

**ÉCOLE DE PSYCHOLOGUES PRATICIENS
INSTITUT CATHOLIQUE DE PARIS**

23, rue du Montparnasse
75006 PARIS

MÉMOIRE DE RECHERCHE
en vue de l'obtention du
DIPLÔME DE PSYCHOLOGUE

**L'HOLOPSONIE : UNE APPROCHE SENSORIELLE ET SES
EFFETS SUR LES CAPACITÉS ATTENTIONNELLES
D'ENFANTS EN DIFFICULTÉS D'APPRENTISSAGES**

Effectué sous la direction de : Robert Voyazopoulos

Par : Lucile BOURDIN

Promotion : 2015-2016

Option : Education et Santé

Date de naissance : 09.03.1993

Lieu de naissance : Amiens

Mots clés : Attention, Capacités attentionnelles, Troubles de l'attention,
Holopsonie.

Jury de soutenance : Monsieur Voyazopoulos, Madame Allain et Madame Saint-Aubin.

Paris, le : 25.05.2016

REMERCIEMENTS

Avant tout, je tiens à remercier Robert Voyazopoulos, mon maitre de mémoire, pour sa disponibilité, ses conseils avisés et ses relectures attentionnées.

Je remercie les participants et leur famille pour leur confiance, leur collaboration et leur investissement pour cette recherche.

Je remercie également le principal et le directeur de chaque SEGPA concernée par mon étude, ainsi que l'ensemble des professeurs des élèves ayant participé, pour leur bienveillance, leur compréhension et leur intérêt porté à cette recherche.

Un immense merci à Jean Le Rohellec pour sa patience et son aide dans l'étude statistique des résultats. Merci également à Vassiliki Piyi Christopoulou pour son soutien et ses conseils notamment au début de la réalisation de ce mémoire.

Je tiens à remercier mes parents pour leur soutien lors de ces cinq années d'études et tout au long de ce projet. Leurs diverses relectures, leurs conseils et leur réconfort dans les moments difficiles m'ont été d'une aide très précieuse.

Enfin, je remercie mes amis pour leur écoute, leurs relectures et leurs conseils avisés tout au long de la réalisation de ce mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction générale.....	6
----------------------------	---

PREMIÈRE PARTIE :

Revue de la littérature

Chapitre I L'attention et son altération chez l'enfant.....	9
--	----------

1. Les capacités attentionnelles chez l'enfant.....	9
A. Définitions de l'attention.....	9
B. Les différentes formes d'attention.....	9
C. Attention et fonctions exécutives.....	15
D. Le développement des capacités attentionnelles.....	16
E. La limite des capacités attentionnelles.....	17
2. Les troubles de l'attention chez l'enfant.....	17
A. Les troubles de l'attention parmi le TDA/H.....	18
B. Les différentes classifications des troubles de l'attention.....	19
C. Les facteurs impliqués dans les troubles de l'attention.....	23
D. Les troubles comorbides.....	27
E. Prise en charge et accompagnement des troubles de l'attention.....	29

Chapitre II L'holopsonie, une technique d'intervention auditive à visée thérapeutique.....	34
---	-----------

1. L'utilisation des sons au service de la santé.....	34
A. Les sons et leur traitement par le système auditif.....	34
B. Historique des effets de la musique et des sons sur l'Homme.....	36
C. Les musicothérapies.....	36
D. Les thérapies auditives et l'utilisation de musiques modifiées.....	37
E. L'utilisation des sons au service de la santé : pratique controversée.....	39
2. L'holopsonie.....	39
A. Origines de l'holopsonie.....	39
B. Fonctionnement de l'holopsonie.....	40
C. Principes de l'holopsonie.....	43
D. L'holopsonie comme outil dans l'accompagnement psychothérapeutique.....	50

Chapitre III Etudes menées sur l'Auditory Integration Training (AIT), méthode à la base de l'holopsonie..... 52

1. Etudes ayant apporté des effets positifs de l'AIT..... 52
2. Etudes ayant apporté peu voire aucun effet de l'AIT..... 55

DEUXIÈME PARTIE

Protocole de recherche

Chapitre I Méthodologie et démarche..... 59

1. Origine de la démarche..... 59
2. Objectif de l'étude..... 59
 - A. *Rappel des caractéristiques essentielles de l'objet de mesure : l'attention..... 59*
 - B. *Questions et objectifs de l'étude..... 60*
 - C. *Présentation du plan de recherche..... 60*
 - D. *Formulation des hypothèses..... 61*
3. Présentation de la population d'étude..... 61
 - A. *Critères et modalités de sélection..... 61*
 - B. *Echantillon retenu..... 62*
4. Matériel et méthode..... 63
 - A. *Opérationnalisation des hypothèses..... 63*
 - B. *Présentation des instruments de mesure : les tests d'attention..... 65*
5. Considérations déontologiques..... 69
6. Le déroulement de l'étude..... 71
 - A. *Evaluation de l'attention : phase test (t1)..... 71*
 - B. *Séances d'holopsonie ou de musique non modifiée..... 72*
 - C. *Evaluation de l'attention : phase retest (t2)..... 77*

Chapitre II Présentation des résultats..... 80

1. Rappel des hypothèses..... 80
2. Résultats..... 80
 - A. *Récapitulatif général des résultats..... 80*
 - B. *Analyse des résultats dans l'ordre des hypothèses..... 84*

Chapitre III Discussion des résultats	91
1. Résumé des résultats significatifs et réponses aux hypothèses.....	91
2. Interprétation des résultats.....	95
3. Implication des résultats.....	98
4. Originalité de l'étude.....	99
5. Biais méthodologiques et limites de l'étude.....	100
6. Pistes futures de recherche.....	103
Conclusion générale.....	104
Bibliographie.....	105
Annexes.....	115
Résumé.....	121

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Nous connaissons personnellement l'holopsonie depuis de nombreuses années. Il s'agit d'une méthode de stimulation sensorielle auditive consistant en l'écoute de musique sur plusieurs séances à travers un casque. Les fréquences de la musique subissent des filtres et/ou des augmentations en miroir des courbes d'audition droite et gauche de la personne traitée. Cette méthode précise et approfondit l'Auditory Integration Training (AIT) du docteur Bérard, connue depuis les années 90 en particulier pour ses effets sur l'autisme. Les nombreuses expériences dont nous avons été témoins ont montré des effets bénéfiques de l'holopsonie non seulement sur la qualité de l'audition mais également sur les comportements des personnes en bénéficiant, notamment sur leurs fonctions cognitives.

L'attention est nécessaire dans la plupart des activités que nous effectuons au quotidien. Elle permet entre autres de se focaliser sur une ou plusieurs activités, comprendre, intégrer, mémoriser des informations et résoudre des problèmes. Lors de notre stage de quatrième année dans le service de neuropsychologie à l'hôpital Robert Debré, nous avons fait passer le TEA-Ch, test évaluant les capacités attentionnelles, à des enfants présentant divers troubles des apprentissages. La plupart d'entre eux obtenaient de très faibles résultats au test, témoignant de graves difficultés à se concentrer. Aujourd'hui, beaucoup d'enfants sont considérés comme ayant un Trouble de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H), qualification donnée à l'origine par le Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorder (DSM). Ce trouble se situe au cœur des débats contemporains concernant son diagnostic, la compréhension des mécanismes sous-jacents, et par conséquent sa prise en charge. La prise de médicaments, méthode actuellement la plus répandue pour favoriser une meilleure attention, reste controversée à cause des effets secondaires qu'elle suscite. Il semble aujourd'hui important de réfléchir à de nouvelles prises en charge simples, efficaces et inoffensives.

A travers ce mémoire, nous avons choisi de combiner notre intérêt ancien et particulier pour l'holopsonie, notre expérience du TEA-Ch et notre volonté de faire avancer les recherches sur le TDA/H, sujet au cœur de l'actualité. Nous souhaitons d'une part contribuer à une meilleure connaissance de l'holopsonie, en la considérant comme un outil intéressant dans la pratique du psychologue, et d'autre part réfléchir à

une nouvelle façon de prendre en charge de manière individualisée les troubles de l'attention.

Au vue des témoignages, de nos observations personnelles des effets de l'holopsonie et de nos lectures sur ce sujet, nous pensons que cette méthode a la particularité d'agir sur le cerveau par l'intermédiaire de l'oreille interne. Dans ce mémoire, nous nous intéressons plus précisément à l'impact de quelques séances d'holopsonie sur les capacités attentionnelles de plusieurs enfants scolarisés en sixième dans une Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté (SEGPA) en raison de difficultés scolaires graves et durables. L'holopsonie favoriserait-elle une amélioration de l'attention chez ces enfants ? Pourrait-elle alors être une nouvelle solution, individualisée et inoffensive, pour prendre en charge les troubles de l'attention ? Pour répondre à ces questions, nous souhaitons mesurer l'impact de huit séances d'holopsonie sur :

- Les principaux facteurs attentionnels que nous définirons,
- Le temps de traitement de l'information,
- Les deux modalités d'entrée possibles: l'attention auditive et l'attention visuelle.

