j'ai mené une longue réflexion sur la prise en charge d'une distorsion temporelle chez un enfant TDA/H. Dès les prémices de cette réflexion, j'ai opté pour une approche la plus corporelle possible du problème. De ce fait, j'ai souhaité intégrer une composante motrice dans la majorité des exercices proposés. Dans cette optique j'ai défini deux voies «royales» à la prise de conscience temporelle par le mouvement: la première étant la voie de l'imagerie motrice et la deuxième celle du couplage rythmique sensori-moteur. Le but principal de ces deux principales voies de rééducation est de mettre l'enfant dans une situation de vécu temporel par le mouvement. Mon objectif central dans la mise en place du protocole est le fait que les enfants expérimentent par l'intermédiaire d'activités motrices le temps qui passe.

S'ajoutent à ces deux grands principes une épreuve d'estimation et de reproduction temporelle, les tâches de reproduction étant considérées comme étant les plus opérantes dans la mesure de la perception temporelle (Brown,1990; Zakay,1990; Mimuraa, Kinsbourne et O'Connor, 2000 cités par Quartier, 2008) ainsi qu'une tâche d'anticipation.

La passation des bilans psychomoteurs avant et après la prise en charge, a pour but de mettre en évidence les impacts, si ils existent, d'une meilleure perception temporelle sur les troubles attentionnels de l'enfant.

II. Présentation des tests utilisés

A) Les tests psychomoteurs

x Le test des deux barrages ou T2B

Cette épreuve, composée de deux parties, mesure l'attention soutenue. Dans une première partie l'enfant doit barrer un signe donné sur une page A3 parmi un ensemble de signes concurrents. Il doit explorer la totalité de la feuille sans limite de temps. Puis dans un second temps, l'enfant doit barrer deux signes à la fois pendant 10 minutes. A chaque fois, il est demandé au sujet de «travailler vite et bien»donc d'être rapide et précis à la fois. Les résultats sont obtenus en Ecart Semi Inter Quartile (ESIQ), la norme ses situant entre - 1 ESIQ et + 1 ESIQ.

→ On obtient plusieurs variables:

-L'indice d'inexactitude: c'est le rapport du nombre total d'erreurs (omissions et additions) au nombre total de signes à barrer augmenté du nombre d'additions.

-La vitesse de barrage (V): c'est le nombre de signes examinés à la minute.

-Le rendement (R): c'est le nombre moyen de signes barrés à la minute multiplié par 10 pour le premier barrage et pendant les 10 minutes pour le deuxième barrage.

→ On obtient alors deux quotients:

-Le quotient de vitesse: $[(2 \times V2) / V1] \times 100$

-Le quotient de rendement: $(R2/R1) \times 100$

x Test d'appariement d'images

Cette épreuve permet l'évaluation de l'impulsivité cognitive. Suite à un exemple, on présente 10 planches à l'enfant. A chaque fois, le sujet doit parmi six images identifier celle qui est identique au modèle. Pour chaque planche, l'enfant dispose d'une minute maximum pour donner du premier coup la bonne réponse. En effet chaque mauvaise réponse sera comptabilisée jusqu'à la réussite ou à la fin de la minute.

Les résultats sont exprimés en Déviation Standard ou DS. On obtient les scores suivants:

-Temps de première réponse (en secondes), il s'agit de la moyenne des temps de premières réponses des dix planches.

-Temps total (TT) (en secondes) mis pour réaliser l'ensemble du test.

-Nombre de réussite (R): une réussite correspond à une bonne réponse donnée du premier coup.

-Nombre d'erreurs (E).

→ Deux index sont ensuite calculés:

-Index d'exactitude: $R \times 60 / TT$: il correspond au nombre de réussite ramené à une minute.

-Index d'impulsivité: $E \times 60 / TT$: il correspond au nombre d'erreurs ramené à une minute.

x Tea- Ch

Ce test, destiné à l'enfant, a pour but d'établir un profil des difficultés attentionnelles. Les quatre premiers subtests ont été proposés ce qui a permis d'évaluer quatre domaines attentionnels: l'attention sélective, l'attention soutenue, le contrôle attentionnel ainsi que la performance en double tâche.

Subtest: Recherche dans le ciel

Il s'agit dans une première partie (A) d'entourer le plus vite possible un maximum de paires de vaisseaux identiques au milieu de vaisseaux distracteurs. Dans une seconde partie (B), appelée «contrôle moteur» toutes les cibles sont à entourer le plus vite possible. Cette épreuve permet d'évaluer la qualité de l'attention sélective visuelle ainsi que l'impulsivité en comparant la note d'exactitude obtenue dans la partie A et la note de vitesse de traitement de la partie B.

Subtest: Coups de fusil

Il s'agit d'une épreuve de comptage de signaux sonores espacés de silences plus ou moins longs. L'enfant doit compter dans sa tête sans s'aider des doigts. Ce subtest est dédié à l'évaluation de l'attention soutenue auditive.

Subtest: Les petits bonhommes verts

L'enfant doit en fonction de l'orientation des flèches faire un décompte croissant classique ou un décompte à rebours. La qualité du contrôle attentionnel, la mémoire de travail avec un support visuel ainsi que la résistance à l'interférence sont mesurés grâce à ce subtest.

Subtest: Faire deux choses à la fois

Deux sub tests précédents: «recherche dans le ciel» et «coups de fusil» sont à réaliser de manière simultanée. Il est donc question d'attention divisée dans le cas de modalité d'entrée visuelle et auditive.

Chaque subtest est évalué selon des pourcentages cumulés (% cumulés). La moyenne étant comprise entre 25 et 75 % cumulés.

B) Les épreuves temporelles

A ma connaissance, il n'existe pas à ce jour de tests qui permettent d'évaluer les capacités temporelles des enfants. Cependant afin d'introduire le travail sur la temporalité, j'ai proposé 5 épreuves qui m'ont paru adaptées pour établir une ligne de base à la prise en charge.

Dans un premier temps les épreuves de Draw A Line Slowly (DALs) et Walk A Line Slowly (WALS) ont été administrées, à défaut de dépendre principalement de capacités d'inhibition et de contrôle moteur, leur utilisation est motivée par la notion de "temps nécessaire à la tâche".

x DALS (Draw A Line Slowly) (Halperin et al, 1994)

L'enfant doit repasser une ligne de 30 cm le plus lentement possible sans revenir en arrière, s'arrêter ou lever le crayon. Cette épreuve est donc chronométrée.

x WALS (Walk A Line Slowly) (Halperin et al, 1994)

L'enfant doit marcher sur une ligne de 2,5 mètres le plus lentement possible. L'épreuve est également chronométrée.

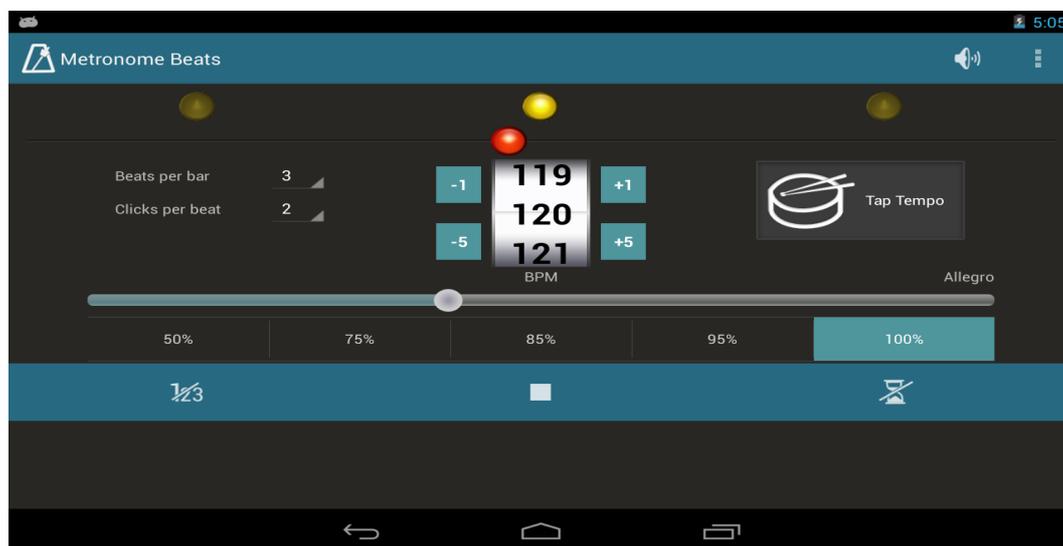
Dans un second temps et afin de faire davantage le lien avec les processus temporels (Toplak et Tannock, 2006), deux tâches supplémentaires sont proposées: la première est axée sur la reproduction de tempo, la seconde est une tâche de production de durées au chronomètre. Un questionnaire est également proposé aux enfants.

x Épreuve de tapping

Nous avons vu dans la première partie que les sujets atteints de TDA/H sont en difficulté face à ce type d'épreuve. J'ai choisi de proposer aux enfants suivis, une épreuve de tapping en utilisant un métronome. L'enfant écoute dans un premier temps un tempo donné 5 fois de suite, le tempo étant visualisé pour l'enfant par un curseur rouge se déplaçant de droite à gauche ainsi que par un signal sonore. Pour ma part, le tempo est visualisé par un chiffre. Puis le tempo spontané est

arrêté et c'est à l'enfant d'appuyer sur un bouton pour reproduire le tempo précédemment expérimenté 5 fois de suite. Je compare alors les variations de sa production par rapport au tempo initial.

Les tempos présentés sont identiques pour les deux enfants concernés à savoir: 40 battements par minutes, 65 battements par minutes et 90 battements par minutes



Épreuve de tapping à l'aide d'un métronome numérique

x **Production de durées**

Cette épreuve permet d'évaluer la perception du temps chez l'enfant. J'indique une durée à produire à l'aide d'un chronomètre. L'enfant doit alors déclencher puis arrêter le chronomètre quand il estime que la durée demandée est écoulée, la face visible du chronomètre est donc en permanence vers moi.

x **Questionnaire sur le sens du temps pour l'enfant (QTE)**

Vincent Quartier (2008) a mené une étude sur la temporalité des enfants porteurs d'un TDA/H. S'inspirant des travaux de Capul, il propose un questionnaire étalonné auprès de 153 enfants âgés de 6 à 13 ans pour mettre en évidence des difficultés temporelles chez l'enfant. Le QTE est composé de 34 items regroupés selon 5 échelles (Voir annexes):

- Nombre de réussites: 2 soit -1,6 DS
- Nombre d'erreurs: 12 soit +3 DS
- Index d'exactitude: 0,37 soit -1,2 DS
- Index d'impulsivité: 2,2 soit +3,5 DS

Théo fait preuve d'une grande impulsivité, il ne cherche pas éliminer chacune des mauvaises réponses par rapport au modèle. Il compare les images une à une et pointe l'image si il ne voit pas de différence. Théo n'utilise pas la totalité du temps à sa disponibilité pour trouver la bonne réponse, comme en témoigne le score de première réponse qui est déficitaire. Lors de l'épreuve, on peut également remarquer de l'agitation, Théo touche à tout et gigote sur sa chaise. Il commet beaucoup d'erreurs par rapport aux enfants de son âge. L' index d'impulsivité se situe dans une zone déficitaire. Théo fait preuve d'impulsivité cognitive.

