



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

# **Évaluation des capacités temporelles chez l'enfant présentant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité**

Mémoire en vue de l'obtention du D.E. de Psychomotricien

JUIN 2012

RAZER Gwenaëlle

# Remerciements

Je remercie toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration ou la passation de cette évaluation.

Je remercie d'abord ma maitre de stage Valérie Grandpierre pour cette année très enrichissante. Je la remercie de m'avoir partagé ses expériences, ses connaissances et m'avoir aidé pour cette évaluation.

Je remercie également mes maitres de mémoire Jérôme Marquet-Doléac et Agnès Laurent pour leur grande aide et leurs conseils. Je remercie particulièrement Agnès Laurent pour sa grande disponibilité et son immense aide pour l'évaluation.

Je remercie Michel Santamaria et Bénédicte Provost pour m'avoir accordé un peu de leur temps afin de m'aider.

Je remercie Jean-Michel Albaret pour le traitement statistique.

Merci aux enfants qui ont fait cette évaluation et qui ont donc grandement aidé en participant à cette expérience.

Bien sûr, je dois remercier ma famille et mes amis qui ont du me supporter cette année et ça n'a pas été facile. Merci d'avoir été là pour me rassurer dans mes périodes de doutes, pour m'encourager dans mes élans de courage. Merci pour tout.

Et comme on garde le meilleur pour la fin, comment ne pas remercier cette promo 2012 (l'année de la fin du monde, si c'est pas LE signe qu'on est une promo unique ça), ma deuxième famille. Ces 3 ans avec vous ont été extraordinaires. Je n'oublierais jamais tous ces moments de rigolades, de folie et bien sûr toutes ces phrases maintenant cultes. Promo 2012 forever.

# Sommaire

<b>Introduction Générale</b> .....	1
<b>Partie théorique</b> .....	3
1. Le trouble du déficit de l'attention avec ou sans hyperactivité .....	4
1.1 Sémiologie .....	5
1.2 Les modèles .....	6
1.2.1 Le modèle de l'aversion du délai de Sonuga-Barke .....	6
1.2.2 Le déficit de l'inhibition comportementale : le modèle de Barkley .....	8
1.2.3 Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke .....	8
1.3 Les troubles associés .....	10
1.3.1 Les troubles spatio-temporels .....	10
1.3.2 Altération des fonctions exécutives .....	11
1.3.2.1 Mémoire de travail .....	11
1.3.2.2 Retard dans l'internalisation du soliloque .....	11
1.3.2.3 Autorégulation des émotions, maintien de la motivation et du niveau d'éveil .....	12
1.3.2.4 Génération de comportements nouveaux .....	12
1.3.3 Les troubles des capacités temporelles .....	12
1.3.3.1 Différer .....	13
1.3.3.2 Planifier .....	14
1.3.3.3 Les difficultés motrices et le tempomoteur .....	14
1.3.3.4 Coordinations complexes .....	15
1.3.3.5 Indifférence au passé .....	15
1.4 Étiologies .....	15
1.4.1 Facteurs génétiques .....	15
1.4.2 Facteurs environnementaux .....	15
1.4.3 Facteurs biochimiques .....	16
1.5 Comorbidités .....	16
1.5.1 Le trouble des apprentissages .....	16
1.5.2 Trouble de l'humeur et anxiété .....	17
1.5.3 Trouble des conduites et trouble oppositionnel avec provocation .....	17

1.5.4 Trouble de l'acquisition des coordinations .....	18
1.6 Traitements .....	18
1.6.1 Les traitements médicamenteux .....	18
1.6.2 Les actions psychosociales .....	19
1.6.3 Prise en charge psychomotrice .....	19
1.6.3.1 Chez l'enfant .....	19
1.6.3.2 De l'environnement .....	22
1.7 Le TDA/H à l'âge adulte .....	23
2. Le temps .....	24
2.1 Développement des notions temporelles chez l'enfant .....	24
2.2 Développement des capacités de jugement de durées chez l'enfant .....	24
2.2.1 Chez le nourrisson .....	24
2.2.2 Chez l'enfant entre trois et huit ans .....	25
2.3 Les différents modèles .....	25
2.3.1 Les modèles « pacemaker-accumulateur », les modèles scalaires .....	25
2.3.1.1 L'horloge interne de Gibbon et Church .....	25
2.3.1.2 Le modèle d'horloge interne de Treisman et al .....	28
2.3.2 La théorie du temps scalaire .....	29
2.3.3 Les modèles non scalaires .....	30
2.3.3.1 Le modèle de Thomas et Weaver .....	30
2.3.3.2 Le modèle de Zarkay et Block .....	30
2.3.3.3 La théorie comportementale du temps de Killeen et Fetterman .....	31
2.4 Les six processus temporels de Toplak et Tannock .....	32
2.5 Les structures neuronales impliquées .....	33
2.5.1 Le cortex frontal .....	33
2.5.2 Les ganglions de la base .....	34
2.5.3 Le cervelet .....	35
2.5.4 Le lobe pariétal .....	36
2.5.5 L'aire motrice supplémentaire .....	36
2.6 Le rôle de l'attention .....	36

2.7 Le rôle de la mémoire .....	37
2.8 Le rôle des émotions .....	38
2.9 Le rôle de la modalité sensorielle .....	39
3. Conclusion de la partie théorique .....	42
<b>Partie pratique</b> .....	<b>43</b>
1. Démarche .....	44
2. Déroulement de l'évaluation .....	45
3. Description de l'outil .....	46
4. La population .....	47
4.1 Le groupe TDA/H .....	47
4.2 Le groupe contrôle .....	48
5. Observations cliniques .....	48
5.1 Chez les deux groupes .....	48
5.2 Chez l'enfant porteur de TDA/H .....	49
5.3 Chez l'enfant « contrôle » .....	51
6. Résultats .....	52
6.1 Exploitations des résultats .....	52
6.2 Analyse statistique .....	53
6.2.1 Production de durées .....	53
6.2.2 Estimation de durées .....	54
6.2.3 Reproduction de durées .....	55
6.2.4 Comparaison de durées .....	56
6.2.5 Résultats globaux .....	56
7. Discussion .....	58
<b>Conclusion générale</b> .....	<b>64</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>66</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>69</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>74</b>

# Introduction générale

La Comtesse de Ségur a été décrite comme inattentive, impulsive, hyperactive. Le trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) est donc un trouble existant depuis de nombreux siècles. C'est un trouble qui se retrouve très régulièrement dans la population.

L'enfant TDA/H est souvent représenté comme un enfant agité, rêveur qui bouge, remue beaucoup, papillonne, a du mal à rester tranquille, agit avant de penser. C'est un enfant présentant une instabilité motrice, une labilité attentionnelle et émotionnelle. Il souffre d'une incapacité à maîtriser ses comportements.

Il est très affecté par les conséquences du trouble sur son environnement familial, scolaire ou social. Ces conséquences concernent le niveau de tolérance de l'entourage familial, scolaire mais aussi les apprentissages. En effet, un enfant TDA/H va souvent être en difficulté dans ses relations avec l'entourage avec donc un risque de problèmes de comportement, d'opposition, de provocation. Cela va entraîner une attitude inadaptée de l'entourage faite d'interdictions, d'exigences qui ne font qu'accentuer ces problèmes de relation. De plus, c'est un enfant qui va être en difficulté malgré une intelligence dans la norme car il se disperse trop et possède des problèmes d'attention. Il va alors éviter les situations problématiques pour lui.

C'est un trouble très étudié dont on connaît la symptomatologie, les conséquences, les traitements mais c'est aussi un trouble très discuté. De nombreux modèles permettent d'expliquer les difficultés éprouvées par l'enfant TDA/H.

Dans la partie théorique, ma première partie sera consacrée au trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité, la sémiologie, les mécanismes, les principaux modèles, les conséquences, les comorbidités et les prises en charge possibles afin de comprendre au mieux ce trouble et particulièrement les difficultés temporelles de ces personnes qui peuvent perdurer à l'âge adulte.

Dans une seconde partie, j'exposerais les dernières données trouvées par les scientifiques sur le temps, les modèles existants, les mécanismes mis en jeu ainsi que les structures cérébrales impliquées afin de mieux le comprendre. Tout ceci permettra de faire le lien entre le trouble de l'attention et les difficultés temporelles des sujets qui en souffrent.

Dans la partie pratique, j'expliquerai la démarche qui m'a amené à fabriquer une évaluation des capacités temporelles, comment je l'ai conçu à partir des différentes lectures que j'ai effectué. Je vous exposerai également les résultats dans la comparaison de cette évaluation chez des enfants TDA/H et des enfants « contrôles » et indiquerai donc si cette évaluation est pertinente. Et je terminerai par une critique de mon travail.

# **PARTIE THEORIQUE**

## 1. Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité

Le TDA/H est un trouble important de nos jours car il se retrouve chez de nombreux enfants (sa prévalence est de 3 à 5%). Il se retrouve principalement chez les garçons (chez 4 à 9 garçons pour 1 fille). C'est un trouble qui peut persister à l'adolescence et à l'âge adulte. Ce trouble est caractérisé par une triade symptomatique : l'inattention, l'hyperactivité et l'impulsivité.

D'après le DSM IV (Diagnostic and Statistical Manual 4th Edition), les symptômes sont divisés en deux séries : ceux qui concernent le trouble de l'attention (9 symptômes) et ceux qui concernent l'hyperactivité et l'impulsivité (6 symptômes). Il est nécessaire de réunir 4 conditions pour confirmer le diagnostic : le début ne doit pas se déclarer après 7 ans, les symptômes doivent se retrouver dans au moins deux contextes, le trouble entraîne une gêne cliniquement significative ou une inadaptation dans le fonctionnement scolaire ou professionnel, l'enfant ne doit pas présenter de trouble envahissant du développement, une schizophrénie ou une autre psychose et le trouble ne doit pas être mieux qualifié par un trouble affectif, un trouble anxieux, un trouble dissociatif ou un trouble de la personnalité. Il existe 4 types de TDA/H : mixte, type inattention prédominante (les critères de la première série sont présents et non ceux de la seconde dans les 6 mois passés), type hyperactivité/impulsivité prédominant (les critères de la seconde série sont présents et non ceux de la première dans les 6 mois passés) et non spécifié (il existe des symptômes des deux séries mais leur nombre est insuffisant pour répondre aux critères).

D'après le CIM 10 (Classification statistique internationale des maladies et des problèmes de santé connexes), les troubles hyperkinétiques font partie des troubles du comportement et troubles émotionnels apparaissant habituellement durant l'enfance ou l'adolescence. Ils sont caractérisés par l'association d'une activité excessive et désorganisée, une inattention marquée et un manque de persévérance dans les tâches. Le début est précoce, les manifestations sont présentes dans de nombreuses situations et ont un caractère persistant. Un manque de retenue dans les relations sociales, de l'imprudence, un mépris des règles sociales, des difficultés d'apprentissage, une maladresse motrice peuvent y être associés.

La CIM différencie dans les troubles hyperkinétiques trois troubles différents :

- la perturbation de l'activité et de l'attention avec empan attentif étroit, capacité à être distrait, hyperactivité sans trouble de la conduite (correspond au TDA/H du DSM IV)
- le trouble hyperkinétique et trouble des conduites qui est une hyperkinésie associée à un trouble des conduites, les autres troubles hyperkinétiques
- le trouble hyperkinétique sans précisions (lorsque la différenciation entre les deux premiers troubles n'est pas possible).

L'évaluation psychomotrice du TDA/H se fait grâce aux dires de plusieurs personnes (parents, enseignants, enfant) récoltés par différentes méthodes comme l'entretien, les questionnaires, les échelles et les divers examens cliniques et paracliniques. L'évaluation psychomotrice du TDA/H comporte des tests différents selon l'âge. Avant 6 ans, on peut faire passer la WACS, l'échelle de Charlop-Atwell, le test d'imitation de gestes de Bergès Lézine, la figure de Rey B, le laby 5-12. Après 6 ans, on peut faire passer le LOMDS, le test d'imitation de gestes (comme épreuve clinique), la figure de Rey, un test d'attention continue et/ou divisée (d2 ou T2B), le test de Stroop, le laby 5-12, le test d'appariement d'images.

### 1.1 Sémiologie

Le TDA/H repose sur la présence d'une triade symptomatique : l'inattention, l'impulsivité, l'hyperactivité.

L'inattention : c'est l'un des symptômes les plus marqués et celui qui provoque aussi le plus de difficultés. On parle alors de labilité de l'attention, de distractibilité, d'incapacité à soutenir l'attention. Il s'agirait d'une perturbation dans le déroulement de la durée car l'enfant atteint de ce trouble semblerait constamment chercher de nouvelles stimulations. Les enfants TDA/H ont du mal à persévérer, rester sur des activités pendant une longue durée surtout si celles-ci leur semblent ennuyeuses et que donc la motivation et la volonté ne sont pas présentes. Ils terminent rarement les choses qu'ils entreprennent, perdent leurs affaires et évitent un maximum les activités qui leur demandent un effort de concentration soutenu. Ils peuvent facilement être distraits et le moindre stimulus peut les détourner de leur tâche. Ceci est très contraignant pour l'enfant comme pour son environnement (scolaire, familial, etc).

L'impulsivité : elle correspond au besoin irréprensible d'accomplir un acte comme répondre à une question. Elle peut être mal appréciée par l'environnement et entraîner des difficultés relationnelles (comme le rejet). Elle peut être associée à de l'impatience motrice souvent rencontrée chez ces enfants qui ne tolèrent que très modérément la frustration. Un acte moteur est donc exécuté avant d'être pensé, c'est pourquoi l'enfant procède par corrections de ses erreurs au lieu d'anticiper. Elle entraîne des difficultés motrices mais aussi cognitives ou affectives car ces enfants réagissent intensément.

L'hyperactivité : ce terme signifie l'excès de mouvement dans l'aspect quantitatif de l'activité motrice. Les enfants TDA/H sont des enfants agités, constamment en mouvement. Lorsqu'ils sont immobiles, cela leur demande beaucoup d'efforts et on peut alors voir que certaines parties du corps vont tout de même être en mouvement comme les pieds, la tête ou les mains. Ils sont incapables de rester en place, leur demander de rester assis est une réelle difficulté (ce qui pose problème pour la scolarité de l'enfant TDA/H). Cette hyperactivité n'est pas productive et les mouvements sont désorganisés pouvant parfois mettre en danger l'enfant. Cela entraîne des mesures éducatives importantes afin de réduire l'activité motrice de l'enfant.

## 1.2 Les modèles

### 1.2.1 Le modèle de l'aversion du délai de Sonuga-Barke (2003)

Ce modèle motivationnel présente le TDA/H comme un dysfonctionnement des circuits de récompense qui donnent ce sentiment de satisfaction et de plaisir dans des situations d'attente. Ces situations ont tendance à être évitées par les enfants TDA/H et entraînent chez eux de l'impulsivité, de l'inattention, de l'hyperactivité. Il existe deux situations possibles : si l'enfant a le choix ou non.

Dans la première situation, où l'enfant a le choix, il a tendance à vouloir réduire le délai entre le stimulus et la réponse à la tâche. Cela lui permet de réduire la durée de l'attente. Ainsi, l'enfant va préférer une récompense immédiate à une récompense plus importante mais différée dans le temps. Cela traduit donc l'impulsivité de l'enfant TDA/H. Dans le quotidien, cela handicape l'enfant qui est donc moins précis car impulsif et souvent réprimandé par l'environnement (lorsqu'il n'attend pas son tour par exemple). L'attente va alors être associée à quelque chose de négatif qu'il va tenter de fuir un maximum, l'enfant présente alors une aversion au délai.

Dans la seconde situation, où l'enfant n'a pas le choix, il est obligé de subir l'attente qui est très pénible pour lui. Il va alors vouloir échapper à cette attente par tous les moyens ou alors accélérer ce sentiment d'attente, il va alors créer ou se focaliser sur des stimuli non temporelles. Ceci crée l'inattention, l'un des trois symptômes du TDA/H. Il peut aussi considérablement augmenter son activité motrice afin de diminuer, là aussi, la sensation d'attente. Dans ces situations, les enfants TDA/H montrent beaucoup plus d'agitation motrice que les autres enfants.

Ce modèle explique donc les comportement d'inattention, d'impulsivité ou d'hyperactivité de l'enfant TDA/H. C'est un enfant qui va être amené à prêter trop d'attention aux stimuli extérieurs, à bouger constamment sur sa chaise en classe, etc. Il sera donc moins efficace, ses actions seront de moins bonne qualité dans des situations de longue durée ce qui réduit notablement ses performances. Ces comportements auront un effet sur l'environnement (aussi bien scolaire que familial) et peuvent amener à associer les situations d'attente à des situations négatives, l'enfant va alors les éviter et manquera d'expérience dans ce domaine.

## Modèle de l'aversion du délai

(Sonuga-Barke, 2003)

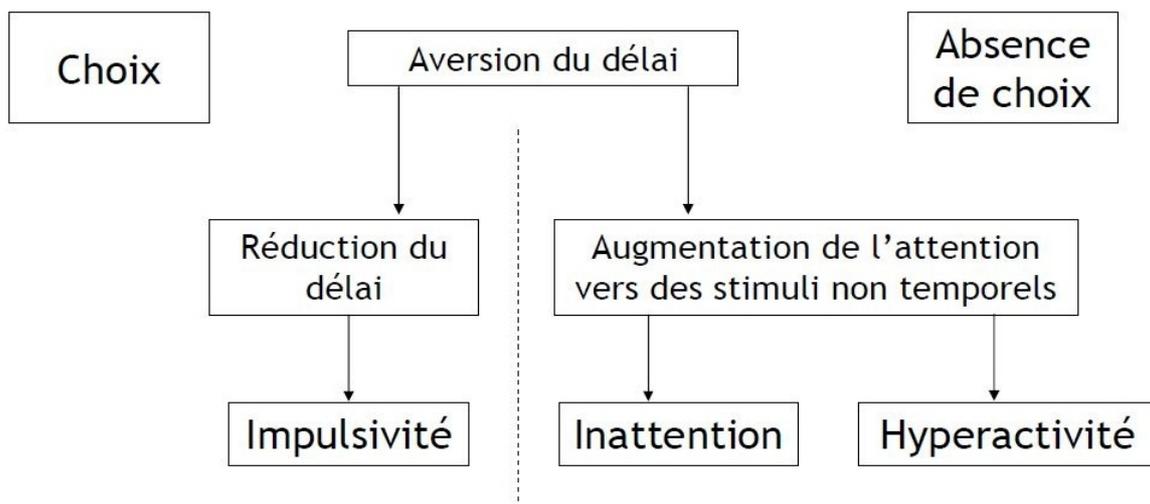


Schéma de l'aversion du délai, Sonuga-Barke (2003)

### 1.2.2 Le déficit de l'inhibition comportemental : le modèle de Barkley (1997)

On retrouve très souvent des syndromes frontaux chez les TDA/H qui sont la conséquence d'un déficit de l'inhibition comportementale. Cette inhibition entrainerait des difficultés dans 4 fonctions exécutives particulières : la mémoire de travail, l'internalisation du langage, l'autorégulation des affects, la motivation et la reconstitution. Les fonctions exécutives sont indispensables pour produire toutes actions dirigées vers un but, pour s'adapter à l'environnement, etc.

Elle se fait grâce à trois processus contrôlés par le cortex préfrontal : l'inhibition de la réponse à une situation, l'arrêt de la réponses en cours (permettant alors à la personne d'avoir un délai de réflexion) et le contrôle des interférences (internes ou externes).

Chez le TDA/H, ce déficit de l'inhibition comportemental entraîne donc un déficit de certaines fonctions exécutives. Ceci entraîne certains symptômes connus du TDA/H comme l'impulsivité : les enfants TDA/H montrent un défaut du contrôle moteur et cognitif et ne sont sensibles qu'à l'immédiateté. Le défaut d'attention serait également expliqué par ce déficit dans certaines fonctions exécutives, notamment l'autorégulation de l'affect ou la mémoire de travail qui ne permettent pas de rester attentif à une tâche donnée sur une longue durée et qui laisse l'enfant être envahi par des informations non pertinentes par rapport à la tâche effectuée.

### 1.2.3 Modèle à deux voies de Sonuga-Barke (2003)

Il existe beaucoup de modèles sur le TDA/H dont les théories sont souvent différentes et pourtant il n'existe pas de modèle de référence. Sonuga-Barke a décidé de concevoir un modèle où les modèles sur les fonctions exécutives et sur l'aversion du délai seraient réunis et complémentaires.