Avant de nous centrer sur notre étude, nous présenterons la revue de la littérature portant sur nos deux sujets principaux : l'attention et ses troubles ainsi que l'holopsonie.

PREMIÈRE PARTIE

REVUE DE LA LITTÉRATURE

La première partie de ce mémoire présente l'évolution des connaissances concernant notre sujet de recherche. Après avoir étudié l'attention et l'holopsonie, nous présenterons les études portant sur les effets de la méthode Auditory Integration Training (AIT) du docteur Bérard, à l'origine de l'holopsonie, dans différents domaines.

Chapitre I L'attention et son altération

chez l'enfant

1. Les capacités attentionnelles chez l'enfant

A. Définitions de l'attention

Luria (1976) est l'un des premiers neuropsychologues à livrer une définition de l'attention en psychologie. Il désigne par ce terme « *the factor responsible for picking out the essential elements for mental activity, or the process which keeps a close watch on the precise and organized course of mental activity* » (p.256).

Selon James, psychologue américain, « *l'attention est la prise de possession par l'esprit, sous une forme claire et vive, d'un objet ou d'une suite de pensées parmi plusieurs qui semblent possibles [...]. Elle implique le retrait de certains objets afin de traiter plus efficacement les autres* » (James, 1950, p.403).

L'attention peut également être considérée comme « *une capacité de résistance à la dispersion* » (Mialet, 1999, p. 13).

Ainsi, l'attention est un acte volontaire consistant à mobiliser l'activité cérébrale de façon à prioriser les informations, les retenir et les utiliser. Comme nous le verrons, elle est donc très liée à d'autres capacités cognitives, en particulier aux fonctions exécutives. Étudions dans un premier temps ses différentes modalités.

B. Les différentes formes d'attention

a) Attention sélective, attention soutenue et attention divisée

De nombreuses études, notamment en imagerie fonctionnelle, ont permis de déterminer plusieurs formes d'attention gouvernées par des régions cérébrales distinctes. Par ailleurs, il existe plusieurs modèles explicatifs des processus attentionnels. Posner et Peterson (1990), par exemple, ont déduit de leurs études lésionnelles et fonctionnelles que l'attention pouvait être séparée en trois grands systèmes : l'attention sélective, l'attention soutenue et l'attention spatiale. Cohen (1993) distingue quant à lui quatre

types de processus attentionnels : l'attention sélective, l'attention soutenue, les ressources attentionnelles et le contrôle de la réponse et de l'activité. Dans son ouvrage, Laberge (1995) rend également compte de l'importante diversité des modalités attentionnelles et des différentes structures cérébrales impliquées.

A partir des nombreuses recherches, la plupart des auteurs se sont finalement accordés pour distinguer trois systèmes attentionnels principaux: l'attention sélective, l'attention soutenue et l'attention divisée.

1) L'attention sélective

Définition

L'attention sélective, aussi appelée attention focalisée, est « *la faculté de pouvoir traiter sélectivement certains éléments au détriment d'autres* » (Thomas & Willems, 2001, p.30). Elle consiste donc à se concentrer sur une tâche spécifique en ignorant les stimuli non pertinents. Cette forme d'attention est souvent utilisée dans la vie courante. Il peut s'agir d'écouter la maîtresse malgré le bruit de ses camarades, ou de rester concentré sur ses devoirs malgré le bruit de la télévision par exemple. La distractibilité, au contraire, concerne l'« *incapacité à soutenir une attention sélective en présence d'autres actions, d'autres bruits, ou de toute autre stimulation* » (Korman, Kirk, & Kemp, 1998, p.8).

L'attention sélective est certainement la plus évaluée en psychologie cognitive. Certaines tâches, telles que barrer un stimulus cible, permettent de mesurer l'attention sélective visuo-spatiale. D'autres évaluent l'attention sélective auditive. Le paradigme le plus utilisé permettant de mesurer ce type d'attention est sans doute celui développé par Cherry (1953). Celui-ci consiste à faire écouter simultanément deux messages auditifs différents, l'un étant délivré à l'oreille gauche et l'autre à l'oreille droite. Il est demandé au sujet de répéter l'un des deux messages, ce qui nécessite de focaliser son attention sur le message principal mais aussi d'être capable d'ignorer le message envoyé à l'autre oreille.

- La théorie du filtre sélectif

Broadbent (1958) est l'un des premiers auteurs à avoir étudié l'attention sélective. Avec ses collaborateurs, il a tenté de comprendre à quel niveau, dans le système cognitif, les informations étaient sélectionnées par le système attentionnel pour être ensuite traitées plus profondément. Le modèle « du filtre sélectif » qu'il propose avance l'idée selon laquelle chaque information passerait par trois étapes dans le système cognitif. La première étape consiste en un encodage sans transformation par les systèmes sensoriels. La deuxième, effectuée par le filtre sélectif, est une analyse pré-attentive des différentes caractéristiques physiques des stimuli. Seules les informations pertinentes, c'est-à-dire utiles pour la tâche en cours, passent la barrière du filtre et subissent un traitement supplémentaire. La dernière étape est une analyse sémantique, permettant d'extraire le sens des informations retenues avant le passage en mémoire à court terme. Ce modèle suggère donc qu'aucun stimulus ne devrait faire l'objet d'une analyse sémantique si le sujet n'y a pas prêté attention.

Cette hypothèse a été remise en cause par plusieurs auteurs. Moray (1959), par exemple, a montré que certains sujets étaient capables de reconnaître leur nom parmi le message secondaire dans le paradigme de l'écoute dichotique présenté plus haut.

- La théorie de l'atténuation

Treisman (1960) propose un modèle très proche de celui de Broadbent en ce qui concerne les étapes du traitement de l'information dans le système cognitif. En revanche, face à certaines incohérences de la théorie de Broadbent, Treisman suggère que le filtre entraînerait seulement une atténuation des informations non pertinentes. Selon elle, en fonction de la qualité de l'attention leur étant attribuée, les messages peuvent soit passer la barrière en gardant leur intégrité, soit la passer mais en subissant une certaine dégradation. Le système cognitif laisserait donc entrer toutes les informations mais traiterait davantage les plus pertinentes.

- La théorie de la sélection tardive

Deutsch et Deutsch (1963) proposent quant à eux le modèle de la sélection tardive. Selon eux, la quasi-totalité des stimuli passerait par les différentes étapes du système cognitif décrites par Broadbent et Treisman et ferait donc l'objet d'un traitement sémantique. Les informations pertinentes ne seraient sélectionnées qu'avant l'entrée dans la mémoire à court terme et feraient alors l'objet d'un traitement plus approfondi.

2) L'attention soutenue

Il s'agit de « *maintenir l'attention au cours du temps* » (APA, 2015, p. 701). L'attention soutenue consiste donc à se concentrer longtemps sur une tâche, en ignorant d'éventuels distracteurs.

Certains tests neuropsychologiques contiennent des épreuves plus longues que d'autres et peuvent ainsi rendre compte, en plus de l'attention sélective, des capacités d'attention soutenue. L'épreuve « Transmission de codes » du Test of Everyday Attention for Children (TEA-Ch) que nous utiliserons dans notre étude, par exemple, évalue l'attention soutenue auditive. Un enfant étant capable de maintenir son attention durant toute la durée d'une telle épreuve fera preuve d'attention soutenue alors que cette dernière sera mauvaise s'il se trouve en difficulté voire dans l'impossibilité de maintenir son attention jusqu'à la fin de l'épreuve. Il est donc possible, même fréquent, d'avoir une bonne attention sélective mais une mauvaise attention soutenue.

3) L'attention divisée

Définition

L'attention divisée, aussi appelée « attention partagée » est « *la capacité à garder à l'esprit et à traiter simultanément de multiples éléments d'information* » (Korman & al, 1998, p.8). Il s'agit donc de la faculté à répartir ses ressources attentionnelles afin d'effectuer plusieurs tâches en même temps. Les situations de la vie quotidienne requérant une attention divisée sont nombreuses. Il peut s'agir, par exemple, de téléphoner en prenant des notes, discuter en conduisant, réciter une leçon en marchant, ou écouter l'enseignant en écrivant sa leçon.