- **Tea-Ch**

Recherche dans le ciel

Théo a obtenu les scores suivants:

Nombre de cibles correctement encerclées: 17 soit 20 % cumulés

Temps par cibles: 5,9 soit 15 % cumulés

Note d'attention: 5,09 soit 15 % cumulés

Théo procède par colonne en utilisant son crayon comme curseur, aucun oubli n'est reperé dans les 3 premières colonnes puis Théo explore le reste de la planche par îlots, certains étant explorés plusieurs fois alors que certaines paires de vaisseaux ne sont pas observées du tout. Théo obtient un score d'exactitude inférieur à la moyenne des enfants de son âge. De plus, la vitesse de traitement d'informations est également plus lente. Théo ne présente pas d'impulsivité mais il ne met pas à profit une vitesse ralentie pour être plus précis. La note finale d'attention le situe dans une zone déficitaire par rapport aux enfants de son âge.

Coups de fusil:

Il obtient le score suivant:

5 points sur 10 soit 17% cumulés

A l'annonce de l'épreuve, Théo se montre angoissé car ce subtest lui a déjà été proposé auparavant et Théo en garde un mauvais souvenir. Théo va rapidement montrer de la lassitude face à cette épreuve monotone. Il souffle, gesticule et joue avec un stylo. Lors des temps de silence entre les coups de fusil, Théo s'agite. Il obtient un score déficitaire pour son âge.

Les petits bonhommes verts

Il obtient les scores suivants:

3 bonnes réponses soit 4 % cumulés

Note de temps: 8,3 soit 5 % cumulés

Cette épreuve s'est avérée particulièrement coûteuse pour Théo. Il se précipite, compte très vite. Théo semble vouloir terminer au plus vite chaque item. Les résultats montrent un contrôle attentionnel déficitaire, le temps de traitement de l'information est également trop long pour sa tranche d'âge.

Faire deux choses à la fois

Il obtient le score suivant:

Coût de la double tâche: 2,1 soit 40 % cumulés

Théo obtient un score qui le situe dans la moyenne.

• DALS

Théo s'est prêté à l'exercice sans difficulté, le prenant comme un défi. Il met finalement 1 minute et 57 secondes pour repasser l'ensemble de la ligne. Il est ici intéressant de s'intéresser à l'évolution de la vitesse tout au long du tracé: les 10 premiers centimètres ont été repassés en 53 secondes puis il faudra 42 secondes pour tracer le deuxième tiers et enfin 22 secondes pour repasser

les 10 derniers centimètres. Théo a donc montré des difficultés à garder une vitesse lente et régulière, on peut en effet noter une nette accélération quasiment dès le début du tracé.

- **WALS**

Théo procède en marchant pieds joints et en trainant des pieds. La distance est parcourue en 45 secondes. A noter que la première moitié de la ligne est parcourue en 29 secondes, donc Théo accélère dans la deuxième partie du trajet.

- **Epreuve de tapping**

Tempo initial	40	65	90
<i>Tempo reproduit</i>			
1er essai	28	83	85
2ème essai	55	73	145
3ème essai	45	79	122
4ème essai	48	85	112
5ème essai	53	75	99

On remarque tout d'abord, un décalage récurrent vis à vis des tempo initiaux, parfois même les productions ne pouvant correspondre à la dizaine de la fréquence imposée. Cet écart est largement en faveur d'une accélération de reproduction, Théo produit donc un rythme trop rapide pour chaque fréquence. Toutefois les valeurs les plus éloignées du tempo demandé sont suivies de fréquences moins rapides ainsi Théo semble percevoir la différence de tempo et est capable de se corriger en ralentissant ses frappes sans jamais se rapprocher de façon précise du tempo initial.

- **Production de durées**

Durées à produire	2 secondes	10 secondes	1 minutes et 15 secondes	2 minutes
Résultats	3 secondes 40	22 secondes	1 minutes 53 secondes	1 minutes 40 secondes

Théo compte dans sa tête à la fois quand je fais défiler la durée et quand c'est à son tour de la reproduire. Les résultats montrent une surestimation temporelle, en effet chacune des durées produites sont plus longues que celles demandées. Pour les 10 secondes, Théo me dira en arrêtant le chronomètre, qu'il pense être aller trop long.

- **Questionnaire sur le sens du temps pour les enfants (OTE)**

1 Penses-tu souvent à quand tu étais petit ? Non
2 Combien de temps mets-tu pour t'habiller ? 5 minutes
3 Peux-tu me dire les saisons dans l'ordre ? Été, printemps, automne, hiver
4 Combien de temps durent les longues vacances (été) ? 15 mois
5 Est-ce que 8 minutes pour lacer ses chaussures, c'est long ? Oui
6 Combien de temps dure la nuit quand tu es dans ton lit ? Environ 25heures, un rêve dure 5 minutes
7 Quel jour de la semaine serons-nous demain ? Jeudi
8 Midi, matin, soir, est-ce que c'est dans l'ordre ? Non
9 Le dimanche dure-t-il le même temps que les autres jours de la semaine ? Non
10 Combien de temps mets-tu pour te brosser les dents ? 3 minutes ou 3 secondes
11 Oublies-tu souvent de prendre tes affaires à l'école ? Non
12 Est-ce qu'un film de 2 heures, c'est long ? Oui c'est très long
13 Dans combien de temps seras-tu un adulte ? dans 10 ans
14 Mardi, jeudi, mercredi, samedi, est-ce que c'est dans l'ordre ? Non
15 En quelle année sommes-nous ? 2015
16 Combien de temps est-on bébé ? 15 jours
17 Le soir, avant de t'endormir, penses-tu souvent à la journée que tu viens de passer ? Non jamais
18 Es-tu souvent en retard ? Parfois
19 Si tu avais ton anniversaire dans une semaine, tu trouverais ça plutôt long ? je sais pas
20 En quelle saison sommes-nous ? Hiver
21 Est-ce qu'un trajet de 10 minutes pour aller à l'école, c'est long ? Pas trop
22 Pâques, Noël, Nouvel An, 1er août, est-ce que c'est dans l'ordre ? Non
23 Le soir, avant de t'endormir, penses-tu souvent à la journée du lendemain ? Non
24 Combien de temps mets-tu pour manger une tartine ? 3 secondes
25 À quel âge est-on vieux ? à 50 ans
26 Quel mois sommes-nous? Janvier
27 Combien de temps se passe-t-il entre le moment où tu te lèves et le moment où tu te couches? 10 heures
28 Penses-tu souvent à ton avenir, à quand tu seras grand ? Jamais
29 Est-ce que les chevaliers, les dinosaures, les ordinateurs, c'est dans l'ordre ? Non
30 Est-ce qu'un trajet de 45 minutes pour aller à l'école, c'est long ? Non ça va
31 Combien de temps y a-t-il entre deux de tes anniversaires ? Un an

x Bilan initial de la prise en charge

- **Test des deux barrages**

Il obtient les scores suivants:

Barrage simple	Double barrage
Indice inexactitude : -1 ESIC (10 erreurs)	Indice inexactitude : 0,55 ESIC (10 erreurs)
Vitesse : 480 " soit +1 ESIC	Vitesse : 0 ESIC
Rendement : 0,35 ESIC	Rendement : 0,18 ESIC
Quotient vitesse : -1 ESIC	
Quotient rendement : -0,14ESIC	

Lors du premier barrage, Simon veut commencer avant la fin des consignes. Il gigote, tient un discours sans rapport avec la tâche. Il obtient des scores égaux à la limite inférieure de la norme.

Lors du deuxième barrage, Simon se montre précis et rapide, comme le montre les résultats. Concernant son comportement, Simon travaille debout, il gigote, il est distrait par les bruits environnants.

- **Test d'appariement d'images**

Il obtient les scores suivants:

- Temps de première réponse: 43,2" soit -0,3DS
- Temps total: 462 " soit -0,42 DS
- Nombre de réussites: 3 soit -1,2 DS
- Nombre d'erreurs: 4 soit -0,45 DS
- Index d'exactitude: 0,38 soit -1 DS
- Index d'impulsivité: 0,51 soit -0,27 DS

Simon masque les dessins au fur et à mesure qu'il les élimine. Il ne présente pas d'impulsivité à la présentation des planches comme en témoigne le score de temps de première réponse. On ne retrouve pas d' impulsivité cognitive.

- **Tea-Ch**

Recherche dans le ciel

Il a obtenu les scores suivants:

Nombre de cibles correctement encerclées: 16 soit 6 % cumulés

Temps par cibles: 5,1 soit 60 % cumulés

Note d'attention: 3,6 soit 65 % cumulés

Simon explore la planche colonne après colonne, il est attentif à la tâche. Il s'est montré suffisamment rapide pour son âge en revanche il est beaucoup moins précis. En effet seulement 6 % des enfants du même âge obtiennent un score inférieur au sien. Ces résultats témoignent d'une impulsivité. La note d'attention le situe dans une zone moyen- fort.

Coups de fusil

Il obtient le score suivant:

3 points sur 10 soit 4 % cumulés

Dès le 3ème item, Simon me demande si c'est bientôt fini, il regarde dehors et gesticule sur sa chaise. Simon répond avant la fin de la séquence. Il obtient un score déficitaire pour sa tranche d'âge. En effet, en moyenne, les enfants du même âge identifient de manière correcte entre 7 et 9 séquences.

Les petits bonhommes verts

Il obtient les scores suivants:

1 bonne réponse soit 3 % cumulés

Note de temps: 19 soit 5 % cumulés

La seule bonne réponse correspond au premier item, puis ce sont essentiellement des problèmes de comptage qui sont révélés. Simon oublie le chiffre qui précède la flèche. La vitesse de traitement de l'information est également trop lente pour son âge.

Faire deux choses à la fois

Il obtient le score suivant:

Coût de la double tâche: 2,1 soit 35 % cumulés

Cette épreuve de double tâche s'est montrée plus attrayante pour Simon qui l'a considérait comme un défi. En effet, il a débuté en me disant qu'il ne voulait pas compter trop de coups de fusil donc qu'il allait très vite entourer les paires de vaisseaux spatiaux. Il obtient un score qui le situe dans la moyenne.

- **DALS**

Simon procède par saccade sans lever son crayon, il lui faudra 56 secondes pour repasser les 30 centimètres. Le premiers tiers correspond aux 17 premières secondes puis 18 secondes sont mises pour parcourir le deuxième tiers et enfin 21 secondes permettent de terminer le trajet. On peut donc remarquer que Simon maintient une vitesse relativement constante au cours du tracé.

- **WALS**

Simon procède en marchant pieds joints, il est hypertonique dans ses mouvements. Le déplacement est réalisé en 1 minute et 15 secondes, dont 57 secondes pour parcourir la première moitié. Simon accélère donc de manière importante dans la dernière partie, 18 secondes seulement seront nécessaires.