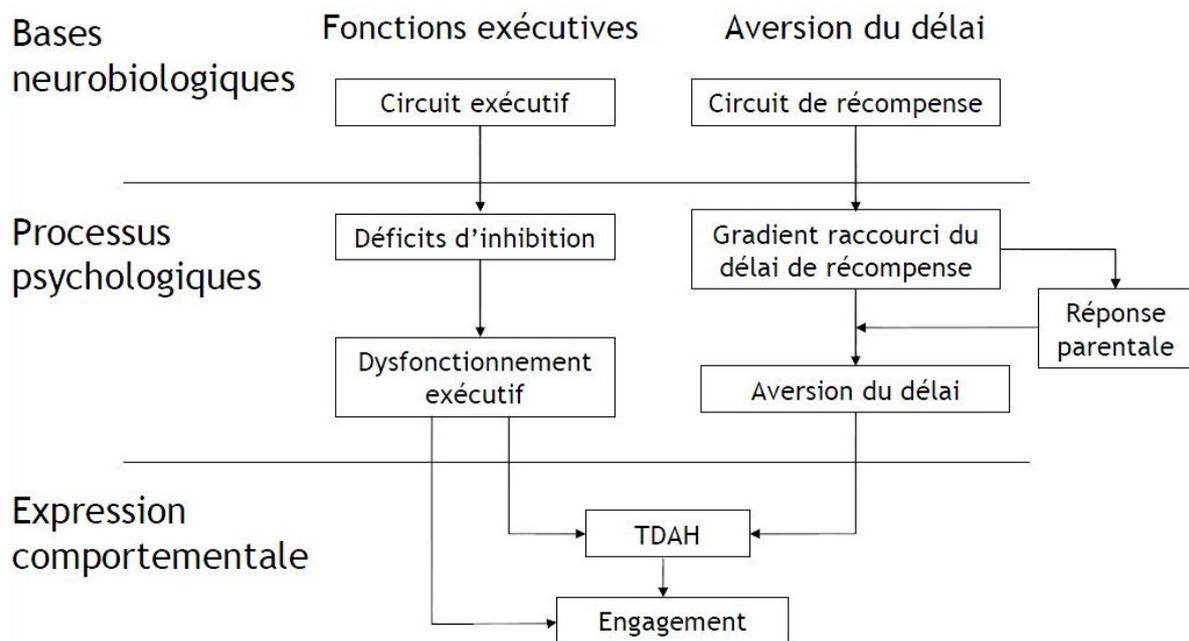
Dans ce modèle, on distingue deux voies distinctes faisant intervenir deux circuits différents : exécutifs et de récompense. Ces deux voies semblent indépendantes l'une de l'autre, l'une peut s'exprimer sans que l'autre ne s'exprime. Ces deux voies aboutissent à la même expression comportementale, le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité.

Comme explicité précédemment, le modèle de l'aversion du délai est un modèle motivationnel mettant en cause les circuits de récompense des enfants TDA/H (cf. modèle de l'aversion du délai). Ceci explique les comportements d'inattention, d'impulsivité et d'hyperactivité de ces enfants. Ainsi, ils ont des difficultés à supporter les situations d'attente qu'ils vont éviter un maximum. Quant au déficit de l'inhibition comportemental, il entraîne un déficit des fonctions exécutives qui entraîne ensuite certains symptômes connus du TDA/H comme l'impulsivité, le déficit attentionnel. Les enfants TDA/H ont des difficultés de contrôle moteur et cognitif et ne sont donc sensibles qu'à l'immédiateté (cf. le déficit de l'inhibition comportemental : le modèle de Barkley).

Ce modèle montre que ces deux phénomènes, bien qu'ils soient distincts, sont complémentaires dans le TDA/H. On distingue trois niveaux : les bases neurobiologiques, les processus psychologiques et l'expression comportementale. Les comportements des enfants TDA/H dépendent des cognitions qui eux même dépendent de zones neurobiologiques.

Les difficultés relevées dans les deux modèles sont la conséquence d'un dysfonctionnement dans le système dopaminergique. Cependant le dysfonctionnement ne se situe pas au même endroit pour les deux modèles (le circuit mésolimbique pour le modèle de l'aversion du délai et le circuit mésocortical pour le modèle du dysfonctionnement des fonctions exécutives).

Les deux modèles montrent des différences. Alors que la voie de l'aversion du délai relève d'un trouble motivationnel, la voie des fonctions exécutives relève d'un dysfonctionnement et est dépendante de l'environnement. Concernant les cognitions, les deux modèles montrent des difficultés cognitives qui sont cependant plus importantes dans la voie des fonctions exécutives. Le facteur environnemental, quant à lui, ne semble pas avoir une grande implication dans le modèle de l'aversion du délai où la réponse parentale intervient dans l'apparition de l'aversion du délai. Cependant il joue un rôle dans les deux voies, l'adaptation de l'individu se fait toujours en fonction d'un environnement propre à chacun grâce à diverses stratégies influençant nos pensées et nos actions.



Modèle à deux voies, Sonuga-Barke (2003)

### 1.3 Les troubles associés

#### 1.3.1 Les troubles spatio-temporels

Parmi ces troubles, au niveau spatial, on trouve un trouble de la latéralité quasi constant (difficulté à choisir un hémicorps selon les activités corporelles). On peut aussi trouver un trouble de l'orientation spatiale qui est donc accentué par ce trouble de la latéralité. L'enfant TDA/H est déficitaire dans la structuration spatiale car il ne peut pas structurer un ordre séquentiel d'espace.

Au niveau temporel, ces troubles sont également constants et massifs, ils concernent le déroulement d'une activité mais aussi la localisation temporelle (il ne sait pas quel jour on est) et le rythme de travail.

Au niveau spatio-temporel, l'enfant possède donc des difficultés à dérouler une activité motrice dans le temps et l'espace. Ces difficultés entraînent l'impulsivité, l'inattention mais aussi des troubles de la lecture et du langage fréquents dans ce trouble.

### 1.3.2 Altération des fonctions exécutives

Les enfants porteurs du TDA/H présentent de nombreux déficits touchant notamment le domaine des fonctions exécutives. Ainsi le maintien de l'attention, le contrôle, la planification, la mémoire de travail, la flexibilité mentale et l'inhibition sont perturbés. Etant indispensables pour les apprentissages, leur bouleversement rend compliqué l'acquisition de nouvelles connaissances. Quatre fonctions exécutives sont particulièrement touchées chez le TDA/H dont la plus importante et la plus en lien avec le temps est la mémoire de travail.

#### 1.3.2.1 Mémoire de travail

La mémoire de travail se définit comme « la capacité à maintenir et à manipuler en temps réel un événement pendant que l'on effectue une action cognitive en vue d'établir des hypothèses d'action future » (Soppelsa, Marquet-Doléac, Albaret, 2006). Ce trouble de la mémoire de travail entraîne plusieurs difficultés dont la temporalité.

Cette mémoire a deux fonctions bien distinctes. La première est une fonction rétrospective qui correspond au rappel d'éléments passés et leur maintien durant le délai de réponse. La seconde est une fonction prospective qui correspond à la construction d'hypothèses futures, de structures comportementales et la préparation de plans d'actions. Ce trouble entraîne une diminution du sens du temps, une difficulté à maintenir des événements en mémoire, dans le rappel des événements passés, à se projeter dans le futur. Dans la vie quotidienne, cela se traduit chez l'enfant par l'oubli de rendez-vous, l'oubli d'objets, etc.

#### 1.3.2.2 Retard dans l'internalisation du soliloque

Pour accomplir une action en cours, il est nécessaire d'utiliser le langage interne qui sert alors de régulateur du comportement mais aussi à focaliser l'attention de l'enfant sur la tâche en cours. Ce soliloque remplace la collaboration avec l'adulte. Les enfants TDA/H sont très dépendants de ce soliloque, d'autant plus lors de l'apprentissage d'une tâche complexe. Plusieurs études montrent un retard dans le développement du soliloque chez ces enfants. Ceci serait notamment dû à un problème d'attention qui retarde l'internalisation du soliloque. Ce retard entraîne un faible auto-contrôle comportemental, une utilisation rare de l'auto-questionnement ainsi qu'un contrôle du comportement effectué par les stimuli externes.

Il entraîne de nombreuses gênes au quotidien, principalement en classe car l'enfant ne peut s'empêcher de commenter à haute voix ses actions ce qui est très dérangeant pour les autres.

#### 1.3.2.3 Autorégulation des émotions, maintien de la motivation et du niveau d'éveil

L'enfant TDA/H possède de grandes difficultés à réguler ses émotions qui, le plus souvent, le submergent. C'est pourquoi il n'est pas rare qu'il expose publiquement ses émotions, bien que cela ne lui soit pas agréable. Il est également incapable de censure et n'arrive pas à attendre son tour ou se met en colère quand on lui fait remarquer qu'il triche. Il montre une faible régulation de l'action auto-dirigée et de l'effort.

#### 1.3.2.4 Génération de comportements nouveaux

L'enfant TDA/H est incapable de résoudre des problèmes ce qui peut être dû à des troubles de planification, de mémoire de travail. Il est également incapable d'avoir un regard sur son propre comportement et donc d'en produire des nouveaux. D'ailleurs ces enfants présentent souvent une anosognosie, ils n'ont aucune conscience de leurs difficultés. Ils peuvent s'obstiner à utiliser une stratégie qui pourtant ne fonctionne pas ou ne pas penser à faire appel à leurs camarades en cas de difficultés.

#### 1.3.3 Le trouble des capacités temporelles

Trois domaines sont importants à mesurer pour évaluer le sens du temps : la production du temps, la reproduction d'intervalles de temps et l'estimation du temps. Les processus temporels comprennent les capacités à : estimer du temps sur des courtes durées, faire un jugement temporel entre deux stimuli séparés d'une longue durée, estimer verbalement la durée d'un stimulus, produire des durées spécifiques avec précision, prédire l'apparition d'un événement à venir, garder un rythme spécifique.

On peut voir que les enfants porteurs de TDA/H présentent une aversion du délai ce qui modifie leur perception du temps, leur estimation des durées et toutes les activités ayant une composante temporelle. Ils possèdent souvent de très nombreuses difficultés sur les notions de temps ce qui est très handicapant pour la vie quotidienne.

Ils ont du mal à relier les événements entre eux. La perception du temps permet de prédire, d'anticiper et d'avoir une réponse adaptée à la venue d'un événement. Or les enfants TDA/H ont des difficultés dans ce domaine. Selon le modèle de Barkley, c'est l'inhibition qui influencerait sur la mémoire de travail. Ceci aurait donc une influence sur le temps et entraînerait les difficultés temporelles connues du TDA/H.

Les enfants TDA/H ont tendance à porter trop d'importance aux stimuli extérieurs, le contrôle du comportement est peu efficace et dépend beaucoup du milieu. Ces enfants ont également un sens subjectif du temps très spécifique, lorsqu'on leur demande d'estimer une durée, ils font plus d'erreurs que le groupe témoin. En effet le temps est généralement plus long pour eux, c'est pourquoi ils ont tendance à vite s'impatienter, s'ennuyer et donc à être parasité par des stimuli, à passer à une autre activité, à être impulsif. L'estimation prospective comme rétrospective sont touchées. Les enfants TDA/H ont du mal à retenir plusieurs données en même temps, ils possèdent des problèmes de mémoire de travail également responsables de leurs difficultés temporelles. L'incapacité à gérer le temps est un trouble très handicapant chez l'enfant comme chez l'adulte où il peut persister. Il est cependant très peu visible.

#### 1.3.3.1 Différer

Cette capacité se mesure facilement grâce au test du Stroop. L'enfant TDA/H montre de grandes difficultés dans ce domaine et va lire la couleur au lieu de citer la couleur de l'encre dans laquelle est écrite le mot (en situation d'interférence).

D'après Barkley, les enfants auraient les capacités d'enfants plus jeunes qu'eux, c'est pourquoi le temps passerait plus lentement chez eux. Tout ceci serait dû à leur trouble de la mémoire de travail et à leur retard du développement de temps. Ces enfants sont peu sensibles aux renforcements positifs, comme si leur trouble de la mémoire de travail ne permettait pas de faire de lien entre les deux événements. Ces enfants ont donc des difficultés à attendre ce qui explique leur tendance à la frustration quand ils sont inoccupés et leur besoin d'être toujours en activité.

### 1.3.3.2 Planifier

Les enfants TDA/H sont déficitaires sur les tests où plusieurs étapes sont nécessaires comme le test de la tour de Londres. Ce trouble de la planification entraîne de nombreuses difficultés dans la vie quotidienne mais surtout dans la vie scolaire de l'enfant (en mathématiques par exemple ou dans n'importe quelle activité qui demande d'enchaîner plusieurs actions). Cela est notamment dû au fait que l'enfant doit retenir l'état de la situation actuelle, le but final et adopter une stratégie afin de produire une réponse, or l'enfant TDA/H a une mémoire de travail beaucoup trop courte qui se traduit par son impulsivité. Contrôler son comportement demande de nombreux efforts à ces enfants car cela leur demande de mémoriser le but final et comparer l'état atteint avec l'état attendu. C'est pourquoi il est préférable que le contrôle soit externe, visuel, continu et permanent. Une des principales causes de ces problèmes de planification est leur difficulté de mémoire de travail, ils peuvent connaître la réponse à une question mais l'oublier en attendant de la donner ou oublier les étapes pour effectuer des actions. Il est donc important d'effectuer des listes afin qu'il ne fasse aucun oubli.

### 1.3.3.3 Les difficultés motrices et le tempo moteur

Dans des tâches de production motrice, notamment de tapping, Stevens et al ont démontré que les enfants TDA/H avaient un tempo spontané plus rapide que des enfants « contrôles ». Cette différence entre les enfants porteurs du trouble et ceux contrôles serait plus liée à l'impulsivité qu'à des difficultés des capacités temporelles. Plus l'enfant est hyperactif et plus cette différence est visible. Les activités de jugement de durée sont liées avec les activités de productions de mouvements répétitifs. Cependant ces deux activités ne sont pas sensibles aux médicaments qui sont donc inutiles pour les capacités temporelles.

Il a aussi été remarqué que les accélérations et les ralentissements de mouvements sont plus compliqués chez les enfants TDA/H car leur tempo moteur est différent que celui des autres enfants. Il est très stable ce qui les empêche d'en sortir. Ce tempo moteur est trop rapide mais si on demande de le ralentir, les performances des enfants diminuent, il est donc difficile de le rééduquer.

#### 1.3.3.4 Coordinations complexes

Ces coordinations se développent plus lentement chez les enfants TDA/H ce qui est visible lors de la passation du test de Lincoln Oseretsky (notamment le facteur 3 ou 5 c'est à dire les coordinations pied-main et l'équilibre statique). Plus une activité demande de rythme, plus elle est difficile à effectuer pour ces enfants.

#### 1.3.3.5 Indifférence au passé

Les enfants TDA/H sont assez peu conscients de leur trouble. Ils se demandent souvent pourquoi ils sont sous traitement médicamenteux, pourquoi ils vont faire les différentes thérapies qu'on leur propose. Leur problème de mémoire peut les empêcher de se souvenir des événements passés. C'est donc pourquoi ils racontent de façon moins précise des histoires ou simplement le déroulement de leur journée mais aussi pourquoi ils ont du mal à apprendre de nouvelles choses, ils ont retenu une première solution et ont du mal à en retenir une nouvelle pourtant meilleure.

### 1.4 Étiologies

#### 1.4.1 Facteurs génétiques

Il n'existe pas de gène responsable du TDA/H. Il existerait une combinaison de plusieurs gènes associée à des facteurs exogènes. Les gènes qui seraient en partie responsables de ce trouble codent pour le transporteur de la dopamine, le récepteur D4 de la dopamine ou la dopamine- $\beta$ -hydroxylase (Vallée, 2003). Les études chez les jumeaux montrent une concordance de 81 % chez les monozygotes et de 29 % chez les dizygotes selon Gillis et al (1992). L'hérédité serait entre 10 et 35 % dans une même famille et de 32 % entre frères et sœurs.

#### 1.4.2 Facteurs environnementaux

Ils sont encore actuellement étudiés. Ils peuvent être pré, péri ou postnatale. Certaines pathologies du nouveau-né ou certaines expositions entraîneraient de lourdes conséquences sur le développement et seraient responsables de certains symptômes du TDA/H.

La détresse fœtale, les hémorragies prénatales, l'hypoxie, l'alcool, le tabac, un petit poids de naissance, la prématurité, le contexte psychosocial des parents, etc pourraient donc augmenter le risque qu'un enfant soit atteint de TDA/H (Vallée, 2003).

D'après d'autres études (Carlson et ses collaborateurs, 1995), le statut matrimonial du parent à la naissance, le statut socio-économique faible et la sur-stimulation parentale à la naissance et pendant la petite enfance pourraient jouer un rôle dans la survenue du trouble. Le contexte familial a donc une grande importance dans l'apparition des différents symptômes. Ils ne consistent pas à eux seuls des facteurs d'apparition du trouble, ils doivent être combinés aux autres facteurs mais ils pourraient influencer sur certains comportements caractéristiques de ce trouble.

#### 1.4.3 Facteurs biochimiques

De nombreuses études ont été effectuées à ce sujet. Plusieurs neurotransmetteurs (noradréaline, sérotonine, etc) joueraient un rôle dans le trouble de l'attention et notamment la dopamine (Halpelin & Schulz, 2006 ; Chamberlain, 2007) . Le système dopaminergique existe dès les premiers mois de vie et aurait le rôle de régulation du traitement de l'information (Vallée, 2003). Il est notamment relié au cortex pré-frontal mais aussi avec d'autres zones du cerveau comme le striatum impliquées dans le TDA/H. Il permet le maintien ou la disparition de comportements en inhibant ou en favorisant les réponses de certains neurones. Si ce système dysfonctionne, différentes fonctions seront touchées selon la zone cerveau concernée (motrices, exécutives ou encore l'inhibition et la mémoire de travail pour le cortex pré-frontal).

#### 1.5 Comorbidité

Les enfants TDA/H souffrent régulièrement d'une ou plusieurs pathologies en plus du trouble de l'attention avec ou sans hyperactivité. Les comorbidités sont nombreuses et demandent des adaptations des prises en charge.

##### 1.5.1 Le trouble des apprentissages

20 à 25% des TDA/H présenteraient des troubles des apprentissages en même temps que leur trouble de l'attention. Les enfants TDA/H ont souvent de grandes difficultés scolaires, notamment dues à leurs difficultés de concentration, de planification, de mémoire de travail, de perception des difficultés et les conséquences que cela implique. Ils ont souvent des résultats inférieurs aux enfants de leur âge et ce dès les premières années de scolarisation.

Les troubles de l'écriture, de la lecture ou en mathématiques sont fréquents chez ces enfants (dysgraphie, dysorthographe, dyscalculie, etc). Ce sont des troubles qui ne peuvent pas être la conséquence d'un retard mental, d'un déficit sensoriel ou d'un environnement défavorable. Ils ont souvent une origine neurobiologique associée à des aspects environnementaux. Ces enfants sont donc souvent pris en charge chez l'orthophoniste parallèlement à une prise en charge psychomotrice afin qu'ils soient adaptés un maximum à leur environnement et leur éviter des difficultés scolaires. Il est très important que cette prise en charge soit précoce.

### 1.5.2 Troubles de l'humeur et anxiété

Les troubles anxieux sont très fréquents chez l'enfant TDA/H mais ne sont pas plus fréquents que dans la population générale. Ils peuvent se manifester par la présence de trouble obsessionnel-compulsif ou par la présence d'accélération du rythme cardiaque ou encore de transpiration par exemple. Les études ont également montré que les troubles de l'humeur comme la dépression étaient fréquents dans ce trouble. Les symptômes sont ceux d'une dépression chronique mais ils sont moins sévères bien qu'ils soient également sur une longue durée. Ils sont souvent secondaires à leur inadaptation à l'environnement, à une mauvaise intégration sociale, à une faible estime de soi ou à un sentiment d'infériorité. Tout ceci entraîne alors une anxiété, un faible intérêt pour la scolarité ainsi qu'une opposition qui montrent la souffrance de l'enfant. On peut aussi remarquer, en plus de l'irritabilité, une perte d'appétit ou une hyperphagie, une insomnie ou une hypersomnie et parfois une accentuation des troubles de l'attention.