La plupart des procédures d'évaluation en psychologie cognitive mesurent cette attention à partir de deux tâches différentes, l'une ayant déjà été traitée antérieurement. En effet, les psychologues cognitivistes considèrent que lorsqu'une tâche a déjà été apprise et en partie automatisée, son traitement nécessitera par la suite moins d'efforts et les ressources du sujet pourront être utilisées principalement pour l'autre tâche. Au contraire, le traitement simultané de deux tâches nouvelles requiert davantage d'efforts et une meilleure attention divisée. En outre, il est généralement observé que, grâce à un transfert de ressources, lorsque les performances à une tâche baissent, les performances à l'autre tâche augmentent.

Certaines épreuves évaluent l'attention divisée inter-modalité, entre une tâche visuelle et une tâche auditive. C'est le cas notamment du subtest *Faire deux choses à la fois* du TEA-Ch que nous utiliserons

D'autres épreuves, telles que *Ecouter deux choses à la fois* du TEA-Ch, mesurent l'attention divisée intra-modalité, entre deux tâches visuelles ou deux tâches auditives. Le paradigme de Cherry présenté précédemment peut également mesurer l'attention divisée intra-modalité auditive en demandant au sujet de focaliser son attention sur les deux messages en même temps.

Interférence entre les tâches

En général, bien que l'inverse soit possible, lorsque nous accomplissons deux tâches simultanément, celles-ci sont moins bonnes que si nous les faisons séparément. L'ampleur de cette diminution est accentuée par trois facteurs principaux (Pashler, 1999).

Le premier facteur est la ressemblance entre les tâches. Certaines tâches, si elles sont bien différentes, peuvent être accomplies en même temps sans qu'aucune interférence n'intervienne entre les deux. Il peut s'agir, par exemple, d'écrire et écouter quelqu'un en même temps.

Le deuxième facteur est le niveau d'expertise à l'une des tâches. En effet, plus on a l'habitude de faire une activité, plus il est facile d'effectuer cette tâche en même temps qu'une autre puisqu'elle nous demandera moins d'efforts.

Enfin, le troisième facteur est le niveau de difficulté des tâches : plus elles sont difficiles, plus elles requièrent d'efforts et de ressources attentionnelles et plus il est compliqué de les effectuer en même temps.

Par ailleurs, lorsqu'une personne effectue deux tâches en même temps, il est très fréquent que les performances évoluent en sens inverse pour chacune d'entre elles : « *lorsque les performances à la première tâche baissent, les performances de l'autre tâche s'améliorent grâce à un transfert de ressources* » (Mialet, 1999, p.57).

4) Relations entre les systèmes attentionnels

L'attention sélective, l'attention soutenue et l'attention divisée sont donc trois formes d'attention à la fois liées et indépendantes. En effet, un enfant qui fait preuve d'attention sélective pourra ne pas faire preuve d'attention soutenue si elle ne se maintient pas suffisamment longtemps. En outre, certains enfants sont tout à fait capables de maintenir leur attention sur une seule tâche, parfois pendant longtemps, mais ne parviennent pas à répartir leurs ressources attentionnelles afin d'effectuer plusieurs tâches distinctes en même temps. L'inverse s'observe également : certains enfants ont plus de facilités à maintenir leur attention s'ils doivent faire plusieurs activités simultanément plutôt qu'une seule à la fois. Ainsi, il arrive qu'un enfant échoue à deux tâches effectuées séparément mais réussisse ces mêmes tâches en les faisant en même temps.

b) Attention auditive et attention visuelle

L'attention peut également être divisée en deux grandes catégories, selon la modalité sensorielle : l'attention auditive et l'attention visuelle. Cette dernière a été, jusqu'à aujourd'hui, la plus étudiée. Actuellement, nous ne savons toujours pas exactement quels sont les processus communs et différenciés entre ces deux modalités. En outre, ces dernières nous intéressent particulièrement dans le cadre de ce mémoire. En effet, l'holopsonie, en tant que musique modifiée, agit avant tout sur l'oreille et donc sur l'audition. Il sera donc intéressant de vérifier ses effets sur l'une et l'autre des modalités d'entrée.

C. Attention et fonctions exécutives

a) Introduction au lien entre l'attention et les fonctions exécutives

Luria (1976) évoquait déjà l'importance de l'attention dans les processus mentaux : « *The directivity and selectivity of mental processes, the basis on which they are organized, is usually termed attention in psychology* » (p.256).

En outre, bien que beaucoup de questions perdurent encore à ce sujet, on sait aujourd'hui que l'attention est particulièrement liée aux fonctions exécutives. Ces dernières englobent une variété de processus cognitifs nécessaires à l'accomplissement de comportements orientés vers un but. Les fonctions exécutives classées dans le DSM-V de 2013 sont les suivantes : planification - prise de décision - mémoire de travail - capacité de corriger en réponse à des commentaires - habitudes ancrées et contrôle inhibiteur – flexibilité mentale. Ainsi, « *l'attention et les fonctions exécutives sont des concepts pluridimensionnels qui contiennent plusieurs processus associés* » (Korman & al, 1998, p.7).

Dans leur étude portant sur 457 adolescents âgés de 16 à 18 ans, Loo et al (2007) ont montré que les enfants souffrant de TDA/H ont de moins bonnes performances aux épreuves mesurant les fonctions exécutives que le groupe contrôle.

Parmi les fonctions exécutives, la flexibilité cognitive et l'inhibition sont les plus souvent mises en jeu en même temps que l'attention. Ainsi, elles sont mesurées par certains tests d'attention tels que le TEA-Ch. Plusieurs études se sont également attachées au lien étroit entre l'attention et la mémoire de travail.

b) Flexibilité cognitive et attention

« *La flexibilité cognitive englobe la capacité à changer son comportement, la stratégie de résolution de problème ou l'approche d'une tâche, d'un problème ou d'une situation sociale* » (Korman & al, 1998, p.8). Faire preuve de flexibilité cognitive consiste par exemple à changer de stratégie pour répondre à une situation plutôt que de persévérer dans la réalisation du même comportement et de répéter les mêmes erreurs. La flexibilité cognitive nécessite de bonnes capacités attentionnelles, c'est pourquoi il est récurrent de mesurer ces deux fonctions au sein d'une même épreuve. C'est le cas par exemple des subttests *Les petits hommes verts* et *Mondes contraires* présents dans le

TEA-Ch. On parle également de flexibilité attentionnelle pour qualifier la capacité à engager, désengager, réengager son attention.

c) Contrôle inhibiteur et attention

« *Le contrôle de l'inhibition est la capacité à résister à l'envie d'adopter un comportement attirant ainsi que la capacité à s'interdire d'adopter des comportements automatiques* » (Korman & al, 1998, p.7). Bien qu'elles soient souvent sollicitées en même temps, les capacités d'inhibition et d'attention semblent être indépendantes, c'est pourquoi certaines épreuves ont été conçues pour les étudier séparément. C'est le cas par exemple du subtest *Inhibition* de la NEPSY II que nous utiliserons. En revanche, les troubles dans ces fonctions vont souvent de paires, notamment chez les sujets atteints de TDA/H.

d) Mémoire de travail et attention

La mémoire de travail est « *la capacité à conserver activement en mémoire les informations pendant tout le temps voulu pour achever une activité complexe qui nécessite ces informations* » (Korman & al, 1998, p.8).

Plusieurs études ont porté sur le lien existant entre l'attention et la mémoire de travail (Clark & Noudoost, 2014). Selon Mialet (1999), qui reprend la conception de James, « *la fonction de l'attention est de nous permettre de mieux percevoir, concevoir, distinguer et mémoriser* » (p.36). Elle est donc indispensable à la mémoire de travail puisqu'elle permet, entre autres, de limiter le nombre d'informations qui peuvent être traitées et donc mémorisées.

D. Le développement des capacités attentionnelles

Plusieurs auteurs ont montré que les capacités attentionnelles augmentaient considérablement avec l'âge.

Ruff et Lawson (1990) se sont particulièrement intéressés à l'évolution de l'attention sélective chez de très jeunes enfants. En observant des enfants de un à cinq ans dans leurs activités libres, ils ont constaté que la fréquence, la durée et la qualité de l'attention sélective augmentent de façon significative avec l'âge. Néanmoins, ils ont montré que l'attention sélective peut devenir soutenue dès le plus jeune âge. En effet,

tout enfant est capable, s'il l'a décidé, de rester focalisé sur une même activité jusqu'à la fin de celle-ci.

Rebock et al (1997) ont mis au point une courbe illustrant l'évolution de l'attention sélective en fonction du développement de l'enfant à partir du Continuous Performance Test de Conners. Cette courbe montre que le nombre d'omissions des cibles à détecter est divisé par deux entre huit et dix ans.

La qualité, la fréquence et la durée de l'attention semblent donc s'améliorer avec l'âge jusqu'à atteindre une limite.