- **Épreuve de tapping**

Tempo initial	40	65	90
<i>Tempo reproduit</i>			
1er essai	52	89	85
2ème essai	65	80	99
3ème essai	82	85	123
4ème essai	88	71	133
5ème essai	51	79	98

Simon trouve l'exercice compliqué, déclarant que les tempo vont trop vite pour lui. Pourtant dans l'ensemble des situations, aucune frappe ne se situe en dessous du tempo initial. Au

contraire, Simon appuie trop vite et est dans l'incapacité de ralentir de manière significative le tempo afin de se rapprocher de celui attendu. Maintenir un tempo stable est également compliqué.

- **Production de durée**

Durées à produire	2 secondes	10 secondes	1 minute et 15 secondes	2 minutes
Résultats	4 secondes	8 secondes	59 secondes	1 minute 55 secondes

Simon utilise la stratégie de compter à voix basse quand je fais défiler la durée puis compte dans sa tête quand c'est à son tour de la reproduire. Les résultats sont corrects, les écarts allant de 2 à 16 secondes.

- **Questionnaire sur le sens du temps pour les enfants (QTE)**

1 Penses-tu souvent à quand tu étais petit ? non jamais
2 Combien de temps mets-tu pour t'habiller ? 8 minutes
3 Peux-tu me dire les saisons dans l'ordre ? hiver, printemps, été, automne
4 Combien de temps durent les longues vacances (été) ? 2 jours
5 Est-ce que 8 minutes pour lacer ses chaussures, c'est long ? pas trop
6 Combien de temps dure la nuit quand tu es dans ton lit ? 21 heures
7 Quel jour de la semaine serons-nous demain ? Jeudi
8 Midi, matin, soir, est-ce que c'est dans l'ordre ? Non
9 Le dimanche dure-t-il le même temps que les autres jours de la semaine ? Oui
10 Combien de temps mets-tu pour te brosser les dents ? 15 minutes
11 Oublies-tu souvent de prendre tes affaires à l'école ? Tout le temps
12 Est-ce qu'un film de 2 heures, c'est long ? c'est normal
13 Dans combien de temps seras-tu un adulte ? dans 10 ans
14 Mardi, jeudi, mercredi, samedi, est-ce que c'est dans l'ordre ? Non
15 En quelle année sommes-nous ? 2015
16 Combien de temps est-on bébé ? Je sais pas
17 Le soir, avant de t'endormir, penses-tu souvent à la journée que tu viens de passer ? Jamais
18 Es-tu souvent en retard ? Oui
19 Si tu avais ton anniversaire dans une semaine, tu trouverais ça plutôt long ? Non
20 En quelle saison sommes-nous ? Hiver
21 Est-ce qu'un trajet de 10 minutes pour aller à l'école, c'est long ? non ça va

22 Pâques, Noël, Nouvel An, 1er août, est-ce que c'est dans l'ordre ? Non
23 Le soir, avant de t'endormir, penses-tu souvent à la journée du lendemain ? Non
24 Combien de temps mets-tu pour manger une tartine ? 10 minutes
25 À quel âge est-on vieux ? 60 ans
26 Quel mois sommes-nous? Janvier
27 Combien de temps se passe-t-il entre le moment où tu te lèves et le moment où tu te couches? 21heures
28 Penses-tu souvent à ton avenir, à quand tu seras grand ? Non
29 Est-ce que les chevaliers, les dinosaures, les ordinateurs, c'est dans l'ordre ? Non
30 Est-ce qu'un trajet de 45 minutes pour aller à l'école, c'est long ? Oui
31 Combien de temps y a-t-il entre deux de tes anniversaires ? Un an
32 Quel mois vient après le mois de mars ? Avril
33 Dans combien de temps auras-tu un métier ? Quel pourrait être ce métier ? dans 15 ans, ingénieur
34 Est-ce que ce questionnaire était long ? Non, c'est amusant

La majorité des réponses considérées comme inadaptées concernent l'échelle "durées objectives", c'est donc la capacité à estimer la durées de tâches connues qui semble la plus atteinte chez Simon selon le questionnaire. On peut également remarquer que Simon planifie peu d'activités ni même se projette dans l'avenir.

Simon obtient 20 points sur 34 soit -1,76 DS.

IV. Présentation du protocole de prise en charge

Ma prise en charge se décline selon différentes activités, pour chacune d'elles je présenterai dans un premier temps le(s) principes et le(s) objectifs visés , puis j'exposerai comment en pratique je l'ai mis en place et enfin dans un troisième temps j'établirai une trajectoire d'évolution propre à chaque enfant. Les activités n'ont pas été nécessairement présentées au cours des séances, selon l'ordre suivant.

1. L'imagerie motrice

- **Timing prédictif**

- x Principes et objectifs

La cible thérapeutique de cet axe est en premier lieu le timing prédictif. Il s'agit de l'objectif de travail des trois premières séances du protocole pour l'axe de l'imagerie motrice. Le principe de base est le même pour chaque séance, il consiste à imaginer une balle en mouvement et de donner un signal moteur lorsque l'enfant s' imagine en train de l'intercepter. L'idée décisive de l'exercice est de faire prendre conscience à l'enfant de l'importance d'un bon timing dans ce type d'activité d'interception de balle.

- x En séance

L'enfant est assis sur une petite chaise en face de moi. Je lui envoie une balle en la faisant rouler par terre 5 fois de suite, puis l'enfant ferme les yeux et pose ses mains sur ses genoux. Je donne un signal verbal quand je lance la balle, l'enfant doit baisser la main au moment où la balle est à sa hauteur pour la capter, avant qu'elle ne touche une autre partie de son corps. L'enfant doit donc visualiser mentalement le déplacement du ballon en fonction de ce qu'il a expérimenté au préalable. Un point essentiel de cette approche est la pratique variable c'est-à-dire qu' à chaque séance, les conditions de déroulement de l'exercice varient. Ainsi au fil des semaines, la distance puis la vitesse de passe varie ou bien l'enfant doit compter à voix haute tout au long du déplacement de la balle...

- x Trajectoire d'évolution

Théo

Théo met rapidement une stratégie en place en comptant dans sa tête combien de temps met la balle pour arriver jusqu'à lui. De telle sorte, il est précis dès les premiers essais. La pratique variable de l'activité a permis de démontrer davantage de difficultés quand la vitesse de passe est lente. Dans ce cas là, Théo baisse trop tôt la main et pourra me dire "j'ai compté trop vite". Théo est capable alors de ralentir son décompte pour être plus précis. La majorité des difficultés sont

finalement principalement retrouvées lorsque la vitesse de passe est lente, la réaction de l'enfant étant toujours trop précoce.

Simon

Simon aussi procède en comptant dans sa tête puis décidera d'arrêter car "compter c'est tricher". Lors des premières séances, Simon est souvent en décalage, de ce fait la balle avait soit touché son pied soit elle n'avait parcouru que la moitié de la distance lorsque Simon baisse la main. Expliciter ce laps de temps, en trop ou manquant, pour être plus précis a été nécessaire et utile. " La balle m'a touché, je suis donc en retard pour tendre la main. Il se passe donc moins de temps que je le pense pour que la balle arrive jusqu'à moi, je dois donc agir plus tôt". Et inversement si la main est descendue trop tôt: "Je suis en avance, la balle met donc plus de temps pour arriver à ma hauteur, je dois donc attendre un peu plus". En fin d'activité, Simon se montre plus précis, les erreurs étant majoritairement associées à une sous estimation temporelle.

- **Retour temporel**

- × Principes et objectifs

Ce travail correspond aux 3 dernières séances de l'axe sur l'imagerie motrice. Il a pour objectif, de faire percevoir à l'enfant combien de temps il est resté dans une situation donnée. L'enfant étant averti de la consigne au préalable.

- × En séance

L' enfant est donc dans une situation motrice dynamique. Les séquences motrices ne présentent aucune difficulté majeure pour l'enfant, afin de lui permettre de porter toute son attention sur le temps qu'il met pour réaliser le parcours. L'enfant exécute un déplacement dans la salle puis s'imagine en train de le faire en signalant le départ et l'arrivée, afin que je puisse comparer la durée réelle et la durée représentée. Dans cet exercice également, la pratique variable est très importante, les parcours vont être modifiés, des changements de direction vont être intégrés, des pauses sont incluses, le mode de déplacement est modifié en cours de situation (marche, à reculons, sauts) ainsi que la vitesse de déplacement au cours du trajet. Les temps où l'enfant reste immobile représentent un aspect essentiel dans le déroulement de l'exercice. En effet l'accent sera mis sur l'impact de ces temps "vides" sur la perception temporelle.

x Trajectoire d'évolution

Théo

Théo est précis lorsque le trajet est simple quelque soit la vitesse de déplacement, les écarts les plus importants sont de l'ordre de 5 secondes. En revanche, lorsque des pauses sont intégrées aux trajets, Théo est davantage en difficulté. Ainsi je peux constater que Théo surestime la durée du parcours. Je lui demande alors de m'indiquer le début et la fin de la pause lorsqu'il visualise le trajet. Je peux alors constater que ce sont les temps d'immobilité qui sont surestimés et non les portions du trajet où Théo est en déplacement. La durée d' un moment "vide" est donc plus compliquée à évaluer pour Théo. Ce point est discuté avec Théo, qui met alors en place une stratégie au cours des séances: compter à mi-voix lorsqu'il est immobile. Les estimations temporelles en sont alors améliorées mais l'imprécision reste toujours plus importante dans ces situations comparativement aux parcours sans pauses.

Simon

Simon est précis dans sa resituation temporelle lorsque l'allure est normale ou accélérée. En revanche lorsqu'il s'agit de faire le parcours à vitesse réduite j'observe alors une tendance à une surestimation. De plus, lorsque des changements de direction sont intégrés au parcours, Simon a besoin de suivre le parcours des yeux lorsqu'il le visualise. Ses réponses sont alors plus éloignées de la durée réelle comparativement aux parcours linéaires. Je demande alors au garçon de m'indiquer lors de la phase de visualisation, les moments de changements de direction. Je remarque alors que Simon perçoit les trajets courts de façon trop lente et a contrario les portions plus longues comme plus rapides. Cet aspect est explicité avec Simon qui sera capable d' améliorer sa précision notamment sur les durées surestimées. A noter que les temps "vides" sont également sources d'imprécision dans la perception temporelle de l'enfant.

2. Couplage rythmique sensori moteur

- **Le jeu du robot**

- ✕ Principes et objectifs

Le but principal de l'activité est d'une part la perception d'un tempo donné et d'autre part la capacité à moduler son propre tempo afin d'adopter celui imposé par le métronome. La consigne est de se déplacer au rythme du métronome dans la salle. Il s'agit donc d'un couplage auditivo moteur.