### 1.5.3 Trouble des conduites et trouble oppositionnel avec provocation

Le TDA/H est souvent associé à un trouble oppositionnel avec provocation. Il se retrouve chez 40 à 70% d'entre eux. Les enfants manifestant un trouble oppositionnel avec provocation présentent alors une attitude hostile envers l'environnement, ils peuvent montrer une grande méfiance et des comportements négatifs devant les figures d'autorité qui ont tendance à être plus présentes chez ces enfants au vue de leurs difficultés. Les enfants manifestant un trouble des conduites présentent un comportement antisocial profond. Cela peut se présenter sous forme de vol de biens, un comportement destructeur envers les humains et les animaux. Ils ont également tendance à rechercher le combat, à s'opposer, à désobéir et à être constamment en colère et agressif.

Cependant il est important de ne pas confondre ce trouble avec de la délinquance pure.

#### 1.5.4 Trouble des acquisitions des coordinations

Ce trouble se retrouve plus souvent chez les TDA/H que dans la population générale, il se retrouverait chez 50% d'entre eux. Ce sont des enfants dont la coordination motrice est beaucoup moins bonne que prévu pour leur âge, qui se blessent et tombent plus fréquemment, qui sont moins habiles en sport, etc. Ils possèdent plus de difficultés de motricité globale (dans des activités de lancer par exemple, ils montrent également beaucoup de maladresse), de motricité fine accentuées par les troubles de l'attention et l'impulsivité. Ces enfants montrent un déficit du contrôle moteur et particulièrement un manque de contrôle moteur et une rigidité des actions. Ils montrent également plus d'incoordination motrice (dans la dextérité par exemple), plus de difficulté dans la prise d'informations importantes (importance des sens), de difficultés visuo-spatiales (difficultés en géométrie, etc), des difficultés du contrôle postural (problème d'équilibre). Le TAC a de nombreuses conséquences sur la vie de l'enfant, il peut avoir des difficultés pour s'habiller, faire du vélo, faire de nouveaux apprentissages, etc ou avoir de mauvais résultats scolaires à cause d'une mauvaise écriture. Il peut montrer également des problèmes comportementaux (refuser d'aller à l'école, etc), des problèmes émotionnels (baisse de l'estime de soi) et il y a donc une augmentation du risque de dépression et d'anxiété.

#### 1.6 Traitement

De nombreuses études ont été réalisées pour voir quel traitement était le plus efficace, quels étaient leurs effets, dans quelle condition. Le traitement le plus efficace serait celui alliant la thérapie cognitivo-comportementale et un traitement médicamenteux.

##### 1.6.1 Les traitements médicamenteux

Le traitement médicamenteux n'est envisagé que dans les cas les plus sévères de TDA/H et quand les prises en charge faites ne suffisent plus pour aider l'enfant (Hechtman et coll, 2004).

En première intention, les psychostimulants sont d'abord prescrits, ils permettent d'inhiber la recapture de la dopamine et de la noradréline. A partir de 6 ans, en France, on prescrit le méthylphénidate, un dérivé de l'amphétamine. Il est prescrit sur ordonnance.

Il se montre généralement efficace à court terme, ne montre pas d'effet de dépendance et très peu d'effets secondaires comme une irritabilité, une insomnie, des céphalées. Il est cependant très peu prescrit par les médecins car le diagnostic de TDA/H est encore difficilement posé.

En seconde intention, des antidépresseurs ou des neuroleptiques peuvent être prescrits en cas de troubles affectifs ou troubles du comportement souvent associés au TDA/H.

### 1.6.2 Les actions psychosociales

Sous ce terme sont réunis les actions éducatives, sociales, psychothérapeutiques amenant aux techniques cognitives et comportementales. Elles peuvent concerner l'enfant TDA/H comme son entourage (famille, école, etc). Certaines consistent à aider l'enfant lui même, lui donner des stratégies afin de palier ses difficultés alors que d'autres consistent à informer les parents, les aider à comprendre le trouble de leur enfant et leur donner des stratégies afin d'aider dans la vie quotidienne et de pouvoir gérer les comportements de leur enfant. Des stratégies sont également données aux enseignants afin d'aider l'enfant à se concentrer, éviter les stimuli extérieurs, etc. Pour cela, des techniques comme l'aménagement du matériel et de l'environnement, des stratégies pour gérer l'enfant et un enseignement spécial et individuel sont données. Séquencer les tâches, permettre à l'enfant de bouger régulièrement, le renforcer lorsqu'il arrive à se contrôler sont des actions simples à effectuer et qui ont un effet sur l'enfant TDA/H.

### 1.6.3 Prise en charge psychomotrice

#### 1.6.3.1 Chez l'enfant

D'après Marquet-Doléac, Soppelsa et Albaret (2006), la prise en charge psychomotrice doit se faire selon deux axes principaux : aider l'enfant à devenir un sujet capable d'apprendre et de se contrôler. Pour aider le sujet au niveau du contrôle il faut lui apprendre à inhiber une réponse, à gérer le temps et à organiser efficacement les actions. L'enfant TDA/H possède des difficultés d'apprentissage car il n'arrive pas à se poser le temps nécessaire.

Pour n'importe quel apprentissage, il est nécessaire de passer par ces phases indispensables : la motivation, l'observation, la sélection d'information, l'expérimentation, la vérification.

La motivation est essentielle à une action : il y a la motivation initiale qui permet de débiter une activité, elle doit être créée par l'envie et le côté ludique des activités proposées aux enfants et il y a la motivation générale qui permet de continuer l'activité alors qu'elle est difficile à maintenir. La motivation est principalement entretenue par des renforcements positifs immédiats, l'utilisation d'une activité préférée en renforcement d'une autre activité et enfin « l'économie de jetons » qui permet de récompenser l'enfant dès qu'il a effectué le comportement attendu (les critères sont définis au préalable entre l'enfant et l'adulte). Il faut que l'enfant sache comment va se dérouler l'activité mais aussi la séance.

L'observation fait défaut chez ces enfants, ils ne prennent pas le temps d'observer, le psychomotricien doit donc favoriser l'observation continue de l'enfant. La sélection d'informations est composée de deux étapes : la recherche par rapport à un modèle où l'enfant peut se référer au modèle visuel quand il le souhaite et la recherche sans modèle où l'enfant doit alors faire appel à sa mémoire.

L'expérimentation consiste à faire en sorte que le patient réfléchisse à comment trouver des solutions, notamment grâce à ses expériences passées afin qu'il y ait généralisation. Chez les enfants TDA/H, il est essentiel qu'ils aient expérimenté un maximum de choses car ils ont de grosses difficultés d'imagination et donc à trouver une solution à un problème.

La vérification consiste à avoir un regard sur le travail effectué au fil de la séance afin de voir l'évolution. Selon l'âge, cela peut consister à dire ce que l'on pense des travaux, à déterminer des objectifs et des conséquences à long terme ce qui demande beaucoup plus d'implication et de motivation.

L'un des autres problèmes de l'enfant porteur de TDA/H est le contrôle et notamment l'inhibition comportementale qui fait défaut chez eux. L'un des premiers moyens pour y remédier est d'utiliser le soliloque qui permet de réguler le comportement. Le TDA/H est dépendant au soliloque et présenterait un retard de développement de ce soliloque. C'est d'abord l'adulte qui agit pour contrôler le comportement moteur de l'enfant puis c'est l'enfant lui-même qui en intériorisant les consignes contrôle son comportement moteur.

L'apprentissage de ce soliloque se fait en 5 étapes : l'adulte commente à voix haute les actions qu'il effectue, l'enfant effectue les actions et l'adulte les commente, le sujet effectue les actions et les commente lui-même à voix haute, le sujet effectue les actions et les commente lui-même à voix chuchotée et enfin le sujet effectue les actions et utilise le langage mental.

Il existe trois axes de travail pour améliorer l'inhibition comportementale : le délai de réponse qui consiste à faire différer la réponse de l'enfant, l'inhibition de réponse qui consiste à ne pas effectuer l'action, la réponse inverse qui consiste à différer une réponse car il est demandé de produire l'inverse de la consigne.

L'un des autres axes de travail psychomoteur du TDA/H qui nous intéresse particulièrement pour ce mémoire est la gestion des rythmes et du temps. Les enfants TDA/H ont du mal à se projeter dans le temps car ils possèdent des faiblesses au niveau de la mémoire de travail et ne peuvent pas donc mémoriser leurs objectifs. De plus, ils sont facilement distraits par l'environnement et ont des difficultés à contrôler leur comportement. Ils possèdent des difficultés de perception du temps, ils ont tendance à surestimer le temps, que ce soit rétrospectivement ou prospectivement. Pour y remédier, le psychomotricien possède plusieurs intermédiaires dont le plus simple est l'utilisation d'une horloge qui permet à l'enfant de visualiser le temps écoulé et donc avoir une meilleure conscience de celui-ci. On peut essayer aussi d'estimer le temps nécessaire pour une activité et renforcer l'enfant s'il réussit, l'enfant essaye alors plusieurs stratégies afin d'évaluer le temps qui passe. Ces enfants présentent également des problèmes de tempo personnel, l'enfant a une vitesse d'exécution motrice assez faible qu'il peut difficilement augmenter, il doit pouvoir arrêter son action, observer et reprendre l'action. Pour cela, il est nécessaire de travailler sur la mise en adéquation des vitesses de communication, l'amélioration de la souplesse des rythmes de travail (savoir ralentir et accélérer), et apprendre à l'enfant à s'arrêter, regarder et reprendre (mettre un signal sonore qui définit le temps d'arrêt, mettre en place des consignes qui incluent la pause, la prise d'informations, etc).

Une des difficultés les plus marquées et qui a beaucoup de conséquences dans la vie quotidienne est le manque de capacité d'organisation du TDA/H.

En effet, ils possèdent de grosses difficultés pour planifier (ils peuvent persister dans un raisonnement faux), estimer le temps nécessaire à une activité (ils surestiment le temps ce qui favorise leur trouble de l'attention), protéger les objectifs des distracteurs, des stimuli externes (pour cela, le soliloque est nécessaire), opérationnaliser les procédures (afin de garder leur attention sur les objectifs de l'action), décider des priorités (ne pas choisir la mauvaise stratégie et la répéter afin de permettre l'expérimentation sans peur), vérifier (augmenter le nombre de renforcements), savoir être souple dans la programmation des différentes étapes (pouvoir inhiber son action). Pour remédier à ces difficultés, il est nécessaire d'aménager l'environnement (aide-mémoire, éviter les conflits dès le moindre oubli, organiser l'environnement, etc) ou encore d'améliorer les déficits présents chez ces enfants (travailler la planification par exemple).

#### 1.6.3.2 De l'environnement

La prise en charge doit donc se faire auprès de l'enfant mais aussi de l'entourage familial et scolaire. Cela doit être une alliance thérapeutique avec les parents et l'école. Cette prise en charge psychomotrice est essentielle pour l'enfant car le TDA/H et ses conséquences ont beaucoup d'impact dans la vie de l'enfant (notamment scolaire) et de son entourage.

Il existe de nombreux conseils simples, des principes éducatifs, des conseils à appliquer au quotidien. Cette prise en charge psychomotrice peut s'associer à une guidance parentale qui permet aux parents de mieux comprendre le trouble de leur enfant et d'agir en conséquence, à une prise en charge psychologique des troubles émotionnels. Cela permet aux parents d'exprimer leur souffrance, leur agressivité, leur déception, leur rejet à l'égard de l'enfant dans certains cas. Il s'agit de les écouter et de détecter les cercles vicieux qui se sont installés afin de les aider au mieux. Il est important que les exigences, les punitions, les contraintes soient adaptées au trouble et n'affectent pas la propre estime de l'enfant. Barkley a d'ailleurs mis en place la gestion d'un groupe de parents où tout est mis en œuvre pour que les parents vivent au mieux le trouble de leur enfant.

Si ces prises en charge ne suffisent pas, il est alors nécessaire d'aller consulter un médecin afin qu'il puisse administrer un traitement médicamenteux. Cette prise en charge de l'enfant TDA/H est multidisciplinaire.

Il est important de prendre en compte l'expression clinique du trouble, les comorbidités associées.

### 1.7 Le TDA/H à l'âge adulte

Il se retrouve chez 50 à 70% des personnes diagnostiquées comme TDA/H dans l'enfance (Barkley, Fischer, Smallish et Fletcher, 2006). Le TDA/H chez l'adulte est beaucoup moins visible car l'individu a mis en place de nombreuses stratégies afin de compenser ses difficultés mais celles-ci sont fatigantes et ont un effet sur l'environnement social, personnel et professionnel. On peut voir notamment une baisse de l'hyperactivité. Cependant, ces individus ont fréquemment des difficultés à garder un travail, à effectuer un travail de leur niveau, à se concentrer, à s'organiser, dans les aspects cognitifs, etc. Par conséquent, ils ont souvent un statut socio-économique inférieur, des difficultés à garder un travail, etc. Les adultes TDA/H ont souvent des problèmes de toxicomanie, de dépression ou des problèmes sociaux. Ils ont souvent mis en place des actions afin de les aider dans leur vie quotidienne comme la mise en place d'agendas, de listes, de systèmes de classification, d'organisation ou encore faire du sport afin d'évacuer l'énergie en surplus et donc diminuer l'agitation motrice.

De plus, ce trouble est gênant car il a des conséquences sur le plan de la vie scolaire et du développement psychologique, il est alors difficile d'avoir une image positive de soi lorsqu'on est en échec scolaire et lorsque les relations avec l'environnement sont compliquées. Tout ceci est perceptible dans la vie sociale, professionnelle, affective de l'adulte.

L'incapacité à gérer le temps est le trouble le plus persistant du TDA/H. Ce trouble est le symptôme principal de la maladie à l'âge adulte mais aussi le plus dur à détecter. Pour déterminer si l'enfant possède ce trouble temporel, il est nécessaire d'interroger l'environnement des enfants qui pourra rapporter les difficultés temporelles.

## 2. Le temps

### 2.1 Développement des notions temporelles chez l'enfant

C'est vers trois-quatre ans que les enfants savent associer des moments de la journée avec des activités, peuvent apprendre les différents découpages conventionnels du temps. Vers huit ans, ils peuvent associer des activités à des périodes longues. Mais ce n'est que vers dix ou onze ans qu'il sauront évaluer rapidement la durée qui les sépare d'un événement se produisant dans plusieurs mois.

Les enfants apprennent, selon Paul Fraisse, les jours de la semaine à 6 ans, les mois de l'année à 7 ans, les saisons entre 7 et 8 ans et les années entre 8 et 9 ans. Plus la durée est longue, plus il est difficile de la visualiser.

C'est après l'âge de 8 ans que les enfants savent quel est le jour de la semaine, surtout si ce jour est proche du week-end qui est un repère pour l'enfant. L'environnement social joue donc un rôle dans l'apprentissage du temps chez les jeunes enfants. Les enfants comme les adultes peuvent se montrer désorientés dans le temps dès que leurs activités sociales sont moins nombreuses. Cependant l'enfant de 8 ans doit toujours énumérer les jours de la semaine pour identifier le jour exact. Après avoir appris les jours de la semaine, l'enfant apprend les saisons et les mois de l'année. Pour l'apprentissage, ils utilisent des images, l'été étant associé à la chaleur et l'hiver au froid, la neige, le ski. Leur apprentissage, comme pour les jours, se fait par énumération. Ce n'est qu'à l'adolescence que le système imagé de représentation des mois se met en place. Cependant selon le contexte, l'adolescent peut revenir au système d'énumération des mois.

### 2.2 Développement des capacités de jugement de durées chez l'enfant

#### 2.2.1 Chez le nourrisson

La première théorie sur le développement des capacités temporelles chez l'enfant vient de Piaget. Il estimait que le temps dépendait de la vitesse des mouvements. Il effectue par exemple une expérience qui consiste à faire rouler deux voitures côte à côte sur une même distance, une des voitures roule plus rapidement que l'autre. Quand on demande à des enfants si elles sont mis le même temps, ceux-ci estiment que la voiture qui roulait le plus vite a mis plus de temps à effectuer la distance.

Il avait tendance à sous-estimer les capacités temporelles des jeunes enfants et à estimer ces actions trop complexes pour eux. Très vite, la théorie de Piaget sera contredite, la vitesse ne joue donc pas un rôle prédominant. Montangero montre des capacités temporelles chez les enfants dès l'âge de cinq ans. Il existerait donc une connaissance implicite des rapports temps-espace-vitesse et une intuition directe de la durée.

D'autres recherches montrent une sensibilité précoce à la durée chez le nourrisson : à 2 mois, ils percevraient des changements de quelques millisecondes dans la structure temporelle d'une séquence rythmique. Ils semblent cependant plus réceptifs aux stimuli auditifs que visuels (ils perçoivent le changement de stimulus visuel à un âge plus tardif). Ceci serait notamment du aux efforts attentionnels supplémentaires que demandent les stimuli visuels. Sur des expériences avec des durées plus longues (qui demandent donc plus d'attention), les nourrissons montrent également des capacités très précoces de jugement de durées.

### 2.2.2 Chez l'enfant entre trois et huit ans

Dans des tâches de comparaison de durées (tâche de bissection et tâche de généralisation), l'enfant dès trois ans montre des réponses cohérentes. Le jugement temporel chez l'enfant présente la même propriété du temps scalaire que l'adulte. C'est une propriété qui affirme que la durée subjective est souvent précise, quand on estime une durée, notre estimation se rapproche souvent de la durée réelle. Il existe cependant des variabilités du jugement temporel appelées scalaires car elles augmentent ou diminuent selon que la durée à estimer soit élevée ou non. Plus la durée est élevée, plus l'erreur augmente également. Si on regarde les courbes obtenues chez les enfants de 3, 5 et 8 ans, bien qu'elles ne soient pas strictement identiques, elles respectent la même forme. Malgré tout, la sensibilité augmente avec l'âge et les courbes des enfants de 8 ans ressemblent plus aux courbes des adultes que celles des 3 ans.

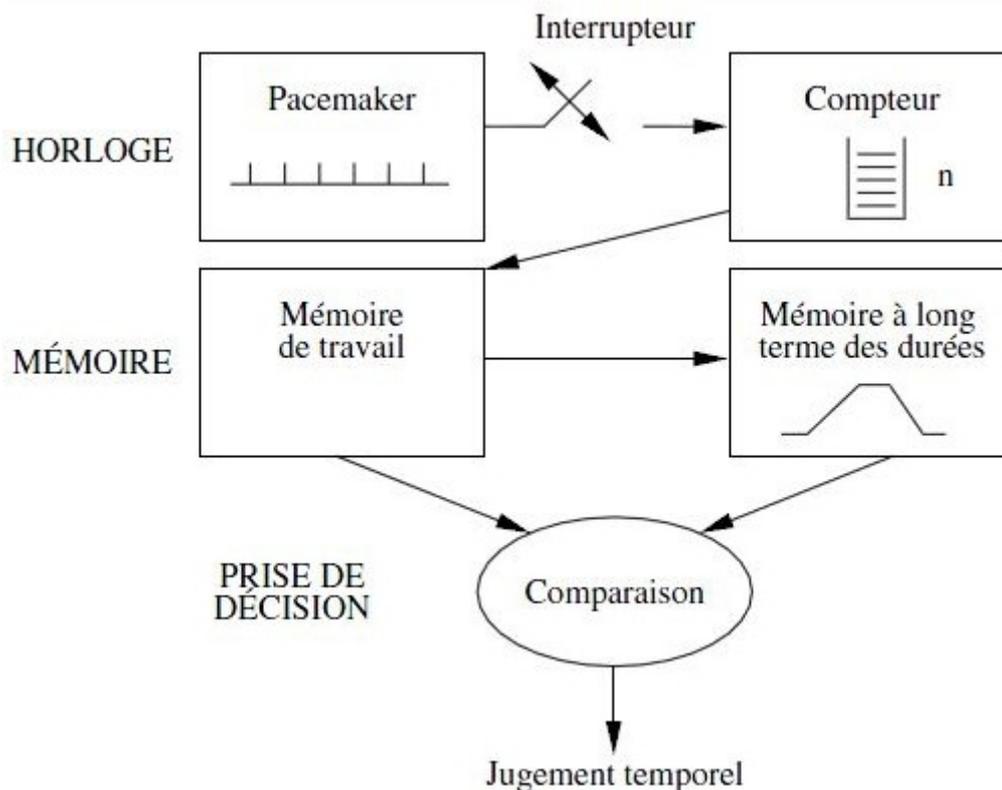
## 2.3 Les différents modèles

### 2.3.1 Les modèles « pacemaker-accumulateur », les modèles scalaires

#### 2.3.1.1 L'horloge interne de Gibbon et Church (1984)

On observe des capacités temporelles précoces dès les premiers mois de la vie proches de celles de l'adulte. Il existerait donc un mécanisme de base commun qui permettrait de mesurer le temps. Ce mécanisme s'appelle l'horloge interne et serait fonctionnel dès le plus jeune âge.