E. La limite des capacités attentionnelles

Le modèle de Kahneman (1973) est certainement l'un des plus représentatifs des capacités attentionnelles et de leur disponibilité. Selon lui, l'attention nécessite un certain effort et met en jeu une quantité d'énergie plus ou moins importante. Cette dernière est puisée dans un « réservoir de ressources » limité, contrôlé par un processus central. Celui-ci déterminerait la quantité de ressources qu'il attribue à telle ou telle activité en fonction de différents facteurs. Selon Mialet (1999), « *d'un point de vue structurel, les ressources seraient liées aux limites des capacités du système cognitif, en particulier la mémoire et les canaux sensoriels* » (p.60). « *The possibility that recognizing stimuli takes mental capacity or resources, and the total amount of this capacity is limited* » (Pashler, 1999, p.24).

Ainsi, l'attention peut se manifester sous des formes variées, gouvernées par des régions cérébrales distinctes et utilisant différemment les ressources disponibles. Si l'attention est un phénomène complexe que nous tentons encore aujourd'hui de mieux comprendre, son altération fait également l'objet de controverses concernant son diagnostic, son étiologie et sa prise en charge.

2. Les troubles de l'attention chez l'enfant

Pour la rédaction de cette partie, nous nous sommes principalement inspirés de l'ouvrage récent de François Bange (2014), psychiatre à l'hôpital Robert Debré, qui reprend la plupart des études effectuées sur le TDA/H.

A. Les troubles de l'attention parmi le TDA/H

a) Qu'appelle-t-on TDA/H ?

Le Trouble Déficitaire de l'Attention (TDA) apparaît pour la première fois en 1980 dans le DSM-III. Depuis 1994, dans le DSM-IV, et récemment dans le DSM-V (2013) de l'Association Psychiatrique Américaine (APA), le trouble de l'attention est associé à l'hyperactivité et à l'impulsivité pour prendre officiellement le nom de TDA/H. Ce dernier est diversement accepté par d'autres classifications médicales de référence, telles que la Classification Internationale des Maladies (CIM) et la Classification Française des Troubles Mentaux de l'Enfant et de l'Adolescent (CFTMEA).

Ainsi, le TDA/H regroupe l'inattention, l'hyperactivité et l'impulsivité. La plupart des tests neuropsychologiques conçus pour évaluer l'attention permettent également de diagnostiquer une éventuelle impulsivité et/ou une hyperactivité. C'est le cas du TEA-Ch et de certaines épreuves de la NEPSY II que nous utiliserons dans notre étude. Il est donc important de présenter brièvement ces comportements.

b) Les symptômes réunis dans le TDA/H

1) L'inattention

L'inattention qualifie un sujet ayant des difficultés voire une incapacité à rester concentré sur une tâche précise. Celui-ci se laisse facilement distraire par d'autres éléments, comme le moindre bruit ou mouvement extérieur. Il pense souvent à plusieurs choses en même temps et peut donner l'impression d'être dans son monde. Les activités qu'il débute sont souvent inachevées et il commet des fautes d'« étourderie ». Les interactions sont généralement difficiles puisque le sujet inattentif a du mal à s'intéresser durablement aux préoccupations des autres et peut intervenir de façon inadaptée au sein d'un groupe, en coupant la parole par exemple.

2) L'hyperactivité

L'enfant hyperactif est presque constamment en mouvement et est par conséquent très difficilement contrôlable par l'adulte qui se fatigue très vite. Tel qu'il est

indiqué dans le DSM, il faut être très vigilant dans le diagnostic de l'hyperactivité, notamment chez le très jeune enfant : l'agitation fait partie du développement et est même signe de bonne santé.

3) L'impulsivité

L'enfant impulsif se précipite et ne parvient pas à anticiper les étapes à venir. Lors d'une tâche cognitive, il répond très vite plutôt que d'évaluer les différents éléments nécessaires à une réponse adéquate. Au quotidien, surtout en collectivité, il peut sembler impertinent et égocentrique puisqu'il ne prend souvent pas assez en compte la censure sociale. En outre, tout comme l'enfant hyperactif, il n'a pas la notion de risque et n'envisage pas les conséquences de ses actes qui peuvent alors être dangereux.

b) Critiques du diagnostic du TDA/H

La validité du TDA/H reste très controversée. S'il est considéré par certains comme une seule entité nosologique, d'autres pensent qu'il s'agit d'un rassemblement de trois entités, prises plus ou moins au hasard, chacune étant caractérisée par une étiologie et une symptomatologie précises. La plupart des études considèrent le TDA/H comme une unique entité nosologique et ne font donc pas toujours bien la distinction entre les trois symptômes qu'il réunit. De plus, depuis l'apparition du TDA/H dans le DSM, très peu d'études portent exclusivement sur les troubles de l'attention.

B. Les différentes classifications des troubles de l'attention

Nous nous référerons aux trois classifications médicales de référence citées ci-dessus, c'est à dire le DSM-V, la Classification Internationale des Maladies (CIM) ainsi que la Classification Française des Troubles Mentaux de l'Enfant et de l'Adolescent (CFTMEA).

a) Les troubles de l'attention dans le DSM-V

Les cliniciens se réfèrent souvent aux critères établis par le DSM-V, publié en mai 2013 par l'APA. Ces critères ont évolué depuis le DSM-IV (1994) et le DSM-IV-TR (2000).

Comme dit précédemment, le trouble de l'attention est associé à l'hyperactivité et à l'impulsivité pour prendre le nom de TDA/H. Dans le DSM-V, le TDA/H est désormais inclus dans un chapitre intitulé « Troubles neurodéveloppementaux », et non plus dans les « Troubles habituellement diagnostiqués pendant la première enfance, la deuxième enfance ou l'adolescence ». Il est divisé en trois grandes catégories :

- Le déficit de l'attention/hyperactivité de type inattention prédominante (TDA/H-DA) qui concerne les personnes souffrant de troubles de l'attention mais sans manifestation importante d'impulsivité ou d'hyperactivité.
- Le déficit de l'attention/hyperactivité de type hyperactivité-impulsivité prédominante (TDAH-IH) qui inclut les personnes ayant de réels problèmes d'impulsivité et d'hyperactivité mais sans grande manifestation de déficit attentionnel.
- Le déficit de l'attention/hyperactivité de type mixte (TDAH-TC) qui regroupe les personnes ayant des difficultés importantes, tant au niveau attentionnel qu'au niveau de l'impulsivité et de l'hyperactivité.

Le DSM-V, tout comme le DSM-IV, comprend deux listes séparées, correspondant au déficit d'attention d'une part et à l'hyperactivité-impulsivité d'autre part. Les cinq critères listés ci-dessous doivent être remplis pour pouvoir diagnostiquer un TDA/H selon cette classification. Afin d'alléger la liste, nous avons choisi de ne pas retranscrire les exemples développés dans le manuel.

Critère A : Un mode persistant d'inattention et/ou d'hyperactivité-impulsivité interfère avec le fonctionnement ou le développement, tel que caractérisé par (1) et/ou (2):

1) Inattention : Six (ou plus) des symptômes suivants ont persisté pendant au moins six mois à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a des effets négatifs directs sur les activités sociales et académiques/professionnelles :

1. Souvent ne parvient pas à prêter attention aux détails ou fait des fautes d'inattention dans les devoirs scolaires, le travail ou d'autres activités.
2. A souvent du mal à soutenir son attention sur des tâches ou dans des activités de jeux.
3. Semble souvent ne pas écouter quand on lui parle personnellement.
4. Souvent, ne se conforme pas aux consignes et ne parvient pas à mener à terme ses devoirs scolaires, ses tâches domestiques ou ses obligations professionnelles.
5. A souvent du mal à organiser ses travaux et ses activités.
6. Souvent évite, a en aversion, ou est réticent à s'engager dans des tâches qui nécessitent un effort mental soutenu.
7. Perd souvent les objets nécessaires à son travail ou à ses activités.
8. Est souvent facilement distrait par des stimuli externes.
9. A des oublis fréquents dans la vie quotidienne.

2) Hyperactivité et impulsivité : Six (ou plus) des symptômes suivants ont persisté pendant au moins six mois, à un degré qui ne correspond pas au niveau de développement et qui a un impact négatif direct sur les activités sociales et académiques/professionnelles:

1. Remue souvent les mains ou les pieds ou se tortille sur son siège.
2. Quitte souvent son siège dans des situations où il est supposé rester assis.
3. Souvent, court ou grimpe partout, dans les situations où cela est inapproprié.
4. A souvent du mal à se tenir tranquille dans les jeux ou les activités de loisir.
5. Est souvent "sur la brèche", agissant comme s'il était "monté sur ressorts".
6. Souvent, parle trop.
7. Laisse souvent échapper la réponse à une question qui n'est pas encore entièrement posée.
8. A souvent du mal à attendre son tour.
9. Interrompt souvent les autres ou s'immisce.