- ✕ En séance

La fréquence du métronome varie d'une séance à l'autre mais reste identique tout au long d'une même séance, en revanche la façon de se déplacer va, quand à elle, être modifiée pour une fréquence donnée: l'enfant marche, recule, saute à pieds joints et enfin frappe des mains. Il est spécifié à l'enfant qu'il doit poser les pieds ou taper des mains au moment même où il entend le signal du métronome. Une séquence de trois bip est écoutée avant de débiter le déplacement.

- ✕ Trajectoire d'évolution

Théo

Cette activité s'est avérée relativement aisée pour le jeune garçon dès la première séance. En effet dès les premiers pas, l'enfant était en rythme avec le métronome. Les difficultés qui ont pu être repérées sont corrélées à une fréquence basse de tempo (inférieure à 40 battements par minute) où l'enfant était systématiquement en avance sur le signal. Au contraire, s'ajuster à un tempo plus rapide n'a pas mis l'enfant en échec qui a su accélérer de manière adéquate son propre tempo.

Simon

Dès la première séance, cet exercice à été difficile pour Simon, en effet tantôt en retard tantôt en avance, une synchronisation parfaite au rythme du métronome à été impossible. En revanche, j'ai remarqué que Simon percevait ce décalage et tentait de le corriger en accélérant ou en

ralentissant. Au fil des séances, Simon s'est amélioré, demeurant néanmoins en décalage par rapport aux signaux auditifs. En revanche, il lui a été possible de conserver de manière homogène un rythme de déplacement. Celui-ci étant cependant plus proche de sa cadence de démarche propre que de celui du métronome. Le caractère rigide du tempo de Simon s'est retrouvé tout au long de la prise en charge.

- **Exercice visuo-auditivo-moteur**



J'utilise ici deux jeux sur la tablette: *Music Hero* et *Learn Piano*. Le principe est de se synchroniser avec les stimuli visuels et auditifs afin de produire une mélodie écoutée au préalable. Cette activité est proposée en fin de séance, les enfants y trouvant un défi d'améliorer leurs scores à chaque fois. Les stimuli apparaissent à un rythme aléatoire, il est précisé à l'enfant qu'il doit appuyer sur la touche exactement au moment où la cible est dessus.

- Trajectoire d'évolution

Les enfants ont trouvé de l'appétence dans cette activité qui clôturait chaque séance, au point où j'ai dû demander à Simon d'attendre la fin du protocole avant de l'installer chez lui... Les scores de chaque enfant se sont améliorés au fil des essais, ils ont montré une meilleure synchronisation avec les signaux visuels, en retardant leurs gestes ou au contraire en étant capable

d'accélérer leurs cadences de frappe afin de ne pas rater une note.

3. Estimation et reproduction de durées

x Principes et objectifs

Il s'agit de moments vides où l'enfant porte son attention que sur la durée qui s'écoule. Je me restreins donc pour cette activité à des durées relativement courtes soit inférieures ou égales à 60 secondes. Le principe est simple, il se décompose en deux versants: une estimation de la durée écoulée puis une reproduction de ce laps de temps.

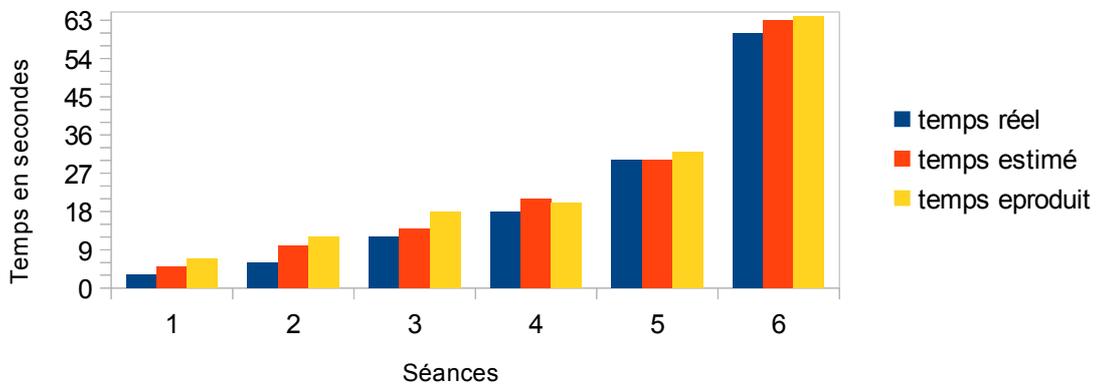
x En séance

Je fais défiler une durée à l'aide d'un chronomètre, dans un premier temps l'enfant estime verbalement la durée qui vient de s'écouler puis c'est à son tour de reproduire le laps de temps donné. Tout au long de l'activité la face visible du chronomètre est de mon côté, à noter également que je ne donne aucun retour sur l'estimation que l'enfant fait de la durée avant de la reproduire. En revanche, en fin d'exercice, je lui dévoile la véritable durée et discute avec lui de son estimation et de sa reproduction. Un graphique est réalisé au fur et à mesure pour percevoir les écarts entre ces deux valeurs. Dans tout les cas, la reproduction est comparée à l'estimation de l'enfant et non à la durée que j'ai initialement choisie. De la même manière, l'estimation est comparée à la durée initiale.

x Trajectoire d'évolution

Théo

Estimation et reproduction de durées

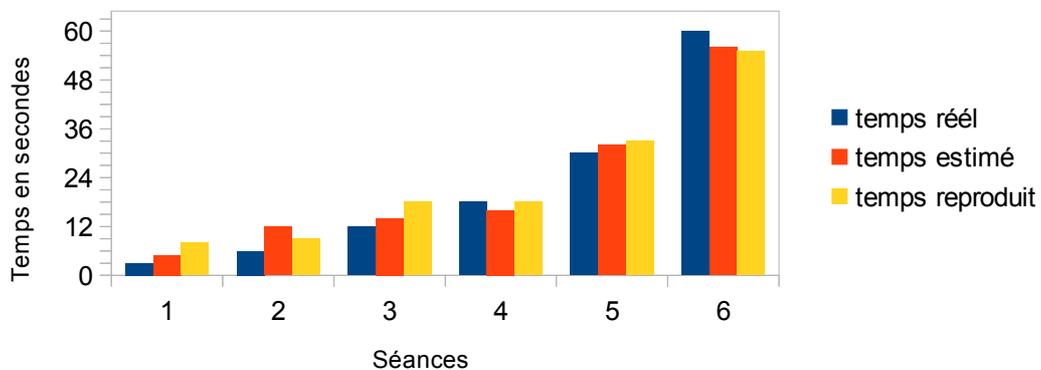


S'agissant de l'estimation temporelle, on peut remarquer que chaque durée est sur estimée, sauf une (30 secondes). La tendance à la surestimation sera toujours présente au fil des essais, en revanche il est important de noter que l'écart de l'estimation avec la durée réelle tend à diminuer au fil des séances.

En ce qui concerne la reproduction temporelle, on remarque également une sur estimation temporelle, je précise cependant que celle-ci n'a pas dépassée les 3 secondes d'écart au maximum par rapport à la durée attendue.

Simon

Estimation et reproduction de durée



Les résultats démontrent une certaine hétérogénéité, en effet tantôt l'enfant sous-estime tantôt il surestime les durées. Ces variations ne pouvant être corrélées à des bornes temporelles. De manière générale, on remarque que les durées sont surestimées. En revanche il est plus complexe d'établir une tendance générale à la reproduction, on peut cependant remarquer que l'écart par rapport à la durée estimée se réduit au fil des séances.

4. Anticipation de durées

x Principes et objectifs

L'interêt central de cette activité est double. Dans un premier temps, il s'agit pour l'enfant de pouvoir anticiper combien de temps il va avoir besoin pour réaliser une tâche au préalable décrite. Puis dans un second temps, il s'agit de revenir avec lui sur ce qui lui a été possible de réaliser dans le temps imparti.

x En séance

L'activité se décline autour de parcours moteurs où seront progressivement intégrées des étapes, la vitesse de déplacement sera également variable. Ainsi pour un parcours donné, l'enfant doit anticiper la durée nécessaire à sa réalisation, je note cette durée et lance le chronomètre quand l'enfant débute l'activité. En cours de parcours, si la durée anticipée est atteinte, c'est-à-dire que l'enfant a sous-estimé la durée nécessaire, je relève où en est l'enfant dans son déplacement. Puis quand l'enfant a terminé, je lui demande si il pense avoir respecté la durée prévue. Pour finir, je lui dévoile combien de temps l'activité lui a réellement pris et nous la comparons à celle anticipée. Je précise également à l'enfant ce qu'il a réussi à faire dans la durée prévue.

x Trajectoire d'évolution

Théo

Lors des premiers essais, Théo surestime la durée dont il va avoir besoin, l'enfant s'en rend compte assez facilement car il pourra me dire avant même que je lui dévoile le chronomètre qu'il a mis moins de temps que prévu. Je discute alors avec lui des causes de cette surestimation,

va-t-il plus vite que prévu? Le parcours est-t' il moins long qu'en apparence? Au fil des essais, Théo devient de plus en plus précis, quelles que soient les conditions de déroulement de l'activité.

Simon

Au fil des essais, Simon a eu besoin de s'appuyer sur les valeurs précédentes. Par exemple pour les modifications de vitesse, Simon réfléchit par rapport au temps associé à la vitesse normale. Ainsi il est précis dans ses anticipations, les écarts observés sont de l'ordre de 4 secondes en moyenne. En revanche, inclure des étapes a entraîné davantage de difficultés, traduites par une surestimation du temps nécessaire pour réaliser l'ensemble du parcours. J'ai donc proposé à Simon de tester isolément certaines étapes du parcours, notamment les sauts, afin de lui faire percevoir le temps que ça lui prend. Suite à quoi, Simon s'est montré un peu plus précis.

Je termine ce travail d'anticipation, par une activité différente du parcours moteur. Je pose 3 questions à l'enfant:

- Combien de temps te faut-il pour citer 5 fruits?
- Combien de temps te faut-il pour citer 10 animaux?
- Combien de temps de faut-il pour citer 3 prénoms féminins et 3 prénoms masculins?

La réponse se fait en deux temps: dans un premier temps, j'annonce la question et l'enfant doit y répondre sans qu' un délai de réflexion lui soit accordé. Puis dans un deuxième temps, je repose la même question mais un temps de réflexion est laissé à l'enfant avant qu'il ne réponde, afin qu'il prévoit à l'avance ses réponses (différentes du premier essai). Cette notion de temps de réflexion nécessaire à la réponse est expliquée et explicitée aux enfants. J'attends donc qu'ils le prennent en compte dans leurs estimations temporelles: "Quand je prépare mes solutions à l'avance, je suis plus rapide dans ma réponse".

x Trajectoire d'évolution

Par cette activité, je m'attache davantage à la compréhension que l'enfant se fait du temps de réflexion plus qu' à la précision des anticipations. Selon les conditions, les enfants ont pu adapter leurs anticipations car ils prennent en compte le fait d'avoir ou non les réponses en tête.