Cette horloge interne a été mise en évidence par les chercheurs grâce à des substances pharmacologiques qui peuvent la modifier : la cocaïne augmente la vitesse de l'horloge contrairement à l'halopéridol. Ces substances jouent sur la dopamine qui accélère ou ralentit la vitesse de l'horloge. Ils existent de nombreux modèles sur ce mécanisme, le plus répandu est celui de Gibbon et al (1984), malgré des faiblesses au niveau neurophysiologique, les recherches comportementales ont été validées. Ce mécanisme est composé de 3 systèmes : l'horloge (avec une base de temps, un compteur et un interrupteur qui relie la base de temps au compteur), la mémoire, la prise de décision.



Modèle de l'horloge interne de Gibbon et al (1984)

La base de temps (pacemaker) émettrait des impulsions, si on doit évaluer la durée l'interrupteur se ferme et permet donc aux impulsions d'accéder au compteur et donc d'estimer la durée. Quand le stimulus est terminé, l'interrupteur s'ouvre à nouveau et empêche donc les impulsions d'aller au compteur. Plus le nombre d'impulsions arrivées au compteur est important plus la durée est estimée importante elle aussi.

Ce système d'horloge interne n'est pas infaillible, deux processus semblent responsables des variations possibles : la vitesse de l'émetteur et le délai de fermeture de l'interrupteur.

Des études ont été faites et ont démontré que selon la modalité du stimulus, le pacemaker émettrait à une vitesse différente. Pour des durées similaires, le pacemaker émettra à un certain rythme pour un stimulus visuel et à un autre rythme pour un stimulus auditif. Cela signifie donc que le nombre d'impulsions accumulées diffère également avec la nature du stimulus, cette différence est d'autant plus importante que les durées le sont.

La vitesse du pacemaker peut être également modifiée avec des substances pharmacologiques. Par exemple, la métamphétamine est un accélérateur de la production de dopamine qui entraîne une accélération du rythme de l'horloge interne. Au contraire, l'halopéridol entraîne une inhibition de la production de dopamine et donc une décélération du rythme de l'horloge interne (on le retrouve également chez les malades parkinsoniens).

Pour une autre étude, une autre technique a été utilisée. Avant le stimulus qui permet de déterminer le début d'une durée à estimer, les scientifiques stimulent répétitivement le sujet avec des flashes ou des clics. On remarque alors que ceux-ci augmentent le niveau d'éveil et donc accélèrent le rythme de l'horloge interne chez les adultes comme chez les plus jeunes.

Les études disent que le délai de fermeture de l'interrupteur peut également avoir une influence sur l'estimation d'une durée notamment sur le nombre d'impulsions comptabilisées. Ceci peut concerner le temps de latence entre le début du stimulus et la fermeture de l'interrupteur ou la fin du stimulus et l'ouverture de l'interrupteur. Ce serait l'attention qui jouerait un rôle dans ce temps de latence. Lors de l'exécution d'une double tâche (temporelle et non temporelle), plus l'attention est détournée de l'estimation de durée et plus cette dernière est jugée courte (cf. modèles non scalaires). En effet, l'interrupteur reste alors ouvert plus longtemps et donc le nombre d'impulsions accumulées est moins important. Dans le cas contraire où l'attention est trop portée sur la durée, on remarque une sur-estimation de la durée écoulée. L'interrupteur aurait alors plusieurs modes de fonctionnement (Lejeune, 1998). Un mode d'oscillation, par exemple, où l'attention serait divisée entre la tâche temporelle et non temporelle en cas de double tâche, l'interrupteur connaît alors des phases d'ouverture et de fermeture durant la durée à estimer. Si la tâche non temporelle demande beaucoup d'attention, l'interrupteur va connaître des phases d'ouverture et de fermeture plus importantes, peu d'impulsions vont être accumulées et le temps sera alors jugé comme court.

On ne sait pas encore à quel âge le fonctionnement d'un tel mécanisme est totalement mature car les mécanismes neuronaux impliqués ne sont pas encore vraiment définis. Cependant, dès 40 semaines de gestation on peut voir une myélinisation du thalamus et du striatum qui prouve leur fonctionnalité précoce.

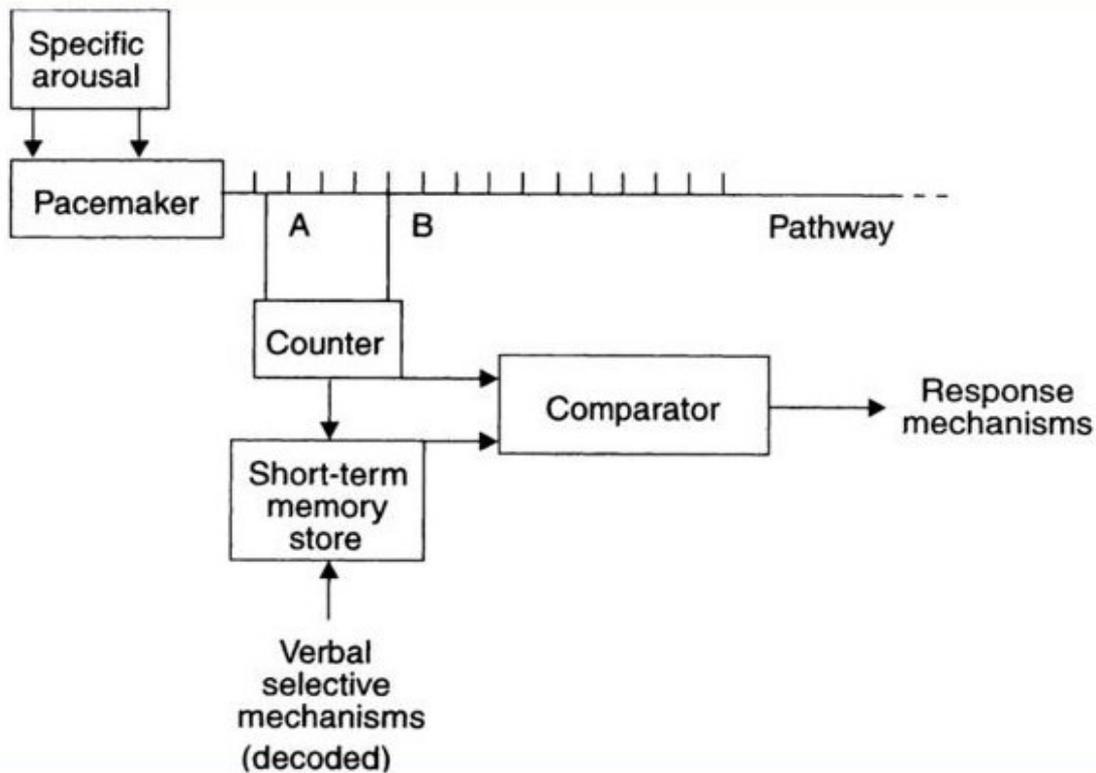
Le traitement des durées longues serait assuré par le cortex frontal, le système nigostriatal et le thalamus. Le système nigostriatal contient le locus niger et le striatum, les neurones dopaminergique (du locus niger) innervent le striatum et serait à l'origine du mécanisme horloge-compteur. Les neurones dopaminergique donneraient les impulsions et le striatum aurait alors le rôle de compteur. La maladie de parkinson prouve l'implication de la substance noire car les personnes parkinsoniennes ont une dégénérescence de cette substance noire et possèdent des troubles marqués de la perception du temps.

Les jeunes enfants possèdent donc un mécanisme appelé l'horloge interne qui permet de mesurer des durées. Cependant, les erreurs sont fréquentes chez les plus jeunes car le système n'est pas totalement mature. De plus, l'horloge interne n'est pas le seul mécanisme impliqué dans l'estimation de durée. Il est important de prendre aussi le contexte en compte car selon lui, les réponses varient énormément.

#### 2.3.1.2 Le modèle d'horloge interne de Treisman et al (1990)

Ce modèle ressemble en plusieurs points au modèle de Gibbon. Il est composé lui aussi d'un émetteur (pacemaker), d'un interrupteur et d'un compteur et l'estimation du temps dépend du nombre d'impulsions comptabilisées. Le nombre d'impulsions est régulier.

Cependant, un élément qui n'a pas été étudié par Gibbon a été pris en compte dans ce modèle : les afférences sensorielles. Selon ce modèle, le rythme de l'émetteur se calibre sur une certaine fréquence selon les afférences sensorielles. S'il n'y a pas d'afférences sensorielles, l'émetteur est à un certain rythme, émet à une certaine fréquence qu'on appelle fréquence naturelle.



Modèle d'horloge interne, Treisman et al

### 2.3.2 La théorie du temps scalaire

Ce sont les modèles les plus populaires. La théorie du temps scalaire de Gibbon, Church et Meck (1984) est l'une des plus répandue pour l'animal. Ils distinguent trois processus : l'horloge, la mémoire et la prise de décision. Ils interviennent ensemble dans le comportement temporel. L'horloge permet de déterminer combien de temps est passé, la mémoire permet de retenir les différentes durées afin d'ensuite pouvoir exploiter ces durées, prendre une décision et porter un jugement temporel. Le traitement temporel est donc effectué par plusieurs systèmes qui sont reliés les uns aux autres.

Le premier est le système d'horloge, soumis à la loi « Poisson » : c'est à dire que l'émission d'impulsions se fait de façon aléatoire mais à un taux constant, la durée qui sépare deux impulsions peut varier mais le nombre d'impulsions sur une longue durée ne varie pas. Selon la durée, plus ou moins longue, le système mnésique à court ou long terme sera utilisé afin de pouvoir, par exemple, comparer deux durées. Puis le système de décision intervient afin de déterminer s'il y a une différence entre les deux durées.

Ce modèle est donc soumis à la propriété de linéarité, le nombre d'impulsions accumulées dans le compteur suit une fonction linéaire du temps réel (si on accumule 2 impulsions en 2 secondes, on accumulera alors 4 impulsions en 4 secondes). Les chercheurs ont validé ces hypothèses et ont remarqué qu'il y a une tendance à la sur-estimation des durées courtes et une sous-estimation des durées longues.

Des tâches de généralisation temporelle ont été effectuées pour illustrer ces modèles, elles ont d'abord été faites chez le rat (Gibbon, Church, 1982), chez l'adulte (Wearden, 1991) et enfin chez l'enfant (Mc Cormack, 1999, Droit-Volet 2001 et 2002). Ces tâches consistent à présenter un stimulus sonore de référence (400 millisecondes) puis on présente sept stimuli de durées différentes (100, 200, 300, 400, 500, 600, 700 millisecondes) huit fois mais dans un ordre aléatoire. Le nombre de réponses comme quoi les durées sont identiques à la durée de référence est d'autant plus important que les durées sont proches de cette durée de référence. Les trois systèmes sont indépendants les uns des autres et peuvent chacun influencer le jugement temporel.

### 2.3.3 Les modèles non scalaires

#### 2.3.3.1 Le modèle de Thomas et Weaver (1975)

C'est un modèle cognitif où il n'y a aucun phénomène d'horloge ou de comptage. Dans ce modèle, ce sont des processus non temporelles, cognitifs qui sont pris en compte afin de percevoir et d'estimer le temps. La perception du temps dépendrait alors du nombre d'informations non temporelles et de leur complexité. Selon ce modèle, il existerait le fonctionnement de deux processeurs. L'un est accordé aux informations non temporelles donc cognitives tandis que l'autre est accordé aux informations temporelles. La perception du temps dépendrait donc de l'attention qu'on y accorde. Si beaucoup d'attention est focalisée sur le temps alors la perception de la durée va être importante, en revanche si peu d'attention est accordée au temps alors la perception de la durée va être faible. Cependant, ce modèle peut être discuté car ils distinguent les informations non-temporelles et temporelles qui sont pourtant reliées et indissociables.

#### 2.3.3.2 Le modèle de Zarkay et Block (1997)

Il est aussi appelé « modèle de la porte attentionnelle ».

Il est donc particulièrement porté sur l'attention dans les processus temporels. Il est semblable au modèle de Gibbon et Church. L'ouverture de l'interrupteur dépendrait de l'attention accordée au temps (plus il y en a, plus la perception du temps est importante). Cette porte attentionnelle se situerait entre le pacemaker et l'interrupteur et ferait donc varier le nombre d'impulsions dans le compteur selon l'attention accordée au temps. Plus il y a d'attention accordée au temps, plus l'ouverture de la porte attentionnelle est importante et plus le nombre d'impulsions comptabilisées est lui aussi important et inversement. L'ouverture de la porte attentionnelle permet alors une variation subjective du temps.

### 2.3.3.3 La théorie comportementale du temps de Killeen et Fetterman (1998)

Cette théorie est bien différente des autres. La base de cette théorie est que « la mesure du temps comportementale se fait par l'intermédiaire d'une séquence de comportements adjoints ». L'animal exécute un certain nombre de réponses comportementales stéréotypées qui peuvent lui servir de repère pour estimer une durée (par exemple, le rat va aller appuyer sur le levier pour manger, faire sa toilette pour ensuite revenir vers le levier). Le passage d'un comportement adjoint à un autre dépendrait du nombre d'impulsions accumulées d'un pacemaker ayant un fonctionnement de type « poisson ». D'après Killeen et Fetterman, ce pacemaker « émettrait des impulsions selon une fonction linéaire du taux de renforcement utilisé dans la situation expérimentale, celui-ci variant avec l'intervalle temporel ». Les comportements adjoints dépendent alors du rythme du pacemaker et donc du taux de renforcement.

La difficulté principale de cette théorie est de savoir si les comportements observés sont des comportements adjoints servant de repères dans l'estimation du temps ou non. Dans une expérience avec des gerbilles, Lejeune et al (1998) remarquent que certains ne sont pas aussi stéréotypés : ces comportements sont non seulement variables mais ils peuvent apparaître plusieurs fois dans une même séquence. Ceci laisse supposer que plusieurs comportements peuvent servir de médiateurs pour un comportement temporel. Or l'estimation temporelle doit être satisfaisante et il peut y avoir des confusions si les comportements qui servent de repères ne sont pas distincts.

Cette théorie permet d'avoir une nouvelle vision mais elle est très contestée car l'être humain peut ne faire aucun mouvement (du moins non visible) durant une durée donnée contrairement à l'animal. Cependant les expériences montrant des mouvements de succion chez le nourrisson pourraient être reliées à l'homme.

Cette théorie est donc différente des autres, elle prend en compte le pacemaker et la mémoire à long terme mais ne s'intéresse pas aux autres systèmes retrouvés dans les théories de temps scalaire. Elle est simple mais n'est pas assez développée pour expliquer tous les phénomènes qu'on retrouve lors de tâches temporelles. Les nouveaux modèles d'horloge interne ont tendance à s'appuyer sur les théories du temps scalaire plutôt que les théories comportementales comme celle-ci.

#### 2.4 Les six processus temporels de Toplak et Tannock

Toplak et Tannock ont mis en évidence six processus temporels.

La discrimination de durée : Cela correspond à la comparaison entre deux durées (présentées par des stimuli visuels ou auditifs) qui diffèrent de quelques secondes. L'une semble avoir duré plus ou moins longtemps que l'autre. Dans des tâches de discrimination de durées (qu'elles soient courtes, moyennes ou longues), les TDA/H sont en difficulté et présentent des résultats inférieurs par rapport à un groupe contrôle. Ceci pourrait être du, en partie, au trouble de la mémoire de travail chez ces enfants.

La production et la reproduction temporelle : Elle peut se faire de façon auditive ou visuelle et est l'épreuve la plus pertinente pour avoir un regard sur les capacités temporelles. La production correspond à produire une durée donnée oralement. La reproduction correspond à produire une durée effectuée antérieurement. Les enfants TDA/H feraient plus d'erreurs qu'un groupe contrôle. Plus la durée à produire ou à reproduire est importante et plus les erreurs des TDA/H sont importantes. Ces épreuves demandent de l'attention, de la mémoire, de l'inhibition. C'est principalement le manque d'inhibition de la réponse, l'impulsivité qui entraîneraient les erreurs chez les enfants TDA/H.

Le tempo moteur : Cela correspond au rythme, à un ajustement entre le temps et les mouvements et se retrouve dans de nombreuses activités de la vie quotidienne.

Le plus souvent, on demande aux sujets de frapper dans leurs mains à un rythme spontané ou imposé selon les situations. Le tempo moteur varie selon chaque individu et son âge (il est rapide chez les jeunes enfants, lent chez les personnes âgées) mais il est le plus souvent augmenté chez les enfants TDA/H. Dans certaines pathologies où le système dopaminergique est impliqué (comme la maladie de Parkinson), on peut voir de l'agitation, des difficultés d'inhibition et donc des difficultés dans les tâches de tempo moteur.

Le jugement temporel : Cela correspond à la perception de la durée qui peut séparer deux stimuli consécutifs. Il arrive souvent que les enfants TDA/H perçoivent cette durée comme plus longue qu'elle ne l'est en réalité.

L'estimation verbale : Cela correspond au fait d'estimer la durée d'un stimulus. Le temps s'écoule de manière plus lente chez les enfants TDA/H, ils vont donc, le plus souvent, surestimer la durée d'un stimulus.

L'anticipation : Cela correspond au fait d'anticiper, de pouvoir estimer la durée d'un stimulus à venir. Les enfants TDA/H ont beaucoup de difficultés à prédire la durée d'un événement, celui-ci lui paraîtra généralement plus long qu'il ne le sera.

## 2.5 Les structures neuronales impliquées

De nombreuses zones du cerveau sont impliquées dans le traitement de l'information temporelle. On peut d'ailleurs remarquer que certaines sont communes avec le TDA/H ce qui pourrait expliquer que les déficits chez ces enfants entraînent également des difficultés temporelles.

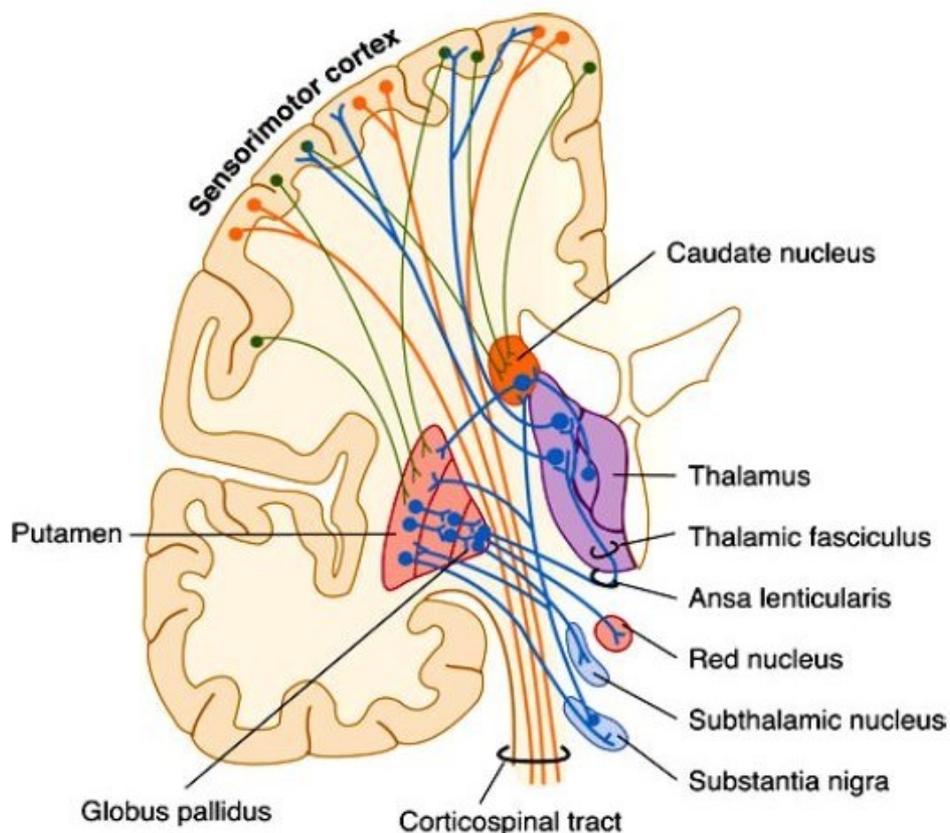
### 2.5.1 Le cortex frontal

Le cortex pré-frontal a un rôle dans le maintien et l'organisation des informations temporelles de longue durée (Mangels et al., 1998). Franck et al (2001) affirment 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 ». Les projections du cortex pré-frontal vers les ganglions de la base sont nombreuses (bien plus nombreuses que celles des ganglions de la base vers le cortex pré-frontal). Il a donc un rôle important dans les processus attentionnels.