Critère B : Plusieurs symptômes d'hyperactivité/impulsivité ou d'inattention étaient présents avant l'âge de 12 ans.

Critère C : *Plusieurs des symptômes d'inattention ou d'hyperactivité/impulsivité sont présents dans deux situations ou plus (ex : à la maison, l'école, ou au travail ; avec des amis ou la famille ; dans d'autres activités).*

Critère D : *Il est clairement évident que les symptômes interfèrent avec, ou réduisent la qualité du fonctionnement social, scolaire ou professionnel.*

Critère E : *Les symptômes ne surviennent pas exclusivement au cours d'une schizophrénie ou d'un autre trouble psychotique et ne sont pas mieux expliqués par un autre trouble mental (ex. trouble thymique, trouble anxieux, trouble dissociatif, trouble de la personnalité, intoxication par une substance ou sevrage d'une substance).*

b) Les troubles de l'attention dans la CIM

La CIM apparaît pour la première fois en 1989. La dixième révision (CIM 10), datant de 1993, fait l'objet de mises à jour annuelles.

Dans la CIM 10, les troubles de l'attention sont également associés à une hyperactivité. Sous le nom de « Perturbation de l'activité et de l'attention » (code F90.0), ces derniers font partie du chapitre « Troubles mentaux et du comportement, rubrique « Troubles hyperkinétiques » du groupe « Troubles du comportement et troubles émotionnels apparaissant habituellement durant l'enfance et l'adolescence ».

La CIM 10 définit les troubles hyperkinétiques par un « *groupe de troubles caractérisés par un début précoce (habituellement au cours des cinq premières années de la vie), un manque de persévérance dans les activités qui exigent une participation cognitive et une tendance à passer d'une activité à l'autre sans en finir aucune, associés à une activité globale désorganisée, incoordonnée et excessive.* »

c) Les troubles de l'attention dans la CFTMEA

La CFTMEA, publiée pour la première fois en 1988, a pour objectif de mettre en valeur la pédopsychiatrie française tout en établissant, lorsque cela est possible, la correspondance avec le CIM et le DSM. La cinquième édition date de 2012.

La CFTMEA sépare le TDA/H et le trouble de l'attention sans hyperactivité. Ces derniers sont présentés dans l'axe 1 « Catégories cliniques ».

L'« Hyperkinésie avec trouble de l'attention, trouble déficit de l'attention avec hyperactivité (TDA/H) » (code 7.00) est classée dans la rubrique « Troubles

hyperkinétiques » du chapitre « Troubles des conduites et du comportement ». Le TDA/H est caractérisé par la CFTMEA par « *des difficultés à fixer l'attention, un manque de constance dans les activités qui exigent une participation cognitive, une tendance à une activité désorganisée, non-coordonnée et excessive, et un certain degré d'impulsivité ; - sur le plan moteur [par] une hyperactivité ou une agitation motrice incessante.* »

Le « Trouble de l'attention sans hyperactivité » (code 6.13) fait quant à lui partie de la rubrique « Troubles cognitifs et des acquisitions scolaires » du chapitre « Trouble du développement et des fonctions instrumentales ».

C. Les facteurs impliqués dans les troubles de l'attention

La plupart des études, surtout les plus récentes, s'intéressent aux facteurs impliqués dans le TDA/H et non uniquement dans les troubles de l'attention. Malheureusement, les études portant sur le TDA/H considèrent en général ce trouble comme une entité nosologique unique et ne distinguent donc pas les facteurs responsables des troubles de l'attention de ceux à l'origine de l'impulsivité et de l'hyperactivité. Ainsi, les études que nous présenterons concernent pour la plupart le TDA/H et non uniquement les troubles de l'attention.

En outre, les explications du TDA/H diffèrent également selon les modèles théoriques. Si certains tentent encore de trouver un consensus entre ces modèles pour expliquer le trouble, d'autres considèrent qu'il existe différentes causes possibles du TDA/H, pouvant varier d'un individu à l'autre.

a) Les facteurs neurologiques

En 1902, Still est l'un des premiers à émettre l'idée que des prédispositions biologiques et neurologiques pourraient causer une agitation extrême et des difficultés à maintenir son attention. Il parle alors d'« atteinte cérébrale mineure » (Minimal Brain Damage MBD) tout en restant persuadé de l'importance de l'environnement dans l'apparition et l'évolution de ce trouble. Ce terme basculera vers celui de « Minimal Brain Dysfunction » en 1966 puisque les cliniciens pensent de plus en plus à une cause fonctionnelle plutôt que lésionnelle.

Les études concernant la physiopathologie et le traitement des troubles de l'attention, avec ou sans hyperactivité, sont très nombreuses et mettent en évidence une

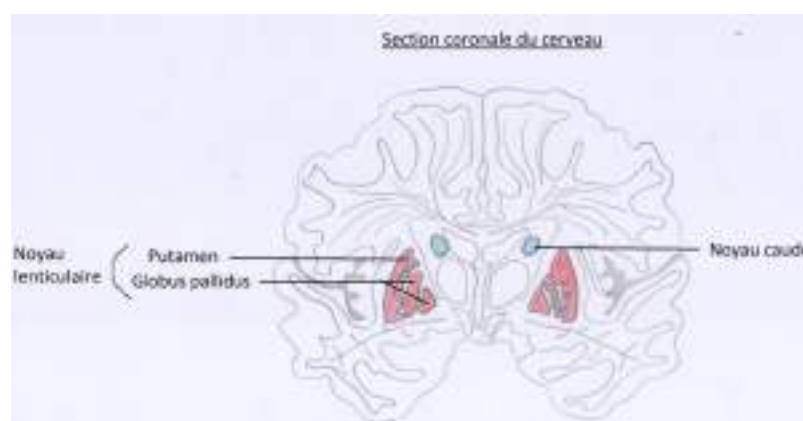
multitude de réseaux cérébraux interconnectés, impliqués aussi bien dans les fonctions cognitives de haut niveau que dans les processus sensori-moteurs de base. Bien que nos connaissances à ce sujet augmentent et se précisent grâce au développement de la technologie, il est encore impossible aujourd'hui d'établir une liste précise des régions cérébrales impliquées dans les troubles de l'attention. Selon les études, certaines régions semblent cependant être plus souvent impliquées que d'autres. Nous en citerons certaines, représentées sur le schéma ci-dessous, en nous appuyant sur trois méta-analyses faites récemment.

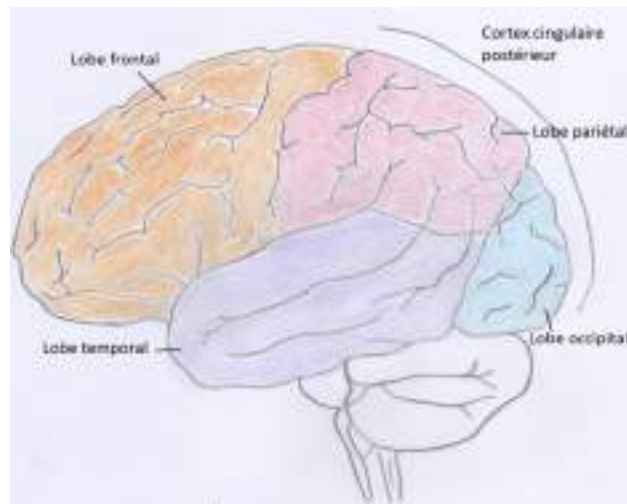
La méta-analyse de Nakao, Radua, Rubia et Mataix-Cols (2011), qui rassemble 14 études, inclut 378 patients avec TDA/H comparés à 344 sujets sains. Elle montre notamment une forte réduction globale des volumes de matière grise surtout dans le noyau lenticulaire droit, et prolongée vers le noyau caudé. Les patients atteints de TDA/H présentent également une augmentation légère des volumes de matière grise dans le cortex cingulaire postérieur gauche.

La méta-analyse de Frodl et Skokauskas (2012), qui rassemble quatre études, inclut 320 sujets avec TDA/H (145 adultes et 175 enfants et adolescents) comparés à 288 témoins (115 adultes et 173 enfants et adolescents). Celle-ci présente une réduction de volume des globus pallidus et putamen droit ainsi que du noyau caudé chez les sujets avec TDA/H.

Enfin, la méta-analyse de Cortese et al (2012) rassemble 55 études en Imagerie par Résonance Magnétique fonctionnelle (IRMf) et inclut 741 patients avec TDA/H comparés à 801 sujets contrôles. Elle met en évidence une hypo-activation significative chez les enfants avec TDA/H dans les régions frontales et le putamen, de façon bilatérale, ainsi que dans les régions temporales et pariétales droites.