V. Synthèse de la prise en charge

Que ce soit Théo comme Simon, les deux enfants ont montré de l'appétance à la réalisation des activités. Souvent motivés à faire mieux que la séance précédente, les enfants se sont montrés impliqués et volontaires. Ils ont pu exprimer leur contentement quand l'écart entre une durée estimée ou anticipée et la durée réelle se réduisait, Simon ira jusqu'à déclarer qu'il est "devenu un pro du temps"

Au fil des séances, il a été intéressant de remarquer l'évolution de chacun, leurs particularités de fonctionnement face au sens du temps et de quelle manière la pratique a pu avoir un impact.

Théo

Rapellons que Théo a débuté sa prise en charge en psychomotricité par la mise en place de ce protocole. Il a donc été important de porter attention à la mise en place de l'alliance thérapeutique et d'un climat de confiance et de sécurité. Théo est effectivement un enfant anxieux, il s'est montré soucieux des résultats qu'il obtenait, de ses progrès également.

Plusieurs points sont à souligner dans la trajectoire d'évolution générale de Théo en ce qui concerne sa perception du temps. Tout d'abord, il m'est apparu de façon plutôt précoce et par la suite de façon récurrente que Théo fonctionne selon un mode de surestimation, d'accélération, de "trop rapide par rapport à..". En effet, il se montre trop rapide sur les activités de synchronisation, les durées sont surestimées de manière quasi systématique, l'anticipation est également pénalisée par ce phénomène de surestimation. Tout au long des séances, ce constat est relevé, c'est pourquoi le mettre en relief a été nécessaire afin que l'enfant puisse le percevoir et l'appivoiser.

En effet, un autre élément essentiel dans l'évolution de Théo, est sa capacité à s'adapter en prenant en compte ses erreurs. C'est pourquoi au fil des séances, les écarts d'estimation, de reproduction ou encore d'anticipation se réduisent. Théo est capable de se référer aux situations précédentes pour jauger une nouvelle situation. "J'ai mis tant de temps pour réaliser ce parcours, deux étapes sont maintenant rajoutées, je vais donc mettre plus de temps". Il en est de même pour les exercices de synchronisation, au cours desquels Théo a su adapter son propre tempo à celui du métronome sans difficultés, me demandant même de modifier la cadence au cours d'un même déplacement.

Pour conclure sur la prise en charge de Théo, je retiendrai que son fonctionnement, caractérisé par rapidité et surestimation temporelle, n'a pu être normalisé, en revanche il a été possible de réduire le décalage qu'il pouvait engendrer.

Simon

Simon est un enfant que j'ai rencontré dès le début de mon stage, ainsi lors de la mise en place du protocole de rééducation, un climat de confiance et de sécurité était déjà présent. Simon a participé à toutes les activités sans montré de réticence, il a perçu un genre de défi à être le plus précis possible dans ses résultats. L'activité finale (*Music Hero ou Learn Piano.*) a également contribué à l'engagement de l'enfant qui a particulièrement apprécié de terminer chaque séance par ces jeux.

La trajectoire d'évolution générale de Simon suite aux six séances de prise en charge, permet de mettre en évidence certaines particularités.

La principale et la plus prégnante est la variabilité des résultats de Simon , en effet il est impossible suite à la prise en charge d'établir une tendance générale de perception temporelle concernant cet enfant. En effet estimer, reproduire, anticiper peuvent être à la fois marqués par une surestimation comme d'une sous-estimation temporelle. Il est également difficile de catégoriser ces phénomènes selon des bornes de durées.

Cette variabilité se retrouve également lors de la tâche de synchronisation au cours de laquelle un décalage est quasi systématiquement perçu. Néanmoins, cet écart est à mettre en lien, en grande partie du moins, avec l'aspect rigide du tempo propre de Simon. En effet, malgré des tentatives de correction l'enfant est en difficulté pour adapter de manière précise sa propre cadence à celle du métronome. C'est un élément récurrent tout au long de la prise en charge.

Malgré la variabilité des réponses, Simon est sensible au décalage qu'il peut produire face à un rythme ou à une durée, de telle sorte que j'ai pu observer au fil des séances une véritable volonté de gain en précision. Ce dernier a nécessité un feedback verbal systématique sur les causes des décalages et sur leurs améliorations possibles. Expliciter ses résultats a été primordial dans la prise en charge de Simon.

Pour conclure sur la prise en charge de Simon, je retiendrai que sa perception temporelle ne tend vers aucun mode de fonctionnement particulier. Pour autant, le décalage qu'elle entraîne

face à la tâche réalisé est bien perçu et peut être de telle sorte réduit.

VI. Bilans finaux et conclusions

Au terme des six séances de protocole, les mêmes épreuves administrées lors du bilan initial sont proposées aux enfants. Suite à la présentation des résultats, je ferai une conclusion du bilan pour chaque enfant.

A. Théo

- **Test des deux barrages**

Il obtient les résultats suivants:

Barrage simple	Double barrage
Indice inexactitude: -1,3 ESIC (14 erreurs)	Indice inexactitude: 0,7 ESIC (7 erreurs)
Vitesse: 193 soit +1,41 ESIC	Vitesse: 76,7 soit +1,2 ESIC
Rendement: +1,13 ESIC	Rendement: +1,17 ESIC
Quotient vitesse: - 0,8 ESIC	
Quotient rendement: 0 ESIC	

Théo s'est montré appliqué tout au long des deux épreuves, je ne remarque pas de signes de lassitude qui avaient pu apparaître lors du bilan initial notamment pour le double barrage.

En comparaison au premier bilan, Théo a augmenté sa vitesse de travail (-0,9 ESIC au premier barrage et +1,13 ESIC au second). En revanche je remarque que cette nette accélération s'est accompagnée d'une perte de précision pour le barrage simple. En effet Théo a oublié 5 signes de plus, son score de - 1,3 ESIC le situe désormais dans une zone déficitaire. Cependant le rendement ne s'en trouve pas pénalisé. Pour le double barrage où Théo a su accélérer tout en restant précis.

- **Test d'appariement d'images**

Il obtient les scores suivants:

- Temps de première réponse: 32,5'' soit -1,18 DS
- Temps total: 5,5'' soit 0,4 DS

- Nombre de réussites: 6 soit -0,22 DS
- Nombre d'erreurs: 1 soit 0,45 DS
- Index d'exactitude: 0,71 soit -0,5 DS
- Index d'impulsivité: 0,11 soit 0,45 DS

De nettes améliorations sont retrouvées en comparaison au bilan initial, en effet Théo prend beaucoup plus le temps d'examiner chaque image, en masquant celle qu'il élimine. Le temps de première réponse est donc passé d'une zone déficitaire à une zone moyen-faible. De surcroit, cette diminution de l'impulsivité s'est accompagnée d'une augmentation de réussites et d'une diminution d'erreurs.

- **Tea-Ch**

Recherche dans le ciel

Il a obtenu les scores suivants:

Nombre de cibles correctement encerclées: 19 soit 63 % cumulés

Temps par cibles: 3,8 soit 75 % cumulés

Note d'attention: 2,8 soit 70 % cumulés

Théo explore la planche en colonne tout au long de l'épreuve, ainsi une seule cible correcte est omise. Le score d'exactitude se situe désormais dans une zone moyen-fort. De plus, je remarque que la vitesse de traitement de l'information s'est également améliorée, Théo a su accélérer de manière significative tout en augmentant sa précision. La note d'attention finale obtenue est désormais dans une zone moyen-fort.

Coups de fusil

Il obtient le score suivant:

9 points sur 10 soit 48% cumulés

Théo témoigne encore un peu d'angoisse quand je lui annonce l'item, en revanche il va se montrer beaucoup plus calme et posé au cours de l'exercice. Les séquences sont écoutées dans le calme, les différents temps de silence entre les coups de fusil sont mieux acceptés par Théo qui

patiente sans montrer d'agitation. 4 parties sont réussies en plus par rapport au bilan initial, le pourcentage cumulé obtenu est désormais dans la moyenne.

Les petits bonhommes verts

Il obtient les scores suivants:

6 bonnes réponses soit 62 % cumulés

Note de temps: 4,2 soit 40 % cumulés

Par rapport au bilan initial, l'application du sens des flèches est meilleure, les confusions sont plus rares. De ce fait, Théo réussit 3 items de plus qu'au bilan initial, ce qui témoigne d'une amélioration du contrôle attentionnel. Le score d'exactitude en est le constat car il se situe désormais dans une zone moyen-fort. Par ailleurs, cette amélioration s'accompagne d'une accélération du temps de traitement de l'information. Théo s'est donc montré plus précis tout en étant plus rapide.

Faire deux choses à la fois

Il obtient le score suivant:

Coût de la double tâche: -0,7 soit 90 % cumulés

Lors du bilan initial, Théo avait obtenu un score dans la moyenne, on peut toutefois remarquer une amélioration de sa performance qui le situe désormais parmi les meilleurs de son âge sur cette épreuve.

- **DALS**

Le trajet est effectué en 2 minutes et 23 secondes. Le premier tiers est parcourue en 53 secondes puis 1 minute s'écoule pour faire le deuxième tiers et enfin 30 secondes sont nécessaires pour terminer le tracé. La vitesse de tracé n'est donc pas constante tout au long de la ligne, en effet on remarque une accélération en fin d'exercice. Cependant, contrairement au bilan initial, je remarque que Théo peut maintenir une vitesse lente et constante sur les deux premiers tiers de la ligne.

- **WALS**

Théo se déplace en marchant sur la pointe des pieds. Il réalise le trajet en 50 secondes dont 20 pour parcourir la première moitié. Par rapport au bilan initial, Théo a donc su ralentir sa vitesse, en revanche je retrouve une accélération dans la deuxième partie du déplacement.

- **Épreuve de tapping**

Tempo initial	40	65	90
<i>Tempo reproduit</i>			
1er essai	46	62	85
2ème essai	55	67	98
3ème essai	45	69	78
4ème essai	45	71	90
5ème essai	47	68	93

Je remarque tout d'abord que pour chaque tempo, les valeurs reproduites sont désormais plus proche de la valeur initiale. Ainsi la précision de la reproduction s'est améliorée. De plus, au fil des essais, les valeurs sont davantage homogènes, les accélérations, toujours présentes, sont cependant moins importantes. Il est donc maintenant possible pour Théo de maintenir une certaine constante de frappes, de façon plus précise par rapport au tempo initial.

- **Production de durées**

Durées à produire	2 secondes	10 secondes	1 minutes et 15 secondes	2 minutes
Résultats	2 secondes 33	14 secondes	1 minute 23 secondes	2 minutes 4 secondes

Lors du bilan initial, les résultats de cette épreuve mettaient en évidence une sur estimation temporelle. Au regard des résultats du bilan final, ce constat est toujours présent. En effet pour chacune des durées, les productions sont plus longues. En revanche, je remarque que l'écart de durée entre les deux valeurs a diminué. Ainsi, Théo s'est amélioré sur la production temporelle tout en étant en permanence sur un versant de surestimation.