Il pourrait également jouer un rôle dans les processus mnésiques ou encore dans la phase de décision. D'autres auteurs, comme Lewis, lui donne un rôle de substrat dans le modèle de l'horloge interne.

### 2.5.2 Ganglions de la base

De nombreuses expériences ont montré l'implication des ganglions de la base dans la mémoire de travail et dans l'estimation temporelle. Ils pourraient avoir un rôle d'émetteur de l'horloge interne. En effet, les ganglions de la base interviendraient dans le contrôle du déclenchement ou de l'interruption du maintien des représentations temporelles. L'implication de ceux-ci, tout comme du cortex pré-frontal, pourrait s'expliquer par une implication dans les fonctions cognitives comme l'attention ou le contrôle exécutif particulièrement impliqués dans le traitement temporel. Ils sont tous les deux impliqués dans les processus mnésique, Franck et al (2001) affirment que les ganglions de la base « déchargent qu'à des instants bien précis afin de déclencher la mise à jour (updating) de la mémoire de travail [...] au sein du cortex frontal »



Source: Waxman SG: *Clinical Neuroanatomy, 26th Edition*:  
<http://www.accessmedicine.com>  
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. All rights reserved.

On sait que le striatum et la substance grise sont impliqués dans les capacités temporelles et notamment dans l'estimation de durées, le traitement temporel précoce où le rôle du striatum est central, notamment pour le système dopaminergique (Matell et Meck, 2000 et 2004, Matell et al., 2003, Meck et al, 1987). La dopamine a deux fonctions dans les processus temporels. La première consiste à décharger la dopamine avec l'apparition d'un stimulus ce qui pourrait servir à réinitialiser (« reset ») les neurones striataux et corticaux. La dopamine sert alors de « starter » afin de permettre l'extraction de l'information temporelle (Matell et Meck, 1999, 2000). La seconde fonction consiste à renforcer les patterns de décharges dans les boucles cortico-striatales qui sont associés à un stimulus ou une récompense ce qui aurait une grande influence dans les différents apprentissages. Les TDA/H comme les malades Parkinsoniens montrent de mauvais résultats dans les tâches de discrimination de durée qui peuvent cependant être améliorés avec l'administration d'un antagoniste à la dopamine. Ils sont donc source de dopamine dont l'implication a été démontrée dans les processus temporels, dans les modèles d'horloge interne et dans l'estimation temporelle. Les ganglions de la base sont particulièrement impliqués lorsque la tâche demande un contrôle attentionnel. Ils permettent d'encoder les durées et peuvent jouer un rôle d'encodeur dans l'horloge interne.

Le noyau caudé et le putamen joueraient un rôle dans la discrimination d'intervalles temporels ou encore leur encodage en mémoire où leur rôle serait particulièrement important. On peut voir une activation de ces structures lors de la phase d'encodage dans des tâches de discrimination temporelle. Le putamen, la partie gauche précisément, pourrait aussi jouer un rôle dans la phase de décision. Le thalamus, lui, jouerait un rôle dans la représentation du temps.

### 2.5.3 Le cervelet

Le cervelet intervient dans les processus temporels impliquant des situations de courte durée : inférieure à une seconde (Mangels, Ivry & Shimizu, 1998). Si le cervelet dysfonctionne, le tempo moteur et la discrimination de durée vont être atteints et vont alors entraîner des difficultés temporelles. Il a en effet un rôle important dans le déroulement des actions, le chronométrage.

Chez le traumatisé crânien, par exemple, il n'est pas rare de voir des lésions du cervelet entraînant des difficultés dans l'aspect temporel du geste, dans la perception des espaces de temps, du jugement de la vitesse d'un objet, dans la discrimination de l'intervalle auditif ou dans la vitesse de déplacement des segments corporels ou des objets.

Son rôle est encore discuté, il dépend des auteurs : certains lui accordent un rôle dans la perception du temps et donc dans l'horloge interne (Lewis et Miall, 2003) alors que d'autres lui accordent plutôt un rôle dans les fonctions cognitives (Rao et al, 2001).

#### 2.5.4 Le lobe pariétal

Le lobe pariétal joue un rôle dans les processus attentionnels et particulièrement dans l'attention qu'on accorde au temps lors d'une estimation de durée. Cela correspond sur le modèle de Gibbon au rôle d'interrupteur. En effet, lorsqu'on ne prête pas d'attention au temps, l'interrupteur s'ouvre empêchant alors le comptage des impulsions et donc une bonne perception et estimation du temps. Harrington affirme également que le lobe pariétal jouerait un rôle dans les processus mnésiques et dans les phases de décision.

#### 2.5.5 L'aire motrice supplémentaire

Elle a été très étudiée ces dernières années. Elle est impliquée dans le traitement de durée aussi bien dans des tâches motrices que perceptives. Selon les auteurs, elle peut avoir un rôle dans la représentation des durées ou servir de substrat neural pour l'émetteur de l'horloge interne. Les différentes études ont montré qu'elle était reliée au striatum et jouerait donc un rôle dans l'encodage de durée. Elle permet l'accumulation d'impulsions temporelles dans le compteur d'après le modèle de Gibbon.

### 2.6 Le rôle de l'attention

Les tâches temporelles demandent parfois beaucoup d'attention, or chez les enfants, il existe de nombreux troubles les empêchant d'avoir des résultats optimaux à ces tâches. Les enfants ont souvent des difficultés d'attention, notamment dues à l'immaturation de leur cerveau. Ceci explique pourquoi ils sont distraits par le moindre stimulus. Ils ne veulent pas attendre et ont d'autant plus de mal à porter leur attention sur les informations temporelles ce qui explique les distorsions dans les estimations de durées des enfants.

Si on demande aux enfants de faire une double tâche, leurs résultats sont alors plus variables qu'en simple tâche. Le cortex pré-frontal joue un rôle dans le jugement temporel, une lésion entraîne des troubles de la perception temporelle mais permet encore quelques capacités temporelles. La maturation du cortex pré-frontal est tardive, elle est rapide et se termine lentement jusqu'à l'adolescence et jouerait un rôle sur l'attention. Ce manque de maturation explique donc les résultats des jeunes enfants.

Chez l'adulte, des expériences ont montré que si on détourne leur attention de la tâche temporelle, il effectue alors le plus souvent une sous-estimation de la durée. Selon le modèle attentionnel de l'estimation du temps de Thomas et Weaver, les informations temporelles et non temporelles sont traitées par le même système. Lorsque des informations non temporelles détournent l'attention de la tâche, le nombre d'impulsions comptées est alors inférieur car des impulsions sont perdues, la durée est alors jugée plus courte. Le modèle de Lejeune explique cette sous-estimation par une ouverture momentanée de l'interrupteur. Le modèle de Zakay et Bock suggère une ouverture d'une porte attentionnelle qui varie selon la quantité de ressources accordée au temps.

## 2.7 Le rôle de la mémoire

L'attention est indissociable de la mémoire. Elle joue donc un rôle également important dans les processus temporels. On a pu constater de nombreux points communs entre l'estimation temporelle et la mémoire. Depuis de nombreuses années, la mémoire joue un rôle dans les différents modèles d'estimation temporelle. Par exemple, dans le modèle de timing scalaire de Gibbon (cf. schéma de l'horloge interne), on peut constater que trois processus sont différenciés : le processus perceptif, le processus mnémonique et le processus décisionnel. Ce processus mnémonique correspond à la mémorisation du passage des impulsions dans l'accumulateur, cette information temporelle doit être alors mémorisée jusqu'à la production d'une réponse.

On peut constater que différentes mémoires sont différenciées sur une base de temps (mémoire à court terme, long terme). Pour étudier l'estimation temporelle, quatre méthodes sont régulièrement utilisées (l'estimation verbale, la production de temps, la reproduction de temps, la comparaison) où la mémoire de travail est essentielle.

D'après Wearden, lors de procédure de généralisation temporelle (ici dire si une durée est semblable ou non à une durée standard), la mémoire à long terme joue un grand rôle. La mémoire à court terme est quant à elle plutôt utilisée dans des procédures de reproduction de temps où le sujet doit retenir la durée cible pour ensuite la reproduire quand il estime qu'elle est atteinte. Les tâches de production temporelle demandent plutôt l'utilisation de la mémoire à long terme. En effet, la mémoire à court terme permet de retenir la durée à produire et ici le plus important étant de se souvenir à quoi correspond une telle durée (unités temporelles). La mémoire est impliquée dans les processus temporels mais le temps est également impliqué dans les processus mnésiques. Ainsi on peut voir qu'en épreuves de rappel sériel, les items situés en début et en fin d'épreuve sont mieux réussis que les items situés en milieu d'épreuve.

On observe aussi des phénomènes de télescopage, il en existe deux types : avant et arrière. Le télescopage avant correspond au fait de fournir des estimés trop récents d'occurrence d'évènements (croire qu'un événement s'est passé il y a 3 ans alors qu'en réalité il s'est déroulé il y a 6 ans). Le télescopage arrière correspond au phénomène inverse : dire qu'un événement est récent alors qu'il est en réalité plus ancien.

Une autre constatation est que plus deux évènements sont séparés dans le temps, plus il est facile de déterminer lequel s'est passé en premier. On peut alors se rappeler de la date correcte d'un événement sur une échelle mais pas dans une autre (savoir qu'un événement s'est déroulé dans l'après midi mais ne pas savoir si c'était il y a une ou deux semaines). Il existe des frontières temporelles définies, par exemple, on peut se tromper sur le jour exact d'un événement mais on ne peut pas confondre un jour de début et un jour de fin de semaine.

## 2.8 Le rôle des émotions

Nous sommes constamment confrontés à des situations qui entraînent des émotions comme la joie, la tristesse, la surprise, etc. Or il semblerait que l'état émotionnel d'une personne influe sur la perception du temps qu'elle peut avoir. D'après Thayer et Shiff, un contact visuel avec une personne ayant une expression de colère semble beaucoup plus long qu'avec une personne ayant le sourire.

Cependant les travaux concernant les émotions et la perception du temps sont très hétérogènes, particulièrement pour estimer quelle émotion entraîne une sous ou une sur-estimation ou pour déterminer quels mécanismes sont mis en jeu.

Il existe deux théories de cette modification de la perception du temps. La première estime que l'émotion entraîne un détournement et un retrait d'attention qui ne serait plus totalement dirigée vers la durée. Cela provoquerait une sous-estimation de la durée qui serait plus marquée avec les émotions négatives car elles capteraient plus d'attention que les émotions positives. La seconde théorie estime, au contraire, que les émotions entraîneraient une augmentation de l'éveil de l'individu. Cela provoquerait une augmentation d'émission des impulsions et donc une sur-estimation de la durée. A l'inverse de la première théorie, cette sur-estimation serait plus retrouvée avec les émotions positives car elles entraînent un plus grand état d'éveil. On obtient donc une sur-estimation du temps et un effet de type multiplicatif entre l'émotion et la durée si l'émotion augmente le niveau d'éveil. Par conséquent, on obtient une sous-estimation et un effet de type additif si l'attention accordée au traitement de l'information temporelle est réduite. On peut donc conclure que l'on a tendance à plus sur-estimer la durée de présentation de visages exprimant une émotion que de visages neutres. La perception du temps et les émotions sont liées l'un à l'autre. La théorie de l'augmentation de l'éveil et donc de la sur-estimation du temps en cas d'émotions semble la théorie la plus valable.

## 2.9 Le rôle de la modalité sensorielle

Il n'existe pas de récepteurs spécifiques au temps et pourtant nous sommes aisément capables de manipuler les données temporelles. Si la perception du temps est différente selon les modalités sensorielles, plusieurs hypothèses peuvent expliquer ce processus. On peut supposer qu'il existe des horloges internes spécifiques à chaque modalité ou alors que l'horloge interne a une sensibilité différente selon les modalités concernées, le temps de latence de sa mise en fonctionnement pourrait alors varier.

Dans une épreuve d'estimation temporelle, on peut observer des différences entre une durée pleine (le stimulus est constant pendant toute la durée) ou vide (il y a un stimulus au début et à la fin de la durée).

Pour des durées courtes, les erreurs sont plus nombreuses pour les durées pleines que pour les durées vides. On retrouve le phénomène inverse pour les durées longues (Grondin, 1993). Selon le type de durées, les mécanismes de déclenchement de l'horloge interne sont différents et entraînent alors des variations dans l'estimation de la durée.

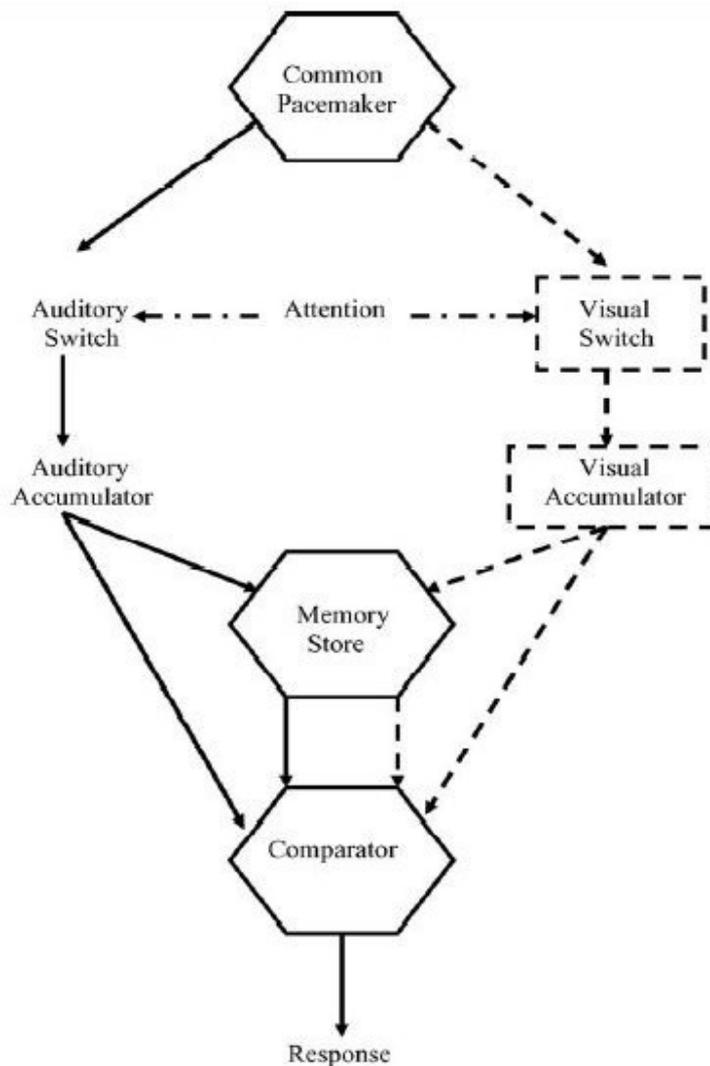
Selon que le stimulus soit visuel ou auditif, il semblerait que l'estimation diffère. En effet, les stimuli auditifs attirent plus l'attention que les stimuli visuels, le déclenchement de l'horloge interne serait donc plus rapide avec un stimulus auditif et une durée sera donc jugée plus longue avec ce type de stimulus quelle que soit la durée à estimer (Rousseau et Rousseau, 1996). Un stimulus auditif, s'il entraîne une accélération du rythme de l'horloge interne, entraîne donc une augmentation du nombre d'impulsions accumulées. La durée est donc jugée plus longue qu'avec un stimulus visuel. Existe-t-il des pacemakers spécifiques à chaque modalité ou est-ce un même pacemaker qui change de rythme selon la modalité ?

Treisman et al (1990) ont démontré que des stimulations répétitives avant l'estimation d'une durée pouvaient augmenter le rythme du pacemaker et donc une sur-estimation de la durée. Cette accélération dépendrait de la fréquence de ces stimulations. Ces stimulations entraînent une augmentation de l'éveil et de l'attention accordée au temps et donc diminuent le temps de fermeture de l'interrupteur ce qui explique cette surestimation des durées. Ce phénomène se retrouve aussi chez les jeunes enfants pour des tâches de comparaison de durées, le phénomène est d'autant plus important que la durée est longue et que l'enfant est jeune (Droit-Volet, Wearden 2002).

L'augmentation du déclenchement ou de l'arrêt des processus temporels ne peuvent pas expliquer à eux seuls de telles différences entre chaque modalité, les auteurs (Droit-Volet, Wearden, Penton-Voak) supposent donc une modification du rythme du pacemaker. Cependant, cette hypothèse n'est pas validée par tous les scientifiques, Penney et al (2000) ont démontré que le rythme du pacemaker ne changerait pas selon le type de stimuli, ce qui varie pour lui c'est la fermeture de l'interrupteur. Avec des stimuli visuels, cette fermeture-ouverture serait plus variable et entraînerait une perte des impulsions à accumuler proportionnelle à la durée à estimer, plus la perte est importante et plus la durée sera jugée courte.

Les expériences effectuées par Penney et al ne permettent pas de savoir si la différence, selon le type de stimuli, dépend d'un changement de rythme du pacemaker ou du fonctionnement de fermeture-ouverture de l'interrupteur. Les jugements seraient également moins variables avec les stimuli auditifs en comparaison avec des stimuli visuels. Ceci s'expliquerait par une diminution de la variabilité du temps de fermeture ou d'ouverture de l'interrupteur avec ce type de stimuli.

Rousseau et Rousseau (1996), grâce à des expériences, ont décrit un modèle où le pacemaker serait commun peu importe la modalité mais ce serait le système d'accumulateur et d'interrupteur qui seraient alors spécifiques à chaque modalité. Le système de mémoire et de décision seraient aussi communs aux deux modalités. Mais ceci doit encore être vérifié expérimentalement.



Modèle des processus temporels de Rousseau et Rousseau (1996)

### 3. Conclusion de la partie théorique

Le TDA/H est un trouble fréquent et ayant de nombreuses conséquences sur la vie quotidienne de la personne qui en souffre. C'est un trouble très étudié dont les nouvelles données permettent de le comprendre un peu plus avec le temps. Il est aujourd'hui, grâce aux différents modèles et aux différentes études, plus facile de comprendre le fonctionnement du trouble et donc les mécanismes sous-jacents.

Le temps est un phénomène, lui aussi, très étudié par les scientifiques. Ils ont pu constater que dès le plus jeune âge les enfants (et même les nourrissons) présentent des capacités temporelles précoces. Celles-ci se développent avec l'âge et deviennent proches de celles de l'adulte vers onze et douze ans. De nombreux modèles expliquent ces capacités temporelles précoces dont le plus populaire est celui de Gibbon et al, le modèle de l'horloge interne. Ils ont pu constater également l'implication de la mémoire, des émotions et de la modalité sensorielle dans la perception du temps.

Les difficultés temporelles (notamment dans la perception du temps) sont un des symptômes les plus importants et qui peuvent perdurer à l'âge adulte chez les TDA/H. On peut notamment voir qu'il existe des similarités dans les structures cérébrales impliquées dans le TDA/H et dans la perception du temps. Ces difficultés sont très contraignantes dans la vie sociale et professionnelle. Il est donc important de les repérer et de les prendre en charge afin de limiter leur impact. Malgré le fait qu'on connaisse le rôle central du temps dans le TDA/H, il n'existe pas de « test » permettant d'évaluer les capacités temporelles des enfants.

Dans la partie théorique, j'ai défini le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité avec précision, la sémiologie, les mécanismes, les structures cérébrales impliquées, la prise en charge. Puis j'ai expliqué les processus temporels utilisés dans la perception du temps, leur développement, les modèles existants et les facteurs pouvant l'influencer.

Dans cette partie pratique, je vais expliquer comment j'ai fabriqué mon évaluation des capacités temporelles chez les enfants entre 9 et 12 ans et les différences pouvant exister entre des enfants « contrôles » et des enfants TDA/H grâce à des analyses statistiques.