Schémas n°1 et 2: Localisation des zones cérébrales impliquées dans le TDA/H





Ainsi, les études portant sur le TDA/H ont mis en évidence l'implication de régions cérébrales variées. La cause neurologique, lésionnelle et/ou fonctionnelle, semble donc être aujourd'hui la plus répandue pour expliquer ce trouble.

En outre, chaque forme d'attention mobilise des régions cérébrales distinctes, ce qui explique qu'un même enfant peut avoir de bonnes capacités dans certains processus attentionnels et de réelles difficultés dans d'autres. En effet, le dysfonctionnement d'un système attentionnel n'implique pas nécessairement le fonctionnement déficitaire des autres.

b) Les facteurs génétiques

Plusieurs études se sont intéressées à la responsabilité de facteurs génétiques dans le TDA/H, mais aucun gène spécifique ni aucune mutation n'a encore été trouvé. Selon les hypothèses actuelles, des associations variables de dizaines de gènes différents seraient impliquées dans ce trouble. De plus, il s'agit très probablement de gènes et d'associations différentes d'un patient à un autre, ce qui explique sans doute les diverses formes qu'emprunte le syndrome. Les études de jumeaux présentant un TDA/H montrent une concordance de 50 à 100% chez les monozygotes alors qu'elle est de 30 à 50% chez les dizygotes (Levy., Hay., McStephen., Wood., & Waldman, 1997). La méta-analyse de Faraone et al (2005), incluant une dizaine d'études, donne quant à elle une estimation de l'héritabilité du TDA/H à 76% chez l'enfant : il semble donc être l'un des troubles psychiatriques les plus génétiquement héréditaires.

c) Les facteurs psychodynamiques

Plusieurs psychanalystes ont tenté de comprendre le TDA/H dans une perspective psychodynamique.

Günter (2014) propose trois causes principales de ce trouble.

La première cause possible serait des troubles précoces des relations d'objet liés, par exemple, à une perte d'objet, une instabilité dans la relation avec les objets ou des carences sévères. Selon la théorie des relations d'objet, l'objet internalisé est par conséquent instable et menaçant car peu fiable, persécuteur ou inatteignable. Il ne peut donc pas contenir les désirs et les affects de l'enfant. Selon la psychologie du Moi, ces troubles engendrent un dysfonctionnement sévère et précoce des fonctions du Moi. Ce dernier est ainsi fragilisé et envahi par des pulsions et des affects, tels que de la culpabilité ou de la haine dirigées vers l'objet primaire, qu'il ne peut ni élaborer ni intégrer. Ces affects empêchent le processus de mentalisation et engendrent des difficultés à rester attentif et parfois une instabilité motrice.

La seconde cause expliquée par le modèle psychodynamique est un trouble de la triangulation, qui survient plus tard dans le développement. Selon de nombreuses études, le TDA/H rend difficile le maintien stable d'une relation triangulaire. La mère est souvent entraînée dans un état d'excitation excessive avec l'enfant tandis que le père est souvent absent physiquement ou symboliquement. Ce trouble de la triangulation entre dans un cercle vicieux puisque le TDA/H entraîne une difficulté à contenir l'enfant dans une relation triangulaire stable.

Enfin, la troisième cause expliquée par Günter serait l'existence de traumatismes précoces tels qu'une maladie grave, la mort d'un parent, des maltraitances ou des carences. Les symptômes d'inattention et parfois d'hyperactivité et d'impulsivité, résulteraient dans ce cas directement d'un stress émotionnel lié à ces traumatismes.

Dans leur étude longitudinale portant sur une analyse projective d'enfants entre six et 11 ans diagnostiqués TDA/H, Cohen de Lara et Guinard (2006) ont montré une grande fragilité du fonctionnement psychique de ces sujets, en particulier du sentiment d'identité et des représentations internes. Cela aurait notamment pour conséquence une difficulté à organiser la pensée et à intérioriser des représentations d'objet.

En résumé, le modèle psychodynamique explique le TDA/H comme la conséquence possible d'un Moi fragile et dysfonctionnel : « *I propose specifically that we can usefully consider AD/HD as a disturbance in the synthetic, organizing, and integrative function of the ego* » (Gilmore, 2000, p.1260).

d) Les facteurs environnementaux

Le rôle de l'environnement dans le TDA/H se dévoile progressivement. Beaucoup d'études se sont consacrées au lien entre diverses complications périnatales et le TDA/H. Bhutta, Cleves, Casey, Craddock et Anand (2002) ont notamment démontré dans leur méta-analyse, rassemblant 16 études, que le risque de survenue d'un TDA/H chez un enfant né avant terme était multiplié par 2,6 par rapport aux enfants nés à terme. En outre, plusieurs études ont mis en évidence un lien entre le TDA/H et la consommation de toxiques par la mère pendant la grossesse, tels que le tabac (Linnet & al, 2005) et l'alcool (Kooistra., Crawford., Gibbard., Ramage., & Kaplen, 2010). Certains auteurs ont également démontré l'association entre une dépression ou une anxiété de la mère pendant la grossesse et des symptômes d'inattention.

D'autres auteurs se sont intéressés à l'impact de la télévision (Swing., Gentile., Anderson., & Walsh, 2010) ou encore d'une alimentation riche en graisses saturées et en sucre (Howard., Robinson., Smith., Ambrosioni., Piek., & Oddy, 2011) sur l'apparition du TDA/H.

D. Les troubles comorbides

Les troubles de l'attention vont souvent de paires avec une hyperactivité mais ils peuvent également être associés à d'autres troubles développementaux ou acquis, en particulier les troubles des apprentissages.

a) Troubles de l'attention et troubles des apprentissages

De nombreux auteurs ont mis en évidence l'importance de l'attention dans les apprentissages et le lien très étroit entre les difficultés d'attention et divers troubles des apprentissages. « *La distinction entre le TDA et le trouble d'apprentissage est la plus difficile à faire en pratique* » (Poulin, 2002, p.59).

Selon plusieurs études, le TDA/H est très souvent associé à des dysfonctionnements des fonctions exécutives, telles que la planification, l'inhibition et la flexibilité mentale ainsi qu'à la mémoire de travail (Bental & Tirosh, 2007). Willcutt, Pennington, Olson, Chhabildas et Hulslander (2005) ont montré que de 25 à 40% des enfants atteints de TDA/H ont aussi un trouble de la lecture et que 15 à 40% des enfants présentant une dyslexie ont aussi un TDA/H. Cette même étude suggère également que

les troubles de la lecture sont plus fortement associés au sous-type inattention prédominante. Plusieurs auteurs ont également mis en évidence l'intrication très fréquente du TDA/H et de la dyscalculie (Lindsay., Tomazic., Levine., & Accardo, 2001).

b) Trouble de l'attention et autres troubles

Afin de rendre davantage compte de la complexité des troubles de l'attention, nous souhaitons présenter brièvement quelques autres déficits souvent associés au TDA/H.

Beaucoup d'auteurs se sont intéressés au lien entre ce syndrome et des troubles émotionnels divers. Depuis une vingtaine d'années, le lien entre le TDA/H et le trouble bipolaire soulève d'intenses débats et il est encore très difficile de savoir si les deux peuvent réellement coexister chez un même patient. La méta-analyse de Kowatch, Youngstrom, Danielyan et Findling (2005) montre des taux de comorbidité élevés entre le trouble bipolaire et le TDA/H. D'autres études mettent en évidence une comorbidité entre le TDA/H et des affects dépressifs (Biederman & al, 2008). Des études ont également montré l'association fréquente du TDA/H avec l'autisme (Acquaviva & Stordeur, 2014) et avec certaines déficiences intellectuelles (Frazier, Demaree, & Youngstrom, 2004).

c) Les troubles de l'attention : processus primaire ou processus secondaire ?

Comme nous l'avons vu, l'attention est souvent liée à d'autres fonctions cognitives. Avoir une bonne mémoire de travail, par exemple, aide à maintenir son attention plus longtemps, mais l'inverse est également vrai : avoir une bonne capacité d'attention permet de garder plus d'éléments en mémoire. Ainsi, des difficultés à maintenir son attention sont souvent liées à des difficultés dans d'autres domaines, mais il est parfois difficile de distinguer ce qui découle de l'autre. Les troubles de l'attention peuvent donc être la cause principale d'autres difficultés mais également être la conséquence de troubles sous-jacents. Il s'agit dans ce cas d'un processus secondaire. Les processus primaires et les processus secondaires sont nécessaires à différencier en neuropsychologie afin d'adapter la prise en charge du patient en conséquence.