→ **Conclusion du bilan**

Théo s'est montré volontaire tout au long du bilan, il me demandera de lui faire la comparaison de ses résultats par rapport au bilan initial.

Suite à la prise en charge et au regard des résultats obtenus, je peux remarquer des évolutions à plusieurs niveaux chez Théo:

- Sur l'épreuve du T2B, il a su accélérer sa vitesse de travail au cours des deux barrages. A défaut d'une diminution de précision au cours du premier barrage, cette accélération a permis d'améliorer le rendement.

- L'impulsivité cognitive mesurée par le Test d'appariement d'images a été améliorée.

- Les 4 types d'attention évalués par les sub tests de la Tea-Ch sont plus performants.

Ainsi un certain nombre d'améliorations sont retrouvées, au niveau de l'attention et de l'impulsivité cognitive.

Sur le plan comportemental, Théo est moins agité, il parvient à gérer sa concentration de manière plus constante tout au long des épreuves. Ce constat s'est clairement fait remarquer lors de la passation du Test d'appariement d'images, où Théo a su exploiter la minute accordée pour examiner les dessins.

Concernant les épreuves temporelles, je retiendrai que Théo, quelles que soient les tâches, présente une tendance à la surestimation ou à l'accélération. Ce constat, déjà repéré lors du bilan initial, se retrouve de manière récurrente tout au long des séances ainsi qu'au bilan final. En revanche, il est important de noter la réduction du décalage qu'entraîne cette surestimation. Théo est désormais capable d'être plus précis, tant sur une épreuve de tempo moteur que sur une tâche de production de durées. Il est de même pour les épreuves du DAL5 et WAL5 où on retrouve toujours une accélération, mais celle-ci est moins prononcée et moins précoce qu'initialement.

B. Simon

- **Test des deux barrages**

Il obtient les résultats suivants:

Barrage simple	Double barrage
Indice inexactitude: -0,75 ESIC (9 erreurs)	Indice inexactitude: -0,7ESIC (7 erreurs)
Vitesse: 148,2 soit 2,3 ESIC	Vitesse: 35 soit - 2,6 ESIC
Rendement:+2,3ESIC	Rendement: -2,3ESIC
Quotient vitesse: - 4 ESIC	
Quotient rendement: -3,5 ESIC	

Lors du premier barrage, Simon travaille en silence, il se montre appliqué. Par rapport au bilan initial, la vitesse de travail s'est améliorée. Simon s'est montré plus rapide que la moyenne. Je remarque surtout que cette accélération n'est pas constatée au détriment de la précision. Au contraire, Simon a commis moins d'erreurs qu'au premier bilan. Le rendement est de ce fait dans une zone supérieure à la moyenne.

En revanche, la passation du double barrage s'est avérée plus coûteuse pour Simon qui s'est montré distrait, paraissant attendre que les 10 minutes s'achèvent. Ce qui se traduit par un score de vitesse déficitaire (-2,6 DS). Quand à la précision, elle reste correcte, le score d'inexactitude se situe dans une zone moyenne, mais le rendement est insuffisant. Ces écarts de performance entre les deux barrages sont révélés par les quotients de vitesse et de rendement qui démontrent la baisse de performance sur le deuxième barrage par rapport au premier.

- **Test d'appariement d'images**

Il obtient les scores suivants:

- Temps de première réponse: 31,2'' soit -01,5 DS
- Temps total: 463'' soit -0,4 DS
- Nombre de réussites: 5 soit -0,1 DS
- Nombre d'erreurs: 3 soit -0,15 DS
- Index d'exactitude: 0,64 soit 0 DS
- Index d'impulsivité: 0,38 soit 0 DS

Simon obtient des résultats dans la norme pour son âge, ce qui était déjà le cas lors du bilan initial. Aucune amélioration significative ne peut être relevée. Simon se montre appliqué, il sait justifier ses réponses.

- **Tea-Ch**

Recherche dans le ciel

Il obtient les scores suivants:

Nombre de cibles correctement encerclées: 19 soit 50 % cumulés

Temps par cibles: 3,1 soit 100 % cumulés

Note d'attention: 2,27 soit 95 % cumulés

Simon procède de la même manière qu'au bilan initial. En comparaison à celui-ci, l'indice d'exactitude s'est nettement amélioré, il situe désormais l'enfant dans une zone moyenne. Cette amélioration s'est accompagnée d'une accélération. Simon est parmi les enfants les plus rapides pour son âge. La note d'attention finale est également améliorée. Je peux donc conclure que Simon a su accélérer sa vitesse de travail tout en se montrant plus précis.

Coups de fusil

Il obtient le score suivant:

5 points sur 10 soit 4% cumulés

Simon a montré moins d'agitation qu'au bilan initial, il se montre plus patient. Les temps de silence sont mieux acceptés. Simon attend la fin de la séquence pour me donner sa réponse. Il réussit deux items en plus qu'au bilan initial, mais cela reste insuffisant pour sa tranche d'âge.

Les petits bonhommes verts

Il obtient les scores suivants:

4 bonnes réponses soit 26 % cumulés

Note de temps: 7 soit 10 % cumulés

Simon réussit 3 items de plus en comparaison au bilan initial, le contrôle attentionnel s'est donc amélioré, le score est désormais dans une zone moyenne. De plus, il a su accélérer sa vitesse de traitement de l'information mais celle-ci demeure toujours trop lente par rapport aux enfants du même âge.

Faire deux choses à la fois

Il obtient le score suivant:

Coût de la double tâche: 2 soit 40 % cumulés

Les résultats sont légèrement améliorés en comparaison au bilan initial.

- **DALS**

Le trajet est effectué en 52 secondes. Le premier tiers est parcouru en 18 secondes puis 16 secondes s'écoulent pour faire le deuxième tiers et enfin 18 secondes sont nécessaires pour terminer le tracé. Simon a ralenti légèrement sa vitesse de tracé, on retrouve en revanche le maintien d'une vitesse constante.

- **WALS**

Simon se déplace en trainant les pieds. Il réalise le trajet en 1 minute et 18 secondes dont 35 pour parcourir la première moitié soit 43 secondes pour la deuxième moitié. Par rapport au bilan initial, Simon n'a pas ralenti sa vitesse de déplacement en revanche on ne retrouve pas d'accélération au cours du trajet aussi importante qu'au premier bilan.

- **Épreuve de tapping**

Tempo initial	40	65	90
<i>Tempo reproduit</i>			
1er essai	55	60	86
2ème essai	48	67	95
3ème essai	49	70	96
4ème essai	45	66	98
5ème essai	43	67	95

Lors de cette épreuve, Simon est agité, il se précipite sur la tablette avant la fin des consignes. Je note que les écarts entre le tempo initial et celui reproduit ont nettement diminué. Simon a amélioré la précision notamment en ralentissant son rythme de frappe. De plus, on retrouve plus de constante entre les 5 essais, maintenir un rythme stable est désormais davantage possible pour Simon.

- **Production de durées**

Durées à produire	2 secondes	10 secondes	1 minutes et 15 secondes	2 minutes
Résultats	2 secondes	12 secondes	1 minutes 10 secondes	2 minutes 6 second

Simon trouve de l'intérêt dans ce genre d'exercice, il commente ses résultats. Les performances de l'enfant sont meilleures par rapport au bilan initial. Les écarts se sont réduits, le maximum étant de 6 secondes.

➔ **Conclusion du bilan**

Simon est plutôt agité lors du bilan, il se précipite alors que les consignes n'ont pas été données entièrement, il tient un discours hors propos durant les épreuves.

Suite à la prise en charge et au regard des résultats obtenus, je peux remarquer des évolutions à plusieurs niveaux chez Simon:

- Lors du T2B, il s'est montré plus rapide tout en restant précis sur le premier barrage, le second en revanche est marqué par une diminution de la vitesse de travail.

- Une amélioration dans chaque sub test de la Tea-Ch est observée, la plus notable concerne l'épreuve "Les petits bonhommes verts" qui mesure les capacités de contrôle attentionnel et de résistance à l'interférence.

Concernant les épreuves temporelles, le principal élément à relever suite à la prise en charge est le gain en stabilité qui a pu être observé tout au long des séances. Simon est désormais

capable de conserver une vitesse (sur les épreuves de DALIS ou WALIS), un rythme de manière plus homogène. Quand à la précision de synchronisation à un tempo ou de production de durées, elle est désormais plus juste.

Discussion

Le timer.... rares sont désormais les bureaux de psychomotriciens où on ne le retrouve pas. Les enfants atteints de TDA/H sont très souvent concernés par son utilisation, en séance de rééducation, à l'école mais aussi parfois à la maison. En effet, comme j'ai pu le constater lors des recherches, le rapport qu'entretiennent les enfants hyperactifs avec le temps est singulier. J'ai donc tout au long de ce travail envisagé ce trouble par l'intermédiaire de la perception temporelle. Outre l'utilisation de ce fameux timer, qui par principe aide à la gestion du temps, une telle approche rééducative du TDA/H n'est pas commune. Ainsi la ligne directrice de ma prise en charge a été de confronter directement l'enfant au temps qui passe ou à venir. Pendant 6 semaines, durant 45 minutes, les enfants ont «parlé temps». Derrière cette expérimentation temporelle, j'ai voulu évaluer les impacts qu'une telle prise de conscience temporelle pouvait avoir sur le profil attentionnel de chaque enfant mais aussi quels changements comportementaux pouvaient en découler, si toutefois il y en avaient. Telle est l'idée de ce mémoire.

Ce travail touchant sa fin, plusieurs points me semblent nécessaires à souligner. Tout d'abord, j'ai eu la chance de pouvoir prendre en charge deux enfants atteints de TDA/H, ce qui m'a permis de relever l'hétérogénéité des déficits dans le cadre de cette pathologie, dont parle Coghill et ses collaborateurs (2014). En effet, à pathologie identique, l'approche temporelle de chaque enfant est pourtant différente. Si Théo fonctionne de manière constante sur un mode de surestimation, la perception temporelle de Simon fluctue entre sous et surestimation. Donc à diagnostic identique, les performances ou atypies sont variables. De plus, l'atteinte de la perception temporelle semble elle-même inconstante au sein du TDA/H en effet toujours selon Coghill et al., le domaine du timing n'est atteint que dans 31,1 % des cas! D'où l'importance de l'évaluation initiale, qui a pu mettre en évidence des difficultés de tempo moteur et de production temporelle chez les deux enfants. Mais effectivement, les enfants rencontrés auraient pu ne pas présenter de troubles de la perception temporelle. Ainsi, face à cette inconstance de la défaillance mais surtout face à l'hétérogénéité des performances de chaque enfant, une prise en charge personnalisée aurait été nécessaire. Toutefois j'ai pris le parti de présenter aux deux enfants les mêmes exercices selon un rythme identique, ceci dans un souci d'objectiver les résultats. Cependant, il est vrai qu'accorder davantage de temps à l'aspect rigide du tempo de Simon ou à la difficulté d'estimer des durées vides de Théo aurait été

certainement bénéfique.