# **PARTIE PRATIQUE**

## 1. Démarche

J'ai décidé de constituer un outil d'évaluation des capacités temporelles chez l'enfant entre 9 et 12 ans car le trouble temporel est un trouble très important et fréquent chez le TDA/H. Bien qu'il soit peu visible, il est présent de l'enfance à l'âge adulte et peut être très handicapant dans la vie quotidienne. Cependant, tous les TDA/H ne possèdent pas de trouble temporel prononcé, cet outil permettrait donc d'évaluer si la personne qu'on prend en charge possède ces difficultés-ci et si elles sont présentes quelle est leur sévérité. Cela permettrait donc d'adapter la prise en charge en fonction de ces difficultés.

J'ai voulu me concentrer sur la perception de durées plus particulièrement car il est vrai que le domaine est large, que d'autres domaines temporels auraient pu être évalués mais celui-ci me semblait le plus pertinent. C'est un domaine très important dans la vie quotidienne où beaucoup de facteurs doivent être pris en compte. Il peut être très handicapant en cas de difficultés et l'on sait qu'il est fréquemment déficitaire chez les TDA/H. Il était également plus facile de l'évaluer en s'appuyant sur les différentes expériences déjà effectuées par les différents scientifiques. Malgré les nombreuses expériences effectuées et la documentation, rien n'a été fait sur un outil d'évaluation spécifique.

Pour concevoir cet outil, je me suis basée sur les 6 processus temporels de Toplak et Tannock cités dans ma partie théorique, particulièrement la discrimination de durée, la production et reproduction temporelle et l'estimation verbale. Il aurait été possible d'évaluer les autres processus mais l'évaluation aurait été alors beaucoup trop longue, j'ai donc préféré me focaliser sur ceux-ci qui sont pour moi les plus pertinents. Afin de ne pas me lancer dans quelque chose d'absurde, je me suis également basée sur les expériences déjà effectuées par de nombreux scientifiques dans ce domaine.

Parmi les étapes de la conception de cette évaluation, il a fallu choisir le type de stimuli que j'allais utiliser (visuels ou auditifs). J'ai choisi d'utiliser des stimuli auditifs, j'ai pu remarquer lors de mes lectures que beaucoup d'expériences étaient réalisées avec des stimuli visuels et que donc il serait intéressant de voir quels seraient les résultats de cette évaluation avec des stimuli auditifs. J'ai également choisi de ne pas utiliser plusieurs types de stimuli et donc d'en utiliser un seul type.

Cette évaluation consiste donc à évaluer la production de durées, la reproduction de durées, la comparaison de durées et enfin l'estimation temporelle. Elle est composée de la fiche d'évaluation ainsi que d'une fiche explicative (cf. annexes). Pour chaque sous-épreuve, il faut produire, estimer ou comparer 6 durées. On note alors si l'enfant a réussi ou non. Si l'enfant a échoué, on indique son résultat dans la case correspondante. Son résultat est alors transformé en score.

Il existe aussi une partie observation où tout détail clinique intéressant pourra être noté, tout comportement aberrant (non en lien avec la tâche) durant l'épreuve ou autres. J'ai trouvé intéressant de pouvoir observer les comportements de ces enfants durant l'évaluation, celle-ci étant longue, les enfants mettent en place, le plus souvent, des stratégies afin de trouver le temps moins long, de rester concentré, etc. Il a été intéressant de voir la différence de comportements entre un enfant TDA/H et un enfant « contrôle ».

Cette évaluation a été passée auprès de 8 enfants diagnostiqués TDA/H et 7 enfants normaux afin de comparer leurs résultats et donc de démontrer l'intérêt d'un tel outil d'évaluation.

## 2. Déroulement de l'évaluation

Cette évaluation dure en moyenne 45 minutes (elle peut durer plus longtemps si l'enfant possède des problèmes d'attention). Après deux « sous-épreuves », il est demandé de faire une activité neutre (ne faisant pas intervenir les capacités temporelles) afin de faire une pause. L'épreuve demande beaucoup d'efforts au niveau attentionnel il est important de laisser l'enfant faire une activité demandant peu d'attention et ne faisant pas intervenir les capacités temporelles bien sûr.

Cette évaluation demande peu de matériel, il est nécessaire d'avoir la fiche d'évaluation, un chronomètre et un ordinateur ou une source sonore afin de lire les sons (bips) nécessaires pour l'évaluation.

Il est important d'expliquer l'intérêt de l'évaluation et de s'assurer que l'enfant a parfaitement compris les consignes. Il faut bien lui expliquer les différentes épreuves afin qu'il n'y ait aucune surprise lors de la passation.

L'impulsivité et l'inattention des enfants TDA/H peuvent les amener à ne pas respecter les règles de l'évaluation (ils ont souvent très envie de regarder leurs résultats sur le chronomètre par exemple) ce qui peut fausser l'évaluation. Il est important qu'ils respectent les consignes.

### 3. Description de l'outil

L'outil est constitué de 4 « épreuves » que je vais décrire ci-dessous.

**Expliquer à l'enfant le test et en quoi il consiste. Lui préciser qu'il est composé de 4 épreuves et qu'il y aura une « pause » après 2 épreuves.**

#### **Production de durées :**

Donner un chronomètre à l'enfant, lui citer les durées à produire (il ne doit en aucun cas regarder le cadran du chronomètre). La première durée à produire sert d'exemple à l'enfant, elle permet de voir s'il a parfaitement compris l'épreuve. L'épreuve est ensuite constituée de 6 durées dont les deux premières sont avec feedback. Noter le résultat.

*Consignes :* « Je vais te dire une durée que tu vas devoir reproduire avec le chronomètre, tu arrêteras le chronomètre quand tu estimeras que la durée est passée, tu me donneras alors le chrono sans jamais le regarder. Tu vas devoir cacher l'écran du chrono tout au long de l'épreuve, je te donnerais ton résultat pour les premières durées. Voyons si tu as compris avec un exemple, fais 3 secondes ».

#### **Estimation de durées :**

Mettre la bande son où un bip sonore continu indique la durée (avec présence ou non de perturbateur pendant ces bips) et demander à l'enfant d'estimer cette durée. Pour la moitié des durées (elles sont indiquées sur la fiche d'évaluation), il y a la présence de perturbateur effectué par l'examineur (parler, déchirer une feuille, etc). Noter le résultat.

*Consignes :* « Je vais te faire écouter un bip sonore, tu devras me dire combien de temps il a duré selon toi. Tu es prêt ? »

**Activité neutre :** Effectuer une activité où il n'y a pas de composante temporelle mise en jeu. Cette activité permet à l'enfant de faire une pause dans cette évaluation.

### **Reproduction de durées :**

Avec le chronomètre, produire la durée indiquée et ensuite donner le chronomètre à l'enfant afin qu'il la reproduise. L'épreuve est elle aussi composée de 6 durées à reproduire dont les 2 premières qui sont avec feedback (ce feedback consiste à donner l'écart entre la durée produite par l'examineur et la durée produite par l'enfant sans préciser si celui-ci est supérieur ou inférieur à la durée initiale). Noter le résultat de la durée produite et éventuellement l'estimation faite par l'enfant s'il vous la communique.

*Consignes :* « Cette fois-ci, je vais produire une certaine durée avec le chrono, toi tu vas essayer de l'estimer pour ensuite la reproduire avec le chrono toi aussi, encore une fois tu devras cacher l'écran du chronomètre et ne pas le regarder en me le donnant »

### **Comparaison de durées :**

Faire écouter à l'enfant deux durées qui sont matérialisées par un bip sonore continu. On lui demande alors laquelle est pour lui la plus longue. Donner les feedbacks quand ils sont indiqués sur l'évaluation. Noter le résultat.

*Consignes :* « Je vais te faire écouter deux bips sonores à la suite, tu devras me dire lequel des deux t'a semblé le plus long et le plus court. Tu es prêt? »

### **Observations :**

Observer toutes les stratégies mises en place par l'enfant, tout comportement anormal, etc.

#### 4. La population

Pour effectuer cette évaluation des capacités temporelles, il était nécessaire de choisir une tranche d'âge adaptée. En effet, il fallait que les enfants possèdent un certain nombre de notions et de capacités temporelles afin de ne pas les confronter à quelque chose qu'ils ne maîtrisent pas encore. C'est donc pour ces raisons que j'ai choisi de faire passer l'évaluation chez des enfants de 8 ans 6 mois à 12 ans 5 mois. A cet âge, leurs capacités temporelles avoisinent celles de l'adulte.

##### 4.1 Groupe TDA/H

Le groupe TDA/H est constitué de 8 enfants porteurs du TDA/H. Ils ont tous pris en charge en psychomotricité (depuis plusieurs mois jusqu'à plusieurs années).

Ces enfants devaient être diagnostiqués comme TDA/H et pouvaient être sous traitement. Dans ce groupe, il y a 1 fille et 7 garçons âgés de 8 ans 6 mois à 11 ans 8 mois. La moyenne d'âge de ce groupe est de 10,2 ans soit 10 ans 2 mois.

#### 4.2 Groupe « contrôle »

Les enfants du groupe contrôle devaient être apparentés en âge au groupe TDA/H. J'ai essayé que ces enfants aient un âge similaire et qu'il y ait autant de filles et de garçons dans chaque groupe même si cela n'est pas exactement le cas. Ces enfants ne doivent pas être porteurs de TDA/H ni d'aucun trouble pouvant causer des difficultés temporelles ce qui pourrait fausser cette étude. Ce groupe est donc constitué de 7 enfants. Dans ce groupe, il y a 2 filles et 5 garçons âgés de 8 ans 6 mois à 12 ans 3 mois. La moyenne d'âge de ce groupe est de 10,5 ans soit 10 ans 6 mois.

### 5. Observations cliniques

Les observations cliniques sont très importantes pour cette évaluation. En effet, quelques soient les résultats retrouvés à cette évaluation, les comportements des enfants « contrôles » et des enfants TDA/H allaient être très différents. Alors que les enfants TDA/H ont tendance à bouger pour que le temps passe moins lentement, à montrer une aversion au délai, les enfants « contrôles » ont tendance à rester calmes, concentrés et à peu bouger.

#### 5.1 Chez les deux groupes

La plupart des enfants ont essayé d'adopter la stratégie la plus adaptée afin d'avoir le meilleur résultat possible, une chose très importante pour eux, il fallait qu'ils réussissent. La grande majorité ont utilisé le comptage comme stratégie, on pouvait lire sur leurs visages ou grâce à leurs mains, pieds, qu'ils comptaient. Certains effectuaient même des mouvements rythmiques du tronc pendant qu'ils comptaient.

Chez les deux groupes, j'ai pu remarquer que l'évaluation leur semble bien trop longue. Les enfants TDA/H comme contrôles me demandent régulièrement quand elle se termine. Ils semblent vite lassés de l'évaluation.

J'ai également pu observer que les enfants TDA/H comme contrôles sont très soucieux de leurs résultats, ils aiment savoir s'ils réussissent ou non. Cependant, des différences sont à constater tout de même. Les enfants contrôles semblent bien plus portés sur le feedback que les TDA/H.

Je remarque des difficultés plus importantes chez les enfants plus jeunes. A 8 ans 6 mois par exemple où on peut remarquer que les résultats sont inférieurs à ceux des autres enfants peu importe le groupe. Il semblerait aussi que les filles aient plus de difficultés que les garçons, leurs scores sont régulièrement inférieurs que ceux des garçons. On ne peut cependant l'affirmer car l'échantillon n'est pas assez grand et le nombre de filles n'est pas assez important. Cliniquement, entre les plus jeunes et les plus âgés, on peut voir une différence au niveau de l'agitation motrice. Les plus jeunes sont plus en mouvement que les plus âgés. Les stratégies employées semblent également différentes selon l'âge. Les enfants âgés vont avoir de vrais raisonnements (enlever des secondes à la durée car ils ont constaté grâce aux feedbacks qu'ils comptaient trop vite) alors que les enfants plus jeunes vont plutôt comparer la durée proposée à la durée précédente. Cela ne fait pas appel aux mêmes mécanismes, le dernier fait simplement appel à la mémoire de travail alors que le premier fait appel à beaucoup plus de mécanismes comme la mémoire de travail, le calcul, etc.

## 5.2 Chez l'enfant porteur de TDA/H

Durant les différentes épreuves de cette évaluation, les enfants TDA/H ont utilisé différentes stratégies selon le type de TDA/H qu'ils possèdent. J'ai donc pu observer plusieurs comportements totalement différents mais qui influent beaucoup sur les résultats de ces enfants.

Certains enfants TDA/H n'arrivaient pas à tenir le comptage pour les durées les plus longues mais d'autres le pouvaient et utilisaient même leur connaissance de leurs difficultés pour ajuster les réponses (s'ils savent qu'ils jugent le temps trop rapidement, ils vont retirer quelques secondes à leur réponse afin d'être au plus près du temps exact). Ils se montrent plutôt sensibles aux feedbacks donnés. D'autres enfants ne vont pas être continus dans le comptage et vont donc s'appuyer sur les durées précédentes pour faire leurs estimations.

Ils semblent moins sensibles aux feedbacks donnés que les enfants « contrôle » qui ne semblent pas pertinents pour eux, ils veulent juste savoir s'ils ont réussi ou non. Ils sont plutôt conscients qu'ils comptent bien trop vite mais ont de grosses difficultés à ajuster le rythme de comptage.

Le comportement des enfants durant les épreuves ont également été très différents : alors que certains enfants TDA/H étaient en hyperconcentration, d'autres se sont beaucoup amusés de l'épreuve et ont chanté, dansé, etc (notamment pour l'estimation ou la comparaison de durées où ils sont « passifs »). Ils ont tendance à toucher tout ce qu'ils trouvent autour d'eux (particulièrement le chronomètre), à bouger, à parler, etc. Les comportements peuvent être portés sur le temps ou être totalement différents. Ces différents comportements influencent beaucoup le résultat des enfants, j'ai pu remarquer que l'enfant hyper concentré avait des meilleurs résultats que les enfants distraits et agités. Certains enfant ont même oublié de compter et ont préféré jouer, bouger que de s'intéresser à l'évaluation. Les enfants qui bougent beaucoup ont plus tendance à se perdre dans le comptage et donc avoir une perception du temps faussée. Ils montrent une aversion au délai beaucoup plus importante. Ils sont beaucoup plus appelés par des informations non temporelles que le groupe contrôle. Ils s'ennuient très vite et le disent, c'est pourquoi ils montrent le besoin de bouger à tout prix. S'ils ne supportent absolument pas l'évaluation, ils se montrent très peu motivés et répondent au hasard pour faire en sorte que l'évaluation se termine au plus vite.

Ils montrent une impulsivité beaucoup plus importante également. On peut voir que pour la dernière sous-épreuve particulièrement, où ils ont tendance à dire quel bip est le plus long et le plus court avant même que le deuxième bip soit terminé. On peut également le voir dans l'épreuve de production de durée, les TDA/H peuvent répondre très vite et se dire ensuite qu'ils auraient du prendre plus de temps.

Ils ont tendance à demander très rapidement quand se termine l'évaluation qui est presque « insupportable » dans les dernières minutes. Ils montrent une plus grande sensibilité aux perturbateurs et se disent vite « perdu » dès qu'on leur parle, ils sont alors incapables d'utiliser une bonne stratégie et recommencent à compter depuis le début ce qui explique certains résultats.

Dès qu'ils se perdent dans le comptage, ils veulent arrêter l'évaluation et montrent une intolérance à l'échec. Pour l'estimation de durées où des perturbateurs sont imposés aux enfants, on peut remarquer qu'ils répondent très peu aux questions qu'on peut leur poser (ils répondent par un simple signe de tête), qu'ils peuvent demander de nous taire. Ils semblent plus sensibles que le groupe « contrôle » à ces perturbateurs.

On a pu voir chez les enfants TDA/H la mise en place de stratégies pour pallier au manque d'attention accordée au temps. On a pu notamment voir des enfants ne pas prêter attention à des petites durées et être en action. Afin d'estimer au mieux la durée, les enfants ont déclenché le chrono, refait l'action qu'ils avaient effectué précédemment et ont ensuite arrêté le chrono. Avec cette stratégie, ils retrouvent la durée initiale sans trop de difficultés.

### 5.3 Chez l'enfant « contrôle »

Les enfants du groupe « contrôle » sont donc beaucoup moins agités que les enfants TDA/H. Lors de l'évaluation, ils se montrent très concentrés et bougent très peu. Même si l'évaluation leur paraît longue et difficile à supporter (ils peuvent bailler, demander quand l'évaluation se termine), ils arrivent à rester concentré tout le long de l'épreuve.

Le plus souvent, ils comptent en fixant leur regard sur quelque chose, un objet ou autre. Ils sont moins attirés par les stimuli extérieurs que les TDA/H, ils vont moins toucher les objets qui se trouvent autour d'eux. Ils vont également moins avoir tendance à regarder l'écran du chronomètre alors que cela est interdit par exemple, ils sont moins impulsifs. Ils bougent tout de même un peu mais on peut remarquer que les différents comportements dirigés vers le milieu sont plus liés avec le temps (mouvement rythmiques des pieds, de la tête, etc). Même lorsque leurs mouvements ne sont pas en lien avec le temps, j'ai pu remarquer que leurs actions ne les perdaient dans le comptage, ils pouvaient donner une bonne estimation du temps. Ils maîtrisent mieux la double tâche.

J'ai aussi pu remarquer les enfants contrôles sont donc plus « fermés » à l'environnement que les enfants TDA/H. Ils ont plus tendance à mettre leur tête dans leurs bras par exemple afin de rester concentré aux maximum.

J'ai pu observer que beaucoup comptaient à voix chuchotée et lors de l'épreuve d'estimation de durées où des perturbateurs viennent rendre la tâche plus complexe, les enfants se mettent alors à compter à voix haute afin de ne pas se perdre dans le comptage. Ils semblent beaucoup moins affectés par les perturbateurs que le TDA/H, souvent ils demandent de nous taire, que cela les dérange et ne répondent pas aux différentes questions que je peux leur poser. Ils semblent beaucoup plus imperturbables.

J'ai également remarqué que, par conséquent, ils me regardaient plus souvent. Les enfants du groupe contrôle parlent beaucoup moins que les TDA/H. Il est vrai que certains enfants contrôles ne parlaient pas du tout car ils restaient concentrés mais beaucoup parlaient, me demandaient quand cela était fini, etc tout en restant focalisés sur la tâche et ne perdant jamais l'objectif de l'évaluation.

Comme les TDA/H, ils ont tendance à vouloir savoir leurs résultats, s'ils ont réussi ou non. Ils accordent une grande importance d'avoir un résultat exact, à la seconde près, or il est très rare qu'ils estiment la durée exacte du bip sonore par exemple. Cela peut vite les frustrer ou même les énerver et leur donner envie d'abandonner. Ils montrent un intérêt aux résultats tout de même beaucoup plus important que les TDA/H qui ne les demandent pas de façon systématique. Ils semblent mieux ajuster leurs réponses selon les différents feedbacks donnés que les TDA/H. Je leurs ai souvent promis de leur donner leurs résultats à la fin de l'évaluation s'ils le voulaient et contrairement aux TDA/H qui oublient de me le demander à la fin de l'évaluation, les enfants « contrôles » me demandent systématiquement quels sont leurs résultats, si c'est « bien » ou non.

## 6. Résultats

### 6.1 Exploitation des résultats

A l'issue de l'évaluation, les enfants ont des scores bruts pour chaque durée de chaque sous-épreuve. Il s'est alors posé la question de l'exploitation des résultats.

Qu'allons-nous faire avec ces notes brutes ? Etait-il intéressant de laisser les notes brutes ou bien de transformer ces notes ?

J'ai alors décidé de transformer ces notes brutes en scores. Pour cela, j'ai considéré que l'enfant avait réussi l'item s'il avait donné le temps dans une marge de 10% (pour 10 secondes par exemple, l'enfant a réussi s'il répond entre 9 et 11 secondes) car il est très difficile même pour un adulte de donner le temps exact à chaque item et la différence entre les deux groupes ne se serait pas vue.

J'ai considéré que si l'enfant avait réussi, on lui accordait un point et que s'il échouait on lui accordait zéro point et cela à chaque item. Ceci lui donne un score sur 6 points pour chaque sous-épreuve.

## 6.2 Analyse statistique

Après avoir transformé toutes les notes brutes en score et avoir calculé chaque score total pour chaque sous-épreuve, j'ai trouvé intéressant de faire une analyse de variance afin de voir s'il existe une différence significative entre le groupe TDA/H et le groupe contrôle. Si c'est le cas, mon évaluation serait alors assez sensible pour la détecter et donc déceler les difficultés de temporalité chez les enfants.