E. Prise en charge et accompagnement des troubles de l'attention

Bien que des controverses perdurent depuis longtemps concernant le diagnostic des troubles de l'attention, leur étiologie et par conséquent leur prise en charge, il existe actuellement une liste assez large et diversifiée d'interventions possibles. Cette liste étant exhaustive et en perpétuelle évolution, nous avons tenté de rassembler les méthodes les plus connues et utilisées aujourd'hui.

a) Le traitement pharmacologique

Le traitement médicamenteux est actuellement le plus utilisé pour prendre en charge le TDA/H car il répond à un dysfonctionnement neurologique qui est, comme nous l'avons évoqué, la cause des troubles de l'attention la plus connue aujourd'hui.

En France, la méthylphénidate est la seule molécule, dans le traitement du TDA/H, qui dispose d'une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). De la famille des psychostimulants, elle a pour effet de bloquer les transporteurs de la dopamine et de la noradrénaline. Chaque dose est proportionnelle au poids de l'enfant. Ce traitement par méthylphénidate comprend certaines contre-indications que nous ne développerons pas. En outre, il produit également certains effets indésirables, dont principalement une baisse d'appétit, des douleurs abdominales et des céphalées. Bien que ce traitement ait prouvé son efficacité à plusieurs reprises (Prasad & al, 2013), il reste néanmoins controversé.

b) Les thérapies

1) La Thérapie Cognitive et Comportementale (TCC)

Issue de la psychologie expérimentale, la Thérapie Cognitive et Comportementale (TCC) part du postulat que tous nos comportements, tels que l'inattention et l'hyperactivité, sont appris et qu'ils peuvent donc être modifiés avec de l'entraînement. Diverses techniques cognitives et comportementales sont utilisées durant les séances, et se poursuivent en dehors grâce à des tâches à effectuer au quotidien. Ces dernières permettent à l'enfant d'apprendre progressivement, d'une part à mieux gérer seul son inattention et/ou son impulsivité, et d'autre part à développer d'autres types de comportements jusqu'à ce qu'ils deviennent automatiques. En outre, la

TCC peut proposer des entraînements plus spécifiques, en fonction des particularités de l'enfant, par exemple pour trouver de nouvelles stratégies de résolution de problèmes à l'aide de jeux vidéo.

2) La thérapie d'inspiration psychodynamique

Nous avons vu que, d'un point de vue psychodynamique, les troubles de l'attention peuvent être liés à des représentations internes et un sentiment d'identité fragiles associés à une difficulté, voire une impossibilité du Moi à remplir sa fonction de synthèse, d'organisation et d'intégration. Cette fragilité et ce dysfonctionnement peuvent être la conséquence de traumatismes, de troubles précoces des relations d'objet ou de troubles de la triangulation.

L'analyste doit donc permettre, dans un premier temps, de faire revenir au niveau conscient ces conflits et/ou ces traumatismes enfouis dans l'inconscient. Il est également là pour aider le patient à leur donner un sens et à les transformer afin qu'ils soient plus acceptables pour le Moi. Dans son étude qualitative, Graindorge (2006) rapporte notamment la diminution des symptômes d'inattention et d'hyperactivité d'un enfant suite à la mise en scène de plusieurs situations de sa vie ayant suscité des angoisses de séparation majeures.

L'analyste doit pouvoir apparaître comme le représentant d'un bon objet interne, capable de contenir les désirs et les affects de l'enfant, afin de remplacer progressivement un objet interne chaotique. Il doit être un modèle pour le patient en mettant en avant son activité de pensée et l'élaboration de ses affects. En outre, le patient doit se sentir suffisamment contenu pour pouvoir, au fur et à mesure de l'analyse, évacuer ses émotions douloureuses, notamment en les expulsant dans l'analyste via l'identification projective.

Ainsi, le travail analytique doit porter sur « *le fonctionnement de l'appareil mental, particulièrement sur la capacité de transformer les affects via la symbolisation et la capacité d'entrer en relation avec les objets* » (Günter, 2014, p.17).

3) La Thérapie Systémique

Comme nous l'avons vu, les troubles de l'attention, avec ou sans hyperactivité, peuvent être liés au contexte environnemental mais aussi familial (difficultés périnatales, maltraitements, perturbations familiales comme un divorce ou un parent malade ou décédé, excès de télévision, alimentation...). L'entourage peut donc jouer un rôle considérable dans l'apparition et/ou le maintien des troubles. Ainsi, la thérapie familiale s'intéresse au dysfonctionnement de la famille et non seulement à l'enfant porteur des symptômes.

En outre, il existe plusieurs Programmes d'Entraînement aux Habilités Parentales (PEHP), dont le but est d'aider les parents à mieux comprendre les symptômes de leur enfant et les guider dans leurs interventions au quotidien. Le plus connu est sans doute celui de Barkley (1987), adressé aux parents d'enfants âgés de quatre à 16 ans. Celui-ci comporte deux séances de deux heures par mois pendant cinq mois. Plusieurs PEHP, tels que celui de Barkley, ont prouvé leur efficacité dans plusieurs études (Chronis, Chacko, Fabiano, Wymbs, & Pelham, 2004).

4) La Thérapie par Neurofeedback (TNF)

Les enregistrements à l'Electroencéphalogramme (EEG) chez les sujets atteints de TDA/H, bien qu'ils soient hétérogènes, présentent en général une augmentation de l'activité lente, (thêta ou alpha) frontale ou centrale avec ou non une diminution de l'activité rapide appelée bêta. La TNF mobilise des mécanismes de plasticité cérébrale en entraînant le sujet à réguler sa propre activité cérébrale. Elle dure en moyenne cinq mois, à raison de deux séances d'une heure par semaine. L'EEG est enregistré à l'aide d'électrodes placées sur le scalp et l'oreille ; un logiciel quantifie les fréquences captées en temps réel. Selon leur évolution, un signal peut ou non apparaître ; le sujet doit tenter d'augmenter les signaux renforçateurs. Dans le TDA/H, deux types de protocoles sont les plus souvent utilisés : le premier a pour but de réduire l'activité lente dans les régions frontales et centrales et d'améliorer l'éveil cortical. Le deuxième vise le renforcement, dans les aires motrices, du Sensory Motor Rythm (SMR) lié à l'inhibition du comportement. Des protocoles personnalisés, adaptés à l'EEG de chaque patient, sont apparus très récemment. Selon la méta-analyse de Arns, De Ridder, Strehl, Breteler et Coenen (2009), regroupant 15 études, la TNF est efficace pour réduire l'inattention et l'impulsivité, davantage que l'hyperactivité.

c) Les stratégies de rééducation cognitive et comportementale

1) La rééducation psychomotrice

La rééducation psychomotrice utilise des activités et des techniques variées. Un bilan individuel est fait au préalable, afin d'adapter le programme à chaque enfant de façon spécifique. Parmi les activités proposées, certaines permettent de développer l'attention soutenue, l'attention sélective et l'attention divisée. D'autres visent entre autres à augmenter les capacités de contrôle de l'impulsivité, de coordination, de résolution de problèmes et de motivation. Le programme propose également des séances de Méditation Pleine Conscience, ou « Mindfulness ». L'intérêt de cette dernière dans les capacités attentionnelles des enfants, principalement dans les apprentissages, a été démontré notamment par Flook et al (2010).

2) L'entraînement cognitif

L'entraînement cognitif consiste à faire faire des exercices répétés à l'enfant, généralement sur support informatique, afin d'entraîner les fonctions attentionnelles et la mémoire de travail. Des études ont montré l'efficacité de plusieurs programmes d'entraînement sur les symptômes constitutifs du TDA/H. Le CogMed est certainement l'un des plus utilisés depuis une dizaine d'années. Grâce à une répétition quotidienne d'exercices, de 30 à 45 minutes pendant cinq à six semaines, ce programme semble agir notamment sur les symptômes d'inattention (Beck., Hanson., Puffenberger., Benninger., & Benninger, 2010).

3) Le Programme d'Intervention sur les Fonctions Attentionnelles et Métacognitives (PIFAM)

Le PIFAM a été conçu il y a environ 10 ans dans le but de favoriser le développement des capacités d'auto-régulation comportementale et cognitive et de nouvelles stratégies d'apprentissage. Les activités se font avec des groupes de quatre à cinq enfants entre 10 et 14 ans, encadrés par deux intervenants. Elles se déroulent pendant 12 semaines, sous forme d'ateliers de 90 minutes. Ces derniers conduisent les enfants à mieux connaître et comprendre leurs forces et faiblesses afin de les faire progresser. Plusieurs méthodes, telles que des récits, des mises en scène et des

simulations, sont utilisées dans le but de rendre le programme ludique et motivant. Le groupe est séparé en deux équipes qui s'affrontent par différents défis amusants et stimulants en même temps. En outre, les habilités acquises durant les ateliers sont très régulièrement reliées aux contextes de la vie quotidienne et notamment à la scolarité. Ce programme sollicite également les parents et les motive à assurer la continuité de la démarche au quotidien.

d) La modification de l'alimentation

Cette stratégie d'action fait l'objet de controverses depuis une cinquantaine d'années. Elle consiste, entre autres, en un supplément de certaines substances dont les patients seraient carencés. Plusieurs études ont notamment démontré une diminution des taux d'oméga-3 dans le plasma et les globules rouges d'enfants atteints de TDA/H, mais nous ne savons toujours pas s'il s'agit d'une insuffisance d'apport ou d'une anomalie du métabolisme. Bloch et Quawasmi (2011) ont démontré, par leur méta-analyse, les effets bénéfiques de l'introduction d'oméga-3 et oméga-6 dans l'alimentation d'enfants atteints de TDA/H. Ces derniers restent néanmoins plus faibles que ceux obtenus par traitement pharmacologique. Par ailleurs, certaines études n'ont démontré aucun effet.