Un autre point à relever est celui du traitement médicamenteux, en effet si Théo est sous traitement, Simon lui ne l'est pas. Est-t' il alors possible que le traitement est eu une influence sur les différences de résultats entre les deux enfants? En référence à la théorie, les performances sont moins variables sur des épreuves d'anticipation et de production en cas de prise en charge médicamenteuse du TDA/H (Rubia et al, 2003; Baldwin et al, 2004). On peut donc supposer que le manque de constante dans les performances de Simon peut être, du moins en partie, lié à l'absence de traitement.

Après m'être confronté à l'inconstance des difficultés, c'est à l'approche des différents processus temporels à laquelle j'ai essayer de m'adapter. En effet si je prends l'exemple de l'anticipation de durées, le but était de prévoir à l'avance combien de temps une activité va durer. Les résultats ont été améliorés au fil des séances. Mais il m'apparaît maintenant que ce processus temporel aurait pu être abordé d'une autre manière, par exemple en indiquant à l'enfant qu'il dispose de 15 minutes pour réaliser une action, dans ce cas là une autre sorte d'anticipation intervient car l'enfant doit prévoir le temps qui lui reste pour terminer l'action.

Prendre en charge la distorsion temporelle d'enfants porteurs de TDA/H, a nécessité une longue réflexion, j'ai établi les différents exercices selon une volonté première qui est l'expérimentation du temps qui passe. C'est pourquoi, j'ai pris soin de mettre l'accent sur la dimension temporelle de chaque exercice lors de leur présentation aux enfants. Car en effet, visualiser un trajet pour en indiquer la durée nécessite des capacités d'imagerie mentale, mais il n'est pas ici question d'évaluer ces compétences là. J'ai en revanche accordé un intérêt particulier à la pratique variable des exercices. De telle sorte que les temps de pause donc d' inactivité inclus aux parcours moteurs, m'ont permis de mettre en relief le lien qu'il existe entre la sensation du temps qui passe et le fait d'être ou non en activité. Simon pourra ainsi revenir sur le fait que le temps passe trop vite lorsqu' il joue. La pratique variable concernant les différents modes de déplacement a pour but de mettre en lien la notion de temps et la façon de se déplacer, ainsi les enfants au fil des séances vont pouvoir prendre en compte cette composante dans leur perception temporelle,dans un premier temps. Puis dans un second temps, l'objectif était qu'ils puissent réguler leurs mouvements pour être dans le bon délai: "Je suis en avance donc je ralentis". Théo a pu appliquer ce principe de manière relativement précise, a contrario de Simon qui a montré des difficultés à moduler son mouvement. En effet, souvent sa régulation était exagérée par rapport au délai ou au rythme imposé ce qui engendrait l'effet inverse de celui souhaité (être en avance donc ralentir, mais trop ralentir

peut entraîner un retard sur le délai).

S'agissant des épreuves d'estimation et de reproduction, en référence à la théorie, je m'attendais à observer une sur estimation des durées estimées et au contraire une sous estimation des durées produites. En effet, si l'on considère que l'horloge interne des sujets TDA/H fonctionne selon une fréquence plus rapide que la norme, alors l'estimation d' une durée va entraîner une accumulation plus importante d'impulsions, ce qui est en faveur d'une perception plus longue de la durée. Selon le même principe, une tâche de production sera marquée d'une sous-estimation car les sujets vont considérer que la durée en question est plus rapidement atteinte. Or, dans le cas de Simon et de Théo, ces hypothèses n'ont pu être vérifiées de manière constante, en effet si Théo sur estimait les durées, la production également était marquée par une surestimation. Pour Simon, aucune tendance n'a pu être relevée au regard de la variabilité de ses résultats.

Outre la composante temporelle nécessairement centrale dans la prise en charge, il m'est toutefois paru compliqué voire impossible de soustraire la dimension attentionnelle allouée à chaque activité. En effet, par exemple, comment l'enfant peut-il se synchroniser avec les cibles visuelles du "*Music Hero*" si il n'est pas attentif ? Il m' était donc impossible d'envisager une prise en charge qui ne fasse pas appel à la fois à la temporalité et à la fois à l'attention. Dans la même logique, il m'est apparu très tôt l'implication des représentations spatiales dans tous les exercices, à l'exception de la reproduction de durée. En effet, en choisissant une approche corporelle, certaines représentations temporelles sont nécessairement liées aux représentations spatiales. J'ai pu notamment l'observer au cours de la prise en charge de Simon qui associait une distance courte à une durée courte et inversement. D'où, ici encore, l'intérêt d'une pratique variable; en effet j'ai pu alors proposer à l'enfant de varier sa vitesse de déplacement sur une même distance courte afin qu'il perçoive qu'un trajet court peut demander davantage de temps qu'un trajet long en fonction de la vitesse à laquelle il le réalise.

Au delà d'une meilleure appréciation temporelle, j'espérais pouvoir constater lors du re test des améliorations au niveau attentionnel. Certaines ont pu être effectivement remarquées, les deux enfants ont pu améliorer leur efficacité: si sur les épreuves du T2B quelques erreurs supplémentaires sont retrouvées, leur progrès est en fait la traduction d' une augmentation de vitesse et du rendement de leurs productions. Fait également remarqué sur les épreuves de la Tea-Ch. Retenons cependant que Simon à été en difficulté pour maintenir son attention pendant les 10 minutes du deuxième barrage du T2B, soit sur l'épreuve avec une contrainte de temps. Dés lors, il est intéressant d' étudier les résultats qu'ont obtenu les enfants sur les tests pour lesquels les

exigences de temps sont présentes. Dans le cas de Théo, une des principales améliorations concerne l'impulsivité cognitive mesurée à l'aide du Test d'appariement d'images: en effet l'index d'impulsivité est passé de 3,5 DS lors du bilan initial à 0,45 DS au retest. Théo a donc pris plus de temps pour analyser les planches, on peut donc penser que grâce à une meilleure représentation du temps qui lui était accordé, soit une minute, l'impulsivité en a été réduite. Dans le cas de Simon, si nous prenons l'exemple de l'item "Coups de fusil" de la Tea-Ch, le pourcentage cumulé obtenu lors des deux bilans ne change pas (4%) en revanche, il a été intéressant de voir l'évolution du comportement face à cette épreuve. En effet, lors du bilan initial les temps de silence entre les signaux sonores étaient source d'agitation, l'enfant répondait avant le signal indiquant la fin de la séquence. A contrario, lors du re-test, la gestion de ces temps d'attente a semblé moins difficile, Simon restant concentré et calme jusqu'à la fin de l'item.

Établir le constat selon lequel les enfants suivis ont pu améliorer leurs performances attentionnelles sur des épreuves marquées par une contrainte temporelle est un élément très important à la conclusion de ce travail. En effet, la performance sur une tâche cognitive non temporelle est de moindre qualité lorsque la situation est marquée par une contrainte temporelle (Droit-Volet, 2001) car la charge attentionnelle allouée est moins importante, du fait qu'elle soit partagée entre l'exécution de la tâche non temporelle et la gestion du temps. Il serait désormais intéressant de savoir si les deux enfants vont pouvoir, suite à l'amélioration de la représentation temporelle, par exemple à l'école, maintenir leur attention de façon plus durable et plus constante sur une activité; car leur jugement temporel consacré à l'activité sera de meilleure qualité. En d'autre terme, il s'agit d'une perspective d'auto-gestion sur une activité, l'enfant devenant capable de s'accorder davantage de temps pour exécuter une tâche avec exactitude.

Conclusion générale

J'ai donc mené pendant des semaines un travail auprès de Simon et de Théo , deux jeunes atteints de TDA/H. L' objectif étant de prendre en charge une temporalité singulière. Les résultats ont pu montrer que suite à cette prise en charge, les enfants ont amélioré leurs capacités attentionnelles par rapport à eux-même. Il semblerait que l'entraînement à la perception du temps ait permis aux enfants d'acquérir une meilleure gestion du temps lors des épreuves mais également une meilleure gestion de leurs mobilisations cognitives.

Suite au recueil d'éléments théoriques, puis à la mise en pratique de la rééducation et enfin au regard des résultats, il apparaît toutefois certaines limites à ce travail. Tout d'abord, le nombre d'enfants concernés. Certes il m'a été possible de proposer la prise à charge à deux enfants mais les conclusions qui peuvent en être tirées sont toutefois limitées. Il aurait été intéressant de pouvoir le faire avec un groupe d'enfants TDA/H qui aurait été comparé à un groupe contrôle exempt d' une telle prise en charge. La comparaison de ces deux groupes aurait permis de jauger de manière plus sensible les effets propres à la prise en charge.

Quand est venu le temps du re-test, je me suis également posée la question de la qualité de l'évaluation initiale, en effet une évaluation plus globale des capacités cognitives qui aurait permis une meilleure mise en perspective des déficits temporels avec le profil neuropsychologique. Cela aurait permis l'émergence de réflexions et d'hypothèses supplémentaires dans le but d'envisager de nouvelles perspectives. Toujours dans le cadre du bilan initial mais d'un point de vue de l'évaluation temporelle, l'épreuve du métronome m'est ensuite apparue comme étant possiblement biaisée. En effet, l'exercice de rééducation portant sur le couplage rythmique auditivo-moteur peut paraître trop proche de l'épreuve d'évaluation, ce qui pourrait alors être considéré comme un entraînement à une épreuve qui a pour but d'objectiver des performances suite à une prise en charge.

S'agissant de la prise en charge, il aurait été intéressant pour les enfants de pouvoir expérimenter des durées plus longues. En effet, cela aurait pu faciliter la généralisation des effets sur la vie quotidienne, en s'appuyant notamment sur l'emploi du temps scolaire. Cette approche écologique me semble être le principal défaut du travail mené dans le cadre de ce mémoire.

Pour conclure, je retiendrai que la prise en charge de la perception temporelle est tout à fait

légitime dans la dynamique thérapeutique du TDA/H. C'est pourquoi il ne me semble pas déraisonnable d'envisager une association de cette prise en charge avec des techniques telles que l'inhibition de réponse ou la résolution de problème, qui ont d'ores et déjà prouvé leur efficacité.

Place à l'expérimentation....