Dans un premier temps, une analyse a été faite entre les deux groupes au niveau de l'âge : il n'y a pas de différence significative pour l'âge entre les deux groupes. Ensuite, après l'analyse statistique, les résultats montrent qu'il n'existe pas d'effet significatif pour 3 sous-épreuves : l'estimation de durées, la reproduction de durées et la comparaison de durées.

Pour ces épreuves, F est inférieur à 1. Il n'existe donc pas de différence significative entre le groupe TDA/H et le groupe contrôle malgré le fait que le groupe TDA/H ait des scores moins bons que le groupe contrôle et que sa variabilité de réponses soit plus importante.

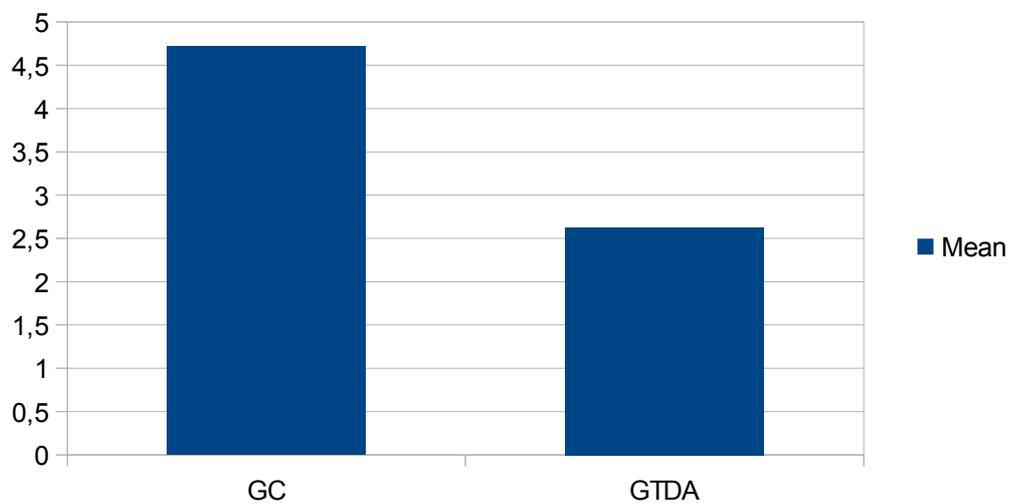
Cependant, pour la production de durées, on a pu voir une différence significative. En effet, pour cette épreuve :  $F(1,13) = 8,372$  avec  $p < 0,05$ .

### 6.2.1 Production de durées

Pour cette épreuve, le groupe contrôle montre une moyenne de 4,7 sur 6 points avec une déviation standard de 1,7 alors que le groupe TDA/H montre une moyenne de 2,6 sur 6 points avec une déviation standard de 1. La moyenne des 2 groupes réunis est de 3,6.

On peut donc remarquer une différence significative entre les deux groupes : les enfants contrôles montrent des résultats meilleurs que les enfants TDA/H. Les durées produites par les enfants contrôles sont donc plus proches de la durée demandée que chez les enfants TDA/H.

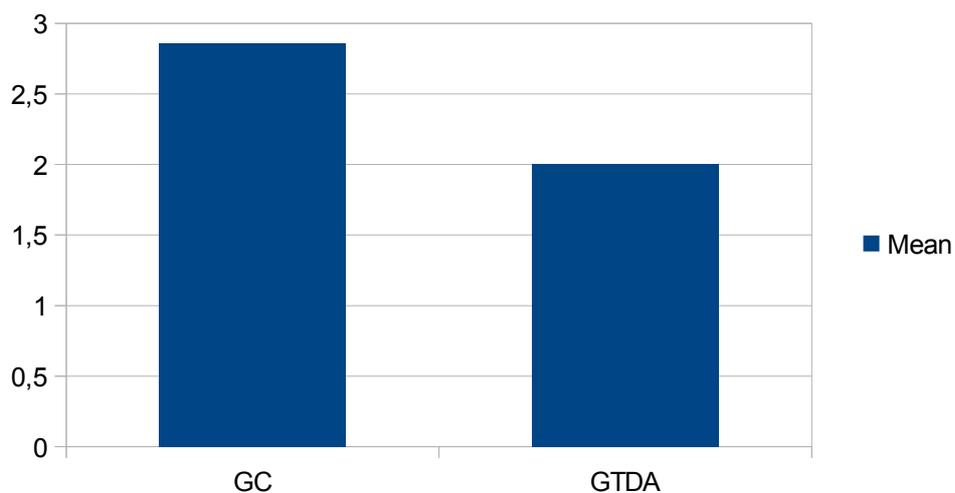
GTDAGC	Mean	Std. Deviation	N
GC	4,7143	1,70434	7
GTDA	2,6250	1,06066	8
Total	3,6000	1,72378	



### 6.2.2 Estimation de durées

Pour cette épreuve, le groupe contrôle montre une moyenne de 3,7 sur 6 points avec une déviation standard de 1,6 alors que le groupe TDA/H montre une moyenne de 2,9 sur 6 points avec une déviation standard de 1,4. La moyenne des 2 groupes est de 3,3. La différence entre les deux groupes n'est donc pas significative.

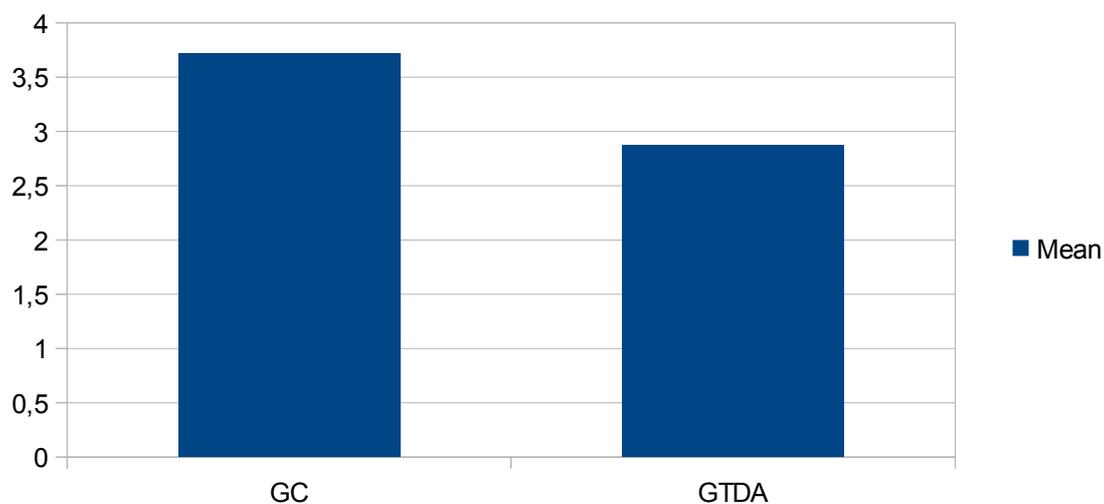
GTDAGC	Mean	Std. Deviation	N
GC	2,8571	1,77281	7
GTDA	2,0000	1,41421	8
Total	2,4000	1,59463	15



### 6.2.3 Reproduction de durées

Pour cette épreuve, le groupe contrôle montre une moyenne de 4,7 sur 6 points avec une déviation standard de 1,7 alors que le groupe TDA/H montre une moyenne de 2,6 sur 6 points avec une déviation standard de 1. La moyenne de ces 2 groupes est de 3,6. La différence entre les deux groupes n'est donc pas significative.

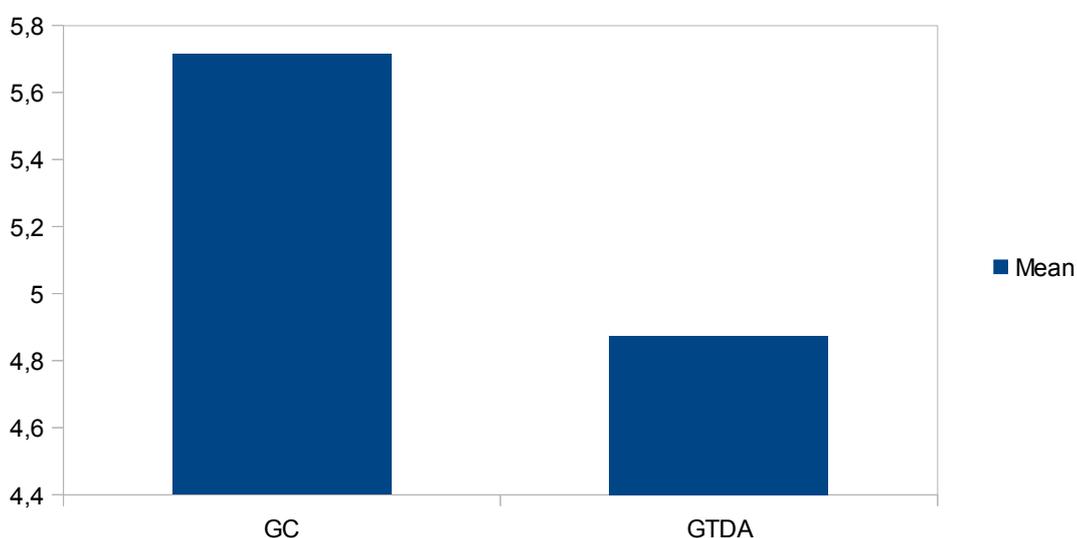
GTDAGC	Mean	Std. Deviation	N
GC	3,7143	1,60357	7
GTDA	2,8750	1,35620	8
Total	3,2667	1,48645	15



#### 6.2.4 Comparaison de durées

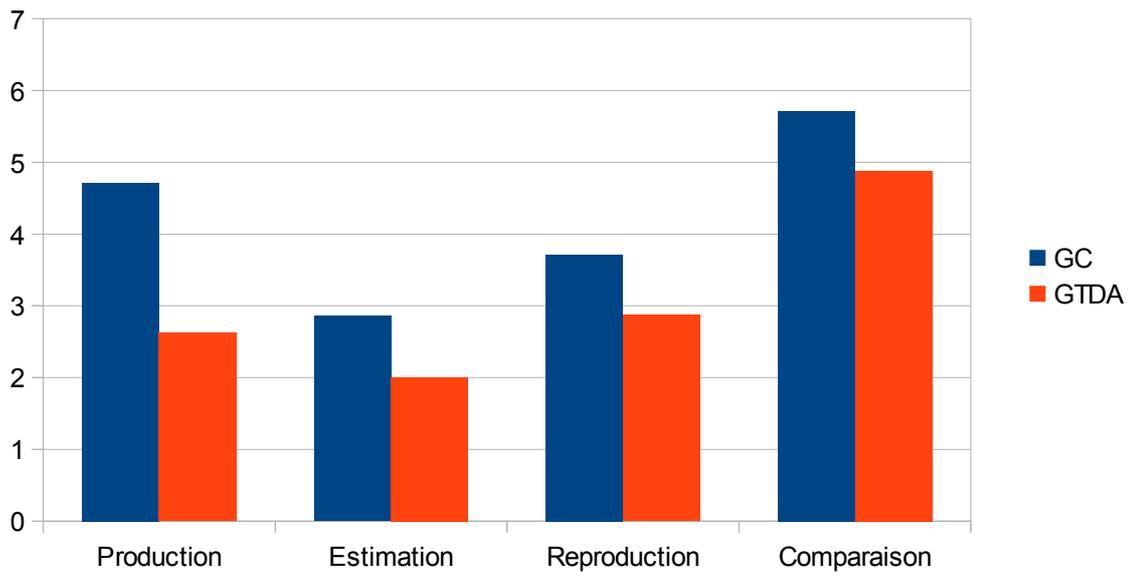
Pour cette épreuve, le groupe contrôle montre une moyenne de 5,7 sur 6 points avec une déviation standard de 0,8 alors que le groupe TDA/H montre une moyenne de 4,8 sur 6 points avec une déviation standard de 1,6. La moyenne de ces 2 groupes est de 5,3. La différence entre les deux groupes n'est donc pas significative.

GTDAGC	Mean	Std. Deviation	N
GC	5,7143	,75593	7
GTDA	4,8750	1,55265	8
Total	5,2667	1,27988	15



#### 6.2.5 Résultats globaux

Si l'on compare les résultats des enfants TDA/H avec ceux des enfants contrôles, bien qu'il n'y ait pas toujours de différence significative, on peut remarquer que les résultats des enfants TDA/H sont toujours inférieurs à ceux des enfants contrôles. Ceci prouve bien les difficultés temporelles connues dans le TDA/H. Les résultats des TDA/H sont également plus variables, c'est à dire que la déviation standard est plus importante que pour les enfants contrôles.



## 7. Discussion

### **- Les attentes**

Avant d'avoir fait passer l'évaluation, je m'attendais à retrouver certains résultats. D'après ma partie théorique, j'avais pu apprendre que le rythme de l'horloge interne d'un enfant TDA/H est plus rapide qu'un enfant contrôle. Ses capacités temporelles sont celles d'un enfant plus jeune. Je m'attendais donc à ce que les enfants TDA/H aient des résultats moins bons pour les différentes épreuves. Notamment, je m'attendais à ce que les TDA/H fassent des surestimations dans les épreuves d'estimation temporelle et des sous-estimations pour les épreuves de production. En effet, en se référant de la théorie, si leur rythme de l'horloge interne est plus rapide, lorsqu'ils vont estimer une durée, un nombre plus important d'impulsions sera accumulé au compteur, la durée sera alors perçue comme plus longue. Alors que sur une épreuve de production, ils auront l'impression que la durée à produire est plus rapidement atteinte, la durée produite sera donc inférieure à la durée initiale.

Bien qu'il n'existe pas de différence significative au niveau des résultats, la différence comportementale entre les deux groupes est visible et était prévisible. Les TDA/H ont montré plus d'agitation motrice, une attention plus labile que les enfants contrôles. On peut alors se demander pourquoi la différence comportementale entre les deux groupes ne se retrouve pas de façon significative sur les résultats de cette évaluation.

### **- Les principales hypothèses**

Pour expliquer cette absence de différence significative entre le groupe TDA/H et le groupe contrôle, j'ai plusieurs hypothèses. La première est celle d'un échantillon trop petit et qui donc ne permettrait pas de voir la différence. La seconde explication est celle de la mauvaise efficacité de l'évaluation. En effet, l'évaluation ne mesure peut être pas assez précisément les capacités temporelles, il faut donc l'affiner et continuer ce travail afin de trouver l'évaluation la plus précise possible capable de mesurer ces capacités.

### **- Les explications possibles par rapport à l'outil et la population**

L'une des premières explications possibles est celle d'un échantillon trop petit. Il serait alors intéressant de faire passer l'évaluation sur un échantillon beaucoup plus important afin d'étudier les résultats de façon plus précise.

On pourrait ainsi voir si cet outil mesure réellement les capacités temporelles. Il est vrai que les résultats ne sont pas significatifs sur cet échantillon mais peut être le seraient-ils sur un échantillon beaucoup plus important car il est vrai que certains résultats « étonnants » des enfants du groupe TDA/H et du groupe contrôle modifient considérablement les résultats finaux. Sur un plus grand échantillon, nous aurions pu aussi observer les résultats des filles et des garçons ou des différents âges pour voir si une différence existe.

Une autre explication possible est celle du traitement médicamenteux et de la prise en charge. Est-ce que le fait que certains TDA/H soient sous traitement influence les résultats du groupe TDA/H ? Auraient-ils des résultats inférieurs sans le traitement ? On peut supposer que oui car sans traitement l'agitation motrice serait beaucoup plus marquée et l'attention beaucoup plus labile. De plus, les traitements médicamenteux en question ont les mêmes cibles pour le TDA/H et pour le temps. En effet, le traitement joue sur les ganglions de la base et donc le système dopaminergique qui jouent un rôle dans la temporalité (cf. 2.5.2 Les ganglions de la base). Il aurait été préférable de la faire passer seulement à des enfants TDA/H sans traitement. Se pose aussi la question de la prise en charge. Est-ce que le fait que ces enfants soient pris en charge par plusieurs professionnels n'influence-t-il pas le résultat également ? Je pense que les résultats entre des TDA/H non pris en charge en psychomotricité et pris en charge en psychomotricité auraient été différents.

La dernière explication possible est celle de la standardisation. Il aurait été également bénéfique de passer l'évaluation de façon plus standardisée mais par manque de temps, bien que j'ai essayé de respecter un maximum un cadre, certaines évaluations n'ont pas été effectuées de la même façon. Les examinateurs n'ont pas toujours été les mêmes, l'environnement comme le moment de la journée où est passée l'évaluation ont donc été eux aussi différents. Or, on sait que le matin, les enfants TDA/H ont plus de facilité pour les activités demandant de l'attention. Peut être que ce manque de standardisation peut expliquer le manque de différence significative entre les deux groupes.

#### **- Les explications possibles par rapport à la théorie**

Il est difficile d'expliquer pourquoi les enfants TDA/H effectuent parfois des surestimations et parfois des sous-estimations de durées dans une même épreuve.

On peut se demander si l'impulsivité a un rôle dans ce processus. Selon le modèle de « porte attentionnelle » cela dépend de l'attention accordée aux informations temporelles. Si l'attention varie à chaque item il est alors possible que l'enfant surestime une durée et en sous-estime une autre s'il ne porte pas assez d'attention à l'action demandée. Les réponses des TDA/H sont également plus variables que celles des contrôles. Ceci est du essentiellement à leur difficulté d'actualisation des informations d'une expérience à une autre. Les TDA/H ne font pas d'autocorrection car ils ne peuvent pas tenir compte des expériences passées. On peut aussi se demander si le fait que cette évaluation soit longue et difficile à supporter n'a pas un rôle également. En effet, peut être que l'enfant TDA/H a voulu se débarrasser le plus vite possible de cette évaluation et a donc répondu en conséquence. La motivation peut jouer un rôle très important dans le temps, le temps passe beaucoup plus vite quand il s'agit d'une activité qui nous plaît par exemple. De plus les scientifiques disent qu'il y a une tendance à la sur-estimation des durées courtes et une sous-estimation des durées longues.

Comment expliquer ce manque de différence entre les deux groupes ? Il peut être du à la présence de perturbateurs et aux feedbacks. Je pense qu'il aurait été intéressant de faire plusieurs essais avec feedbacks afin de voir si les enfants du groupe « contrôle » se réajustent mieux et plus rapidement que les enfants TDA/H. La présence de perturbateurs aurait-elle pu également influencer les résultats réduisant alors la différence entre les deux groupes ? Les études montrent qu'en présence de distracteurs, les durées sont jugées plus courtes. Plus la durée à produire ou à reproduire est importante et plus les erreurs des TDA/H sont importantes. Ces épreuves demandent de l'attention, de la mémoire, de l'inhibition. Pour étudier l'estimation temporelle, la mémoire de travail est essentielle. Peut être que les résultats pourraient s'expliquer par la mémoire de travail. En effet, si les enfants TDA/H avaient peu de difficultés de mémoire de travail, les résultats ont alors peu différencié de ceux du groupe contrôle.

Dans une épreuve d'estimation temporelle, on peut observer des différences entre une durée pleine (le stimulus est constant pendant toute la durée) ou vide (il y a un stimulus au début et à la fin de la durée) (cf. 2.9 Le rôle de la modalité sensorielle). Or pour cette évaluation, les durées ont été pleines, cela pourrait expliquer le nombre important d'erreurs aussi bien chez les TDA/H que chez le groupe contrôle.

Il serait donc plus difficile de voir la différence entre les groupes. Il faudrait pouvoir remplacer le bip sonore continu par un bip au début et à la fin du stimulus (durée vide).

Il existe deux théories de la modification de la perception du temps. La première estime que l'émotion entraîne un détournement et un retrait d'attention qui ne serait plus totalement dirigée vers la durée. Cela provoquerait une sous-estimation de la durée qui serait plus marquée avec les émotions négatives car elle capterait d'autant plus l'attention que les émotions positives. La seconde théorie estime, au contraire, que les émotions entraîneraient une augmentation de l'éveil de l'individu. Cela entraînerait une augmentation d'émission des impulsions et donc une sur-estimation de la durée. A l'inverse de la première théorie, cette sur-estimation serait plus retrouvée avec les émotions positives qui entraînent un plus grand état d'éveil. Ceci pourrait expliquer quelques résultats obtenus par les TDA/H comme par les enfants contrôles.

#### **– Les éventuelles modifications de l'outil**

##### ***Cotation***

Il serait intéressant de voir si une cotation simple et rapide peut être créée pour cette évaluation. Ainsi on pourrait avoir un résultat objectif qui permettrait de voir instantanément si l'enfant est déficitaire ou non car les scores n'indiquent rien de particulier à ce jour.

##### ***Epreuves***

J'ai pu me rendre compte au fil des différentes passations que mon outil présente quelques défauts. J'ai notamment constaté que les résultats de la dernière épreuve « comparaison de durée » ne sont pas vraiment significatifs, cela était déjà visible lors des premières évaluations. Les écarts entre les deux durées sont trop importants et sont détectés très rapidement. On peut donc se demander de l'utilité de cette sous-partie dans l'évaluation. Il serait sûrement intéressant de la supprimer, de la modifier ou de la remplacer par une autre sous-partie plus pertinente. Par exemple, en s'appuyant sur les 6 processus de Toplak et Tannock, peut-être serait-il intéressant d'insérer une épreuve de tempo moteur ou de jugement temporel ? D'après les scientifiques, les enfants TDA/H ont un tempo moteur plus rapide que la normale, peut-être existerait-il une différence significative avec un groupe contrôle ?

Pour la sous-épreuve de reproduction de durées, il est arrivé que certains enfants nous disent quelle était leur estimation de la durée produite par l'examineur avant de la reproduire. Lorsqu'on compare l'estimation et la reproduction on peut parfois remarquer des différences notables. Certains enfants TDA/H estiment un temps, par exemple et sont très étonnés ensuite du résultat en ce qui concerne la production. Beaucoup pensent avoir un écart avec la durée initiale plus ou moins important. Ils peuvent donc, pour une durée de 40 secondes, estimer la durée à 50 secondes et faire 42 secondes en reproduction. Ceci s'explique par l'accélération de l'horloge interne qui entraîne les enfants TDA/H à faire des surestimations lors d'estimation de durée et des sous-estimations lors de production de durée. Il serait donc intéressant d'enregistrer la durée estimée et la durée produite afin de voir l'écart qu'il peut exister entre les deux, s'il diffère selon les durées.

Il serait également intéressant de modifier les épreuves pour lesquelles les résultats ne sont pas significatifs, celles-ci ne sont sûrement pas assez sensibles pour voir la différence entre les deux groupes qui est pourtant censée exister. Peut-être faudrait-il des durées plus longues afin que la différence soit plus visible car on sait que plus la durée est longue et plus l'erreur est importante ? Il serait sûrement intéressant d'insérer un côté moteur en faisant une épreuve de reproduction motrice de durées par exemple. La production de durée serait à conserver, elle peut se faire de façon auditive ou visuelle et est l'épreuve la plus pertinente pour avoir un regard sur les capacités temporelles.

### ***La durée de passation***

Je pense que cette évaluation devrait être raccourcie dans le temps, celle-ci est trop longue, aussi bien pour les enfants « contrôles » que les enfants TDA/H (et même les examinateurs). Les enfants « contrôles » la supportent plus facilement mais ils semblent lassés à la fin de celle-ci. Je pense également qu'il faudrait la rendre plus ludique, cela aiderait à qu'elle soit mieux supportée par les enfants, qu'ils se montrent plus motivés et intéressés. Or on sait que la motivation et l'intérêt sont importants dans la perception de la durée d'une activité.

### ***Le type de stimuli***

Une autre question se pose. Les résultats auraient-ils été différents avec des stimuli visuels ?

En effet, les stimuli auditifs attirent plus l'attention que les stimuli visuels, le déclenchement de l'horloge interne serait donc plus rapide avec un stimulus auditif et une durée sera donc jugée plus longue avec ce type de stimulus quelle que soit la durée à estimer. Or, pour mon évaluation, tous les stimuli utilisés sont auditifs et non visuels. Nous aurions alors pu constater si leurs résultats diffèrent sur une même durée avec un stimulus visuel ou auditif. Peut être faudrait-il intégrer une sous-épreuve avec des stimuli visuels (qui remplacerait la partie de comparaison de durées par exemple) afin de pouvoir la différence qu'il pourrait y avoir avec des stimuli auditifs ?

## Conclusion générale

Le temps fait partie du quotidien. Dans les études sur le TDA/H, après avoir découvert les mécanismes, les scientifiques se sont intéressés à la temporalité chez ces personnes. Ils ont fréquemment remarqué un déficit des capacités temporelles. Le lien entre le TDA/H et la temporalité est inévitable. De nombreuses expériences ont montré que les enfants TDA/H avaient un rapport au temps et une perception du temps particuliers. Il a été remarqué notamment une accélération du rythme de l'horloge interne et une grande influence de l'attention sur le temps. Les TDA/H perçoivent le temps souvent plus long qu'il n'est en réalité. Les difficultés temporelles sont d'ailleurs un des symptômes du TDA/H qui persiste à l'âge adulte.

Il n'existe malheureusement pas d'évaluation de ces capacités temporelles chez les enfants. Elles sont pourtant très importantes dans la vie quotidienne et très handicapantes s'il y a un déficit. C'est pourquoi, j'ai décidé d'orienter mon mémoire vers ce sujet et de créer une évaluation des capacités temporelles chez les enfants de 9 à 12 ans à partir de mes différentes lectures sur les différentes expériences déjà effectuées. Cette évaluation pourrait alors détecter si les enfants atteints de TDA/H ont des difficultés temporelles. Cela permettrait de mettre en place une prise en charge ou des adaptations permettant d'améliorer la vie de l'individu.

Cette évaluation est composée de 4 sous-épreuves : la production, l'estimation, la reproduction et la comparaison de durées et a été effectuée à deux groupes distincts afin d'évaluer sa pertinence. Entre un groupe TDA/H et un groupe contrôle, on a pu remarquer que les enfants TDA/H réussissaient légèrement moins bien cette évaluation. L'évaluation n'est cependant pas assez sensible pour trouver des différences entre les deux groupes étudiés, il n'existe pas de différences significatives.

Il serait bien entendu intéressant de passer cette évaluation à un échantillon plus vaste d'enfants afin de mesurer de manière plus précise la différence entre ces enfants et afin de déterminer si l'évaluation est suffisamment précise et sensible.

Par conséquent, cette évaluation n'est pas totalement pertinente mais il serait bénéfique qu'elle soit améliorée afin qu'elle soit mieux supportée par les enfants. Elle doit également être remaniée afin qu'elle mesure assez précisément les capacités temporelles et qu'elle perçoive une différence significative entre les enfants TDA/H et contrôles.

# Annexes

## Évaluation des capacités temporelles

Nom :

Prénom :

Date de naissance :

Age :

Date de l'examen :

### Production de durées :

	Réussite	Résultat
- 3 secondes (exemple)	<input type="checkbox"/>	....
- 40 secondes (avec feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 10 secondes (avec feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 60 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 6 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 90 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 20 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....

### Estimation de durées :

- 60 secondes (sans perturbateur)	<input type="checkbox"/>	....
- 30 secondes (avec perturbateur)	<input type="checkbox"/>	....
- 90 secondes (sans perturbateur)	<input type="checkbox"/>	....
- 10 secondes (avec perturbateur)	<input type="checkbox"/>	....
- 120 secondes (sans perturbateur)	<input type="checkbox"/>	....
- 45 secondes (avec perturbateur)	<input type="checkbox"/>	....

### *Activité neutre*

### Reproduction de durées :

- 45 secondes (avec feedback : écart entre les 2 productions)	<input type="checkbox"/>	....
- 15 secondes (avec feedback: écart entre les 2 productions)	<input type="checkbox"/>	....
- 60 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 5 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 80 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....
- 25 secondes (sans feedback)	<input type="checkbox"/>	....

**Comparaison de durées :**

- 3 secondes/ 5 secondes (avec feedback)  .....
- 60 secondes/ 80 secondes (sans feedback)  .....
- 15 secondes/ 10 secondes (avec feedback)  .....
- 6 secondes/ 10 secondes (sans feedback)  .....
- 30 secondes/ 40 secondes (avec feedback)  .....
- 30 secondes/ 20 secondes (sans feedback)  .....

**Observations :**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**Résultats :**

## **Fiche explicative de l'outil d'évaluation des capacités temporelles** **(8 ans 6 mois à 12 ans 5 mois)**

Expliquer à l'enfant le test et en quoi il consiste. Lui préciser qu'il est composé de 4 épreuves et qu'il y aura une « pause » après 2 épreuves.

### **Production de durées :**

Donner un chronomètre à l'enfant, lui citer les durées à produire. La première durée à produire sert d'exemple à l'enfant, elle permet de voir s'il a parfaitement compris l'épreuve. L'épreuve est ensuite constituée de 6 durées dont les deux premières sont avec feedback. Noter le résultat.

*Consignes :* « Je vais te dire une durée que tu vas devoir reproduire avec le chronomètre, tu arrêteras le chronomètre quand tu estimeras que la durée est passée, tu me donneras alors le chrono sans le regarder. Tu vas devoir cacher l'écran du chrono tout au long de l'épreuve, je te donnerais ton résultat pour les premières durées. Voyons si tu as compris avec un exemple, fais 3 secondes ».

### **Estimation de durées :**

Mettre la bande son où un bip sonore continu indique la durée (avec présence ou non de perturbateur entre ces bips) et demander à l'enfant d'estimer cette durée. Pour la moitié des durées (elles sont indiquées sur l'évaluation), il y a la présence de perturbateur effectué par l'examineur (parler, déchirer une feuille, etc). Noter le résultat.

*Consignes :* « Je vais te faire écouter un bip sonore, tu devras me dire combien de temps il a duré selon toi. Tu es prêt ? »

*Activité neutre :* Effectuer une activité où il n'y a pas de composante temporelle mise en jeu. Cette activité permet à l'enfant de faire une pause dans cette évaluation.

### **Reproduction de durées :**

Avec le chronomètre, produire la durée indiquée et ensuite donner le chronomètre à l'enfant afin qu'il la reproduise. L'épreuve est elle aussi composée de 6 durées à reproduire dont les 2 premières qui sont avec feedback (ce feedback consiste à donner l'écart entre la durée produite par l'examineur et la durée produite par l'enfant sans préciser si celui-ci est supérieur ou inférieur à la durée initiale). Noter le résultat de la durée produite et éventuellement l'estimation faite par l'enfant s'il vous la communique.

*Consignes :* « Cette fois-ci, je vais produire une certaine durée avec le chrono, toi tu vas essayer de l'estimer pour ensuite la reproduire avec le chrono toi aussi, encore une fois tu devras cacher l'écran du chronomètre et ne pas le regarder en me le donnant »

### **Comparaison de durées :**

Faire écouter à l'enfant deux durées qui sont matérialisées par un bip sonore continu. On lui demande alors laquelle est pour lui la plus longue. Donner les feedbacks quand ils sont indiqués sur l'évaluation. Noter le résultat.

*Consignes :* « Je vais te faire écouter deux bips sonores à la suite, tu devras me dire lequel des deux t'a semblé le plus long et le plus court. Tu es prêt ? »

**Observations :**

Observer toutes les stratégies mises en place par l'enfant, tout comportement anormal, etc

# Bibliographie

**American Psychiatric Association.** (1996). DSM-IV, Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux. *Traduction française, Paris, Masson.*

**Barkley RA.** (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions : constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, vol.121, n°1, 65-94.

**Barkley RA., Edwards G., Laneri M., Fletcher K., Lori Metevia L** (2000). 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*, Vol. 29, No. 6, December 2001, pp. 541–556 (C °2001).

**Barthes D.** (2008). Rééducation de la mémoire de travail non verbale chez un enfant présentant un TDA/H.

**Binrang Y., Raymond C.K.C, Xiaobing Z., Jin J., Jianning M., Jing L.** (2007). Time perception deficit in children with ADHD. *Brain Research 1170*, 90-96.

**Bor S., Chaillaud A.** (2009). Difficultés d'apprentissage de l'enfant TDA/H et étalonnage d'un nouveau test : le laby 16.

**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).

**Chambon M., Gil S., Niedenthal P.M., Droit-Volet S.** (2005). Psychologie sociale et perception du temps : l'estimation temporelle des stimuli sociaux et émotionnels. *Psychologie française 50*, 167–180.

**Corraze J.** (1999). Les troubles psychomoteurs. Paris : Solal.

**Droit-Volet S.** (2000). L'estimation du temps : perspective développementale. *L'année psychologique*, vol. 100, n°3. pp. 443-464.

**Droit-Volet S.** (2001). Les différentes facettes du temps. *Ères | Enfances & Psy 2001/1 – no13*, pages 26 à 40.

**Droit-Volet S., Gil S.** (2009). The time-emotion paradox. *Journal of philosophical Transactions of the Roayl Society, B-Biological Sciences*, 364, 1943-1953.

**Droit-Volet S., Gil S.** (2009). Le sens du temps sous l'emprise des émotions. *Cerveau & Psycho*, 32, 45-47.

**Droit-Volet S., Meck W.** (2007). How emotions colour time perception. *Trends in Cognitive Sciences*, 1, 12, 504-513.

- Droit-Volet S., Provasi J., Delgado M., Clément A.** (2005). Le développement des capacités de jugement des durées chez l'enfant. *Psychologie française* 50, 145-166.
- Droit-Volet S., Rattat A-C.** (2002). Le transfert d'un apprentissage de durée d'action chez le jeune enfant : l'effet facilitateur de la variété des actions ? *P.U.F. | Enfance* 2002/2 - Vol. 54 , pages 141 à 153.
- Droit-Volet S., Wearden J.** (2003). Les modèles d'horloge interne en psychologie du temps. *L'année psychologique*. 2003 vol. 103, n°4. pp. 617-654.
- Faquet P., Bourachot P.** (2009). Evolution des concepts concernant le TDA/H depuis BARKLEY (1997), Implications dans la conception d'un nouveau test : le Laby-16.
- Fortin C., Chérif L., Neath I.** (2005). Temps et mémoire. *Psychologie française* 50, 81–98.
- Jia H., Bin-rang Y., Xiao-bing Z., Jin J., Gang P., McAlonan M., Raymond C.K.C.** (2012). Temporal processing impairment in children with attention-deficit- hyperactivity disorder. *Research in Developmental Disabilities* 33, 538–548.
- 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.
- Meck W.H., N'Diaye K.** (2005). Un modèle neurobiologique de la perception et de l'estimation du temps. *Psychologie française* 50, 47–63.
- N'Diaye K.** (2001-2002). A la recherche du temps perdu : détermination des réseaux neuronaux impliqués dans la perception du temps : supramodaux ou modalité-dépendants ? *DEA de sciences cognitives*, Paris, Université Paris VI.
- Penney T.B., Touret S.** (2005). Les effets de la modalité sensorielle sur la perception du temps. *Psychologie française* 50, 131–143.
- Plummer C., Humphrey N.** (2009). Time Perception in Children with ADHD: The Effects of Task Modality and Duration. *Child Neuropsychology*, 15:2, 147-162
- Puyjarinet F.** (2011). Perception du temps : aspects théoriques et perspectives cliniques en psychomotricité. *Entretiens de Bichat* 2011.
- Rattat A-C., Droit-Volet S.** (2005). La mémoire à long terme des durées : fonctionnement et développement. *Psychologie française* 50 (2005), 99–116.
- Rommelse N., Altink M., Oosterlaan J., Beem L., Buschgens C., Buitelaar J., Sergeant J.** (2008). Speed, Variability, and Timing of Motor Output in ADHD : Which Measures are Useful for Endophenotypic Research?. *Behav Genet* , 38:121–132.

- Rubia K., Halari R., Christakou A., Taylor E.** (2009). Abnormalities in attention-deficit hyperactivity disorder during Impulsiveness as a timing disturbance: neurocognitive temporal processes and normalization with methylphenidate. *Phil. Trans. R. Soc. B* 2009 364, 1919-1931.
- Scheres A., Dijkstra M., Ainslie E., Balkan J., Reynolds B., Sonuga-Barke E., Castellanos FX.** (2006). Temporal and probabilistic discounting of rewards in children and adolescents: Effects of age and ADHD symptoms. *Neuropsychologia* 44 (2006), 2092–2103.
- Scheres A., Tontsch C., Lee Thoeny A., Kaczurkin A.** (2010). Temporal Reward Discounting in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder: The Contribution of Symptom Domains, Reward Magnitude, and Session Length. *Biol Psychiatry* 2010, 67 : 641–648.
- Sonuga-Barke E.J.** (2002). Psychological heterogeneity in AD/HD – a dual pathway model of behaviour and cognition. *Behavioural Brain Research*, 130, 29-36.
- Sonuga-Barke E.J.** (2003). The dual pathway model of AD/HD: an elaboration of neurodevelopmental characteristics. *Neuroscience and biobehavioral reviews*, 27, 593-604.
- Sonuga-Barke E.J., Bitsakou P., Thompson M.** (2010). Beyond the Dual Pathway Model: Evidence for the Dissociation of Timing, Inhibitory and Delay-Related Impairments in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Journal of the american academy of child & adolescent psychiatry*.
- Soppelsa R., Marquet-Doléac J. & Albaret J.M.** (2006). Gestion du temps et contexte d'apprentissage chez l'enfant agité et distrait. *Entretiens de Psychomotricité*, 29-36.
- Schubotz R., Friederici A., Cramon Y.** (2000). Time Perception and Motor Timing: A Common Cortical and Subcortical Basis Revealed by fMRI. *NeuroImage* 11, 1–12.
- Toplak M., Dockstader C., Tannock R.** (2006). Temporal information processing in ADHD : Findings to date and new methods. *Journal of Neuroscience Methods* 151 (2006), 15–29.
- 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. & Tannock R.** (2005). Taping and anticipation performance in attention deficit hyperactivity disorder. Perceptual and motor skills, 100, 659-675.
- 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 (2003), pp 888–903.
- Thorell L.** (2007). Do delay aversion and executive function deficits make distinct contributions to the functional impact of ADHD symptoms? A study of early academic skill deficits. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48:11 (2007), pp 1061–1070.
- Vallée L.** (2003). Bases neurologiques du TDA-H. *Hyperactivité en question*, 84-89

**Wearden J.** (2005). Origines et développement des théories d'horloge interne du temps psychologique. *Psychologie française* 50, 7–25.

**Wittmann M.** (2009). The inner experience of time. *Phil. Trans. R. Soc. B*, 364, 1955-1967.

**Zakay D.** (2005). Attention et jugement temporel. *Psychologie française* 50, 65–79

## Résumé/Summary

**Résumé :** Le Trouble du Déficit de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H) est caractérisé par une triade symptomatique : inattention-impulsivité/hyperactivité. Ce trouble aux nombreuses conséquences peut être à l'origine d'une altération des capacités temporelles. Les processus temporels nécessaires à la bonne perception temporelle est déficitaire chez certains enfants comme chez certains adultes porteurs du trouble.

A partir de ces constatations, j'ai décidé d'élaborer une évaluation des capacités temporelles chez les enfants entre 9 et 12 ans composée de 4 épreuves (production, estimation, reproduction et comparaison de durées). Cette évaluation a été administrée à un groupe TDA/H (composé de 8 enfants) et à un groupe contrôle (composé de 7 enfants). Les données quantitatives ne permettent pas de constater une réelle différence entre les deux groupes (sauf pour la production). Seule une constatation de différence au niveau comportemental a été vérifiée. Ceci m'a tout de même amenée à considérer l'importance de l'évaluation des capacités temporelles et de la prise en charge au niveau temporel des enfants TDA/H.

**Mots-clés :** TDA/H – Perception temporelle – Évaluation – Attention – Capacités temporelles.

**Summary:** The Attention Deficit with or without Hyperactivity Disorder (ADHD) is characterized by the triad symptoms: Inattention-impulsiveness-hyperactivity. This disorder with numerous consequences may cause an alteration of temporal capacities. Some children or adults suffering from this disorder can lack the temporal process necessary for a good temporal perception.

From these observations, I have decided to set up an evaluation of temporal capacities in children aged 9-12, this evaluation is made of 4 tests (producing, assessing, replicating and comparing lengths of time). This evaluation was made on a ADHD group (of 8 kids) and a test group (of 7 kids). The quantitative data don't enable us to observe a real difference between the two groups (except with producing). Only an observation on behavioral difference has been verified. This still led me to think about the importance of evaluating temporal capacities and the medical care of ADHD children on a temporal level.

**Key words :** ADHD – Temporal perception – Evaluation – Attention – Temporal capacities.

**Ce mémoire a été supervisé par  
Jérôme Marquet-Doléac et Agnès Laurent, psychomotriciens**