ANNEXES

Bibliographie

- Albaret J.M. (1996). L'enfant agité et distrait en psychomotricité, *Journal de pédiatrie et de puériculture*, n°3, 144-159.
- American Psychiatric Association (1994). DSM IV, Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux (trad.fr.). Paris: Masson.
- Bauermeister, J. J., Matos, M., Reina, G., Salas, C. C., Martínez, J. V., Cumba, E., & Barkley, R. A. (2005). Comparison of the DSM-IV combined and inattentive types of ADHD in a school-based sample of Latino/Hispanic children. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46(2), 166-179.
- Barkley R.A. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functioning: Constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121, 65-94.
- 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
- Ben-Pazi H., Shalev R., Gross-Tsur V. & Bergman V. (2006). Age and medication effects on rhythmic responses in ADHD : possible oscillatory mechanisms ?. *Neuropsychologia*, vol.44, 412-416.
- Block, R. A., & Reed, M. A. (1978). Remembered duration: Evidence for a contextual-change hypothesis. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory*, 4(6), 656.
- Bonnichon C. (2012). *Entraînement aux processus temporels et lien avec l'attention chez un adolescent présentant un Trouble du Déficit de l'Attention / Hyperactivité*. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'État de Psychomotricienne. Toulouse.
- Bourdin S., Perez E. (2010). *Programme d'entraînement aux processus temporels chez des enfants présentant un trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H)*. Mémoire en vue de l'obtention du Diplôme d'État de Psychomotricité. Toulouse.
- Buhusi, C. V., & Meck, W. H. (2005). What makes us tick? Functional and neural mechanisms of interval timing. *Nature Reviews Neuroscience*, 6(10), 755-765.
- Carelli M.G., Forman H., Mäntylä T. (2008). Sense of time and executive functioning in children and adults. *Child Neuropsychology*, 14(4):372-386.
- Castellanos F.X., Sonuga-Barke E.J., Milham M. & Tannock R. (2006). Characterizing cognition in ADHD : beyond executive dysfunction. *Trends in cognitive sciences*, Vol.10.
- Clément A. & Droit-Volet S. (2006). Counting in a time discrimination task in children and adults. *Behavioural Processes*, n°71, 164-171.

- Coghill, D. R., Seth, S., & Matthews, K. (2014). A comprehensive assessment of memory, delay aversion, timing, inhibition, decision making and variability in attention deficit hyperactivity disorder: advancing beyond the three-pathway models. *Psychological medicine*, 44(09), 1989-2001.
- Church, R. M., & Broadbent, H. A. (1990). Alternative representations of time, number, and rate. *Cognition*, 37, 55-81
- Droit-Volet S. (2001). Les différentes facettes du temps. *Enfances & Psy*, 13:26-40.
- Droit-Volet S. (2005). Le long apprentissage du temps. *Pour la science*, 328:2-7.
- Fraisse, P. (1984). Perception and estimation of time. *Annual Review of Psychology*, 35, 1-36.
- Frank R, Damasio H, Grabowski TJ (1997) Brainvox: an interactive multimodal visualization and analysis system for neuroanatomical imaging. *NeuroImage* 5:13–30
- Gibbon, J., et Church, R. M. (1984). Sources of variance in an information processing theory of timing. Dans H. L. Roitblat, T. G. Bever & H. S. Terrace (Eds.), *Animal cognition* (pp. 465-488).
- Johnson, K. A., Robertson, I. H., Kelly, S. P., Silk, T. J., Barry, E. (2007). Dissociation in performance of children with ADHD and high-functioning autism on a task of sustained attention. *Neuropsychologia*, 45(10), 2234-2245.
- Kerns K.A., McInerney R.J., Wilde N.J. (2001). Time reproduction, working memory, and behavioral inhibition in children with ADHD. *Child Neuropsychology*, 7(1):21-31.
- Koch G., Oliveri M. (2002). Selective deficit of time perception in a patient with right prefrontal cortex lesion. *Neurology*, 59(2):1658-1659.
- Lamour, H ; (1983). Rythmes et infra-rythmes en motricité humaine. *Revue STAPS*, 4(7), 49-56.
- Lee, Y-A., Goto, Y. (2013). Habenula and ADHD: Convergence on time. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 37 (2013) 1801–1809
- Lejeune H. (1998). Switching or gating? The attentional challenge in cognitive models of psychological time. *Behavioural Processes*, 44:127-145
- Leland, D. S., & Paulus, M. P. (2005). Increased risk-taking decision-making but not altered response to punishment in stimulant-using young adults. *Drug and Alcohol Dependence*, 78(1), 83–90.
- Lewis PA, Miall RC (2003) Distinct systems for automatic and cognitively controlled time measurement: evidence from neuroimaging. *Curr Opin Neurobiol* 13:250–255.
- Mangels JA, Ivry RB, Shimizu N (1998) Dissociable contributions of the prefrontal and neocerebellar cortex to time perception. *Brain Res Cogn Brain Res* 7:15–39.
- Marquet-Doléac J., Albaret J.M., Bénesteau J. (1999). Manuel du test d'appariement d'images. Paris: Editions du Centre de Psychologie Appliquée.

- Marquet-Doléac J., Soppelsa R. & Albaret J.M. (2005). La rééducation du trouble déficit de l'attention/hyperactivité : approche psychomotrice. *Neuropsychology News*, vol.4, n°3, 94-101.
- Matell, M. S., Bateson, M., & Meck, W. H. (2006). Single-trials analyses demonstrate that increases in clock speed contribute to the methamphetamine-induced horizontal shifts in peak-interval timing functions. *Psychopharmacology*, 188(2), 201-212.
- Meck W.H., N'Diaye K. (2005). Un modèle neurobiologique de la perception et de l'estimation du temps. *Psychologie française* 50, 47-63.
- Mullins C., Bellgrove M.A., Gill M., Robertson I. (2005). Variability in time reproduction: difference in ADHD combined and inattentive subtypes. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 44(2):169-176
- Puyjarinet F. (2011). Perception du temps : aspects théoriques et perspectives cliniques en psychomotricité. *Entretiens de Bichat* 2011.
- Puyjarinet, F. (2014). Étude du couplage perception-action chez l'enfant avec TDA/H et de ses liens avec les dimensions intellectuelles et les fonctions attentionnelles. *Entretiens de Bichat* 2014
- Quartier V. (2008). Le développement de la temporalité : théorie et instrument de mesure du temps notionnel chez l'enfant. *ANAE*, 100:345-352.
- Radonovich K.J., Mostofsky S.H. (2004). Duration Judgements in Children With ADHD Suggest Deficient Utilization of Temporal Information Rather Than General Impairment in Timing. *Child Neuropsychology*, 10(3):162-172.
- Rubia, K., Overmeyer, S., Taylor, E., Brammer, M., Williams, S. C., Simmons, A., & Bullmore, E. T. (1999). Hypofrontality in attention deficit hyperactivity disorder during higher-order motor control: a study with functional MRI. *American Journal of Psychiatry*, 156(6), 891-896.
- Rubia K., Halari R., Christakou A., Taylor E. (2009). Impulsiveness as a timing disturbance: neurocognitive abnormalities in attention-deficit hyperactivity disorder during temporal processes and normalization with methylphenidate. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364:1919-1931.
- Smith A., Taylor E., Warner R., Newman S. & Rubia K. (2002). Evidence for a pure time perception deficit in children with ADHD. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, n°43, 529-542
- Sonuga-Barke E.J., Taylor E., Sembi S., Smith J. (1992). Hyperactivity and delay aversion I: The effect of delay on choice. *The Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 33(2):387-398.
- Sonuga-Barke E.J., Saxton T., Hall M. (1998). The role of interval underestimation in hyperactive children's failure to suppress responses over time. *Behavioural Brain Research*, 94(1):45-50.
- Sonuga-Barke E. (2003). The dual pathway model of AD/HD: an elaboration of neurodevelopmental characteristics. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27:593-604.
- Sonuga-Barke E.J. (2005). Causal models of attention-deficit/hyperactivity disorder : from common simple deficits to multiple developmental pathways. *Biological Psychiatry*, 57, 1231-1238.

- 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 and 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* (pp. 29-36).
- Staddon, J. E. R., et Higa, J. J. (1999). Time and memory: Towards a pacemaker-free theory of interval timing. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 71, 215-251.
- Stevens D.A., Stover C.E., Backus J.T.(1970): The hyperkinetic child: Effect of incentives on the speed of rapid tapping. *J Consult Clin Psychol.*, 34, 1970, pp. 56-59.
- Thomas, E. A., & Weaver, W. B. (1975). Cognitive processing and time perception. *Perception & Psychophysics*, 17(4), 363-367.
- Toplak M.E., Rucklidge J.J., Hetherington R., John S.C.F., Tannock R. (2003). Time perception deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder and comorbid reading difficulties in child and adolescent samples. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 44(6): 888-903.
- Toplak M.E. & Tannock R. (2005) Time perception : modality and duration effects in attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of abnormal child psychology*, 33, 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*, 151:15-29.
- Treisman, M., Cook, N., Naish, P. L. and MacCrone, J. K. (1994). The internal clock: electroencephalographic evidence for oscillatory processes underlying time perception. *Quarterly Journal of Experimental Psychology A*, 47(2), 241-289.
- Wearden J. (2005). Origines et développement des théories d'horloge interne du temps psychologique. *Psychologie française* 50, 7-25.
- Yang, B., Chan, R. C., Zou, X., Jing, J., Mai, J., & Li, J. (2007). Time perception deficit in children with ADHD. *Brain Research*, 1170, 90-96.
- Zakay D. (2005). Attention et jugement temporel. *Psychologie française*, 50:65-79.
- Zakay, D., & Block, R. A. (1996). The role of attention in time estimation processes. *Advances in psychology*, 115, 143-164.
- Zazzo, R. (1969). Le test des deux barrages. In R. Zazzo (Ed.), *Manuel pour l'examen psychologique de l'enfant* (3ème éd., pp. 469-575). Neuchâtel: Delachaux et Niestlé.
- Zelaznik, H. N., Vaughn, A. J., Green, J. T., Smith, A. L., Hoza, B., & Linnea, K. (2012). Motor timing deficits in children with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Human movement science*, 31(1), 255-265.

Résumé

Le Trouble Déficitaire de l'Attention, défini par la triade hyperactivité, impulsivité, inattention est à l'origine de nombreux troubles neurocognitifs parmi lesquels on retrouve un déficit de la perception temporelle. En effet un certain nombre d'études démontrent aujourd'hui l'altération de différents processus sous jacents à cette perception chez des enfants porteurs de ce trouble. J'ai donc, auprès de deux enfants atteints du TDA/H, envisagé de percevoir le trouble par la temporalité qui s'en rapporte. En leur proposant différentes situations, en majorité corporelles, les enfants ont pu expérimenter le temps, le juger, le prévoir. Les résultats démontrent une amélioration des capacités attentionnelles, supposée en lien avec une meilleure gestion temporelle. Malgré des limites, la prise en compte des processus temporels dans la thérapie du TDA/H semble importante.

Mots clés: TDA/H, perception temporelle, attention, gestion du temps, synchronisation rythmique.

Summary

Attention deficit/ Hyperactivity Disorder (ADHD) defined by the symptomatic triad hyperactivity, impulsivity, inattention is the cause of many neurocognitive disorders and among them we can find an altered time perception . Indeed a number of studies demonstrate today the alteration of different processes underlying this perception in carriers of this disorder children. So I, nearby two children diagnosed with ADHD, considered to perceive the disorder temporality that relates. By offering different situations in bodily majority of children were able to experience the time, the judge, anticipated. The results show an improvement in attentional abilities, assumed in connection with better time management. Despite the limitations, the inclusion of temporal processes in the therapy of ADHD seems important.

Key words : ADHD – Time perception, attention, Time management, rhythmic synchronization