Ce premier chapitre nous a permis de résumer les connaissances actualisées concernant l'attention et son altération, principalement chez l'enfant et l'adolescent. Comme nous l'avons vu, beaucoup d'incompréhensions perdurent encore concernant le fonctionnement de l'attention ainsi que les causes et par conséquent la prise en charge des troubles de l'attention. Bien qu'il existe déjà de multiples méthodes, aucune d'entre-elles ne semble efficace pour tous les enfants atteints de TDA/H, certainement car il existe différentes causes possibles développées plus haut. Ainsi, il semble utile aujourd'hui de réfléchir à de nouvelles solutions pour traiter ces troubles, à la fois simples, efficaces et davantage individualisées.

Chapitre II L'holopsonie, une technique d'intervention auditive à visée thérapeutique

1. L'utilisation des sons au service de la santé

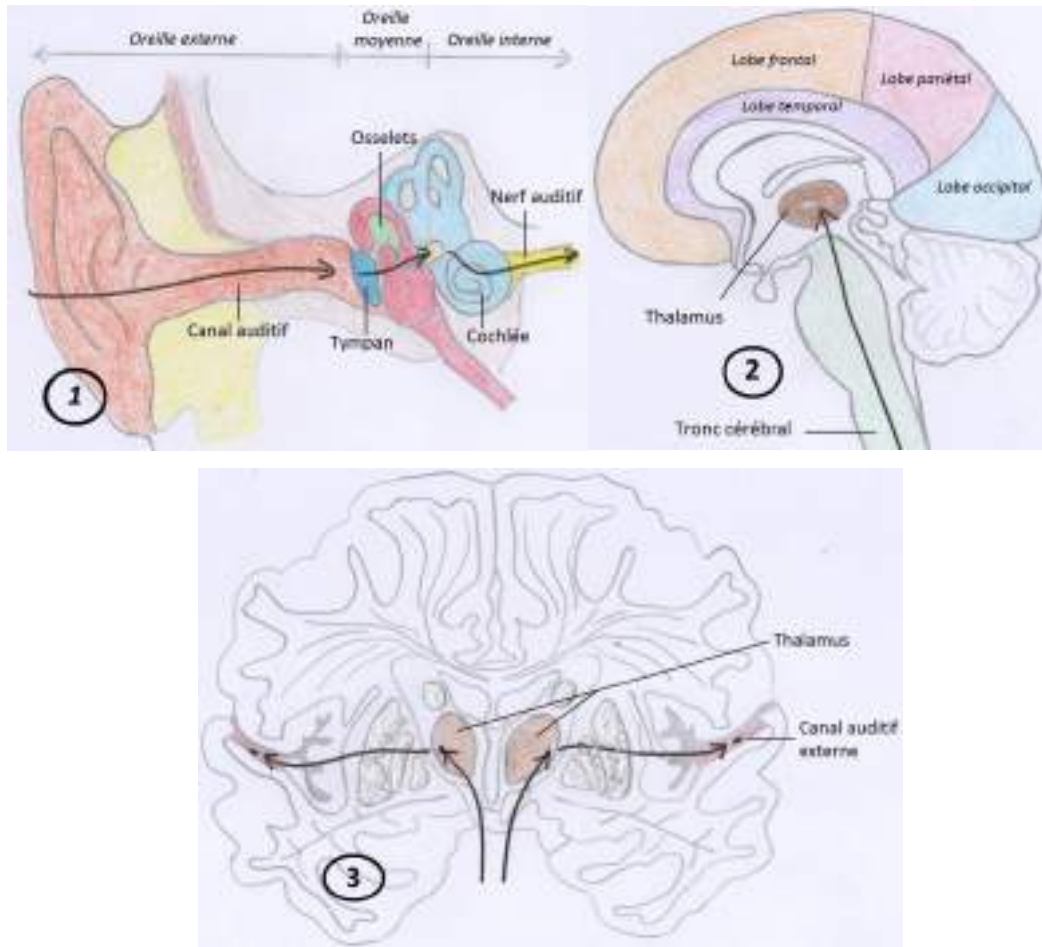
A. Les sons et leur traitement par le système auditif

Avant de nous pencher sur les musicothérapies, il semble nécessaire d'expliquer brièvement ce qu'est le son et comment il est perçu par notre système auditif.

Le son provient toujours d'une source vibrante qui émet un mouvement de va et vient du milieu, c'est ce que l'on nomme « onde acoustique ». Cette dernière ne devient un son qu'une fois reçue et déchiffrée par notre cerveau.

Le système auditif est constitué de trois grandes parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. Lorsqu'une onde parvient à l'oreille, elle atteint d'abord l'oreille externe puis l'oreille moyenne par l'intermédiaire du canal auditif jusqu'au tympan. Les osselets, rattachés à la surface interne du tympan, transmettent les vibrations du tympan à la membrane basilaire, puis à la cochlée située dans l'oreille interne. La membrane basilaire subit des déformations qui dépendent des fréquences sonores. Ces déformations spécifiques permettent à la cochlée de discriminer les fréquences sonores. La cochlée possède des cellules ciliées réceptrices qui se prolongent pour former les fibres du nerf auditif. Ces derniers conduisent l'information reçue aux noyaux du tronc cérébral puis parviennent au thalamus au niveau du corps genouillé médian. Les fibres se projettent ensuite sur le cortex auditif primaire situé dans le lobe temporal. Tout le long des différents relais, on retrouve une organisation spatiale des fréquences sonores appelée « tonotopie ». Les fibres auditives de chaque oreille se projettent dans le cortex gauche et dans le cortex droit.

Schémas n°3, 4 et 5 : Traitement des sons par le système auditif et le cerveau



En musique, on s'intéresse principalement à l'intensité, au timbre et à la fréquence ou hauteur du son. Cette dernière, exprimée en Hertz, correspond au nombre de vibrations par seconde. Plus elle est élevée, plus le son est aigu et plus elle est faible, plus le son est grave. L'oreille humaine ne perçoit que les sons entre 20 et 20 000 Hz. En dessous de 20 Hz, on parle d'infrasons et au-dessus de 20 000 Hz d'ultrasons. La sensibilité de l'oreille varie en fonction des fréquences du son, le point le plus sensible se situant entre 3000 et 4000 Hz. Les sons musicaux se décomposent en plusieurs fréquences. L'holopsonie, ainsi que d'autres cures soniques, agissent en modifiant l'intensité des fréquences sonores afin de stimuler le système auditif.

Par ailleurs, les oreilles droite et gauche entendent différemment, notamment parce que les cellules ciliées, qui permettent de détecter les fréquences, sont différentes de chaque côté du cerveau. En outre, selon de nombreuses études, l'oreille gauche serait meilleure pour recevoir les sons de la parole tandis que l'oreille droite serait plus sensible à la musique.

B. Historique des effets de la musique et des sons sur l'Homme

Les vertus thérapeutiques des sons et de la musique sont reconnues et utilisées depuis bien longtemps dans de nombreuses civilisations. Les Indiens d'Amérique, par exemple, utilisaient les sons d'instruments pour guérir certaines maladies. Dans la mythologie grecque, le chant, la médecine et la musique étaient frères et sœurs. Selon cette civilisation, une bonne musique peut conduire l'âme vers l'ordre et l'intégration tandis qu'une musique inappropriée risque de conduire vers la folie et le désarroi. Platon (427-347 avant J.-C) pensait que la musique permettait l'hygiène mentale et qu'elle pouvait calmer les angoisses phobiques. Plus tard, Cicéron (106-143 avant J.-C) proclamait que toute émotion possède un « son vocal ». Balbulus (840-912), à l'époque du pape Grégoire 1er, fut le premier à attribuer à ses musiques des pouvoirs bénéfiques. Bien plus tard, dans les années 1940-1950, la musicothérapie fut utilisée auprès de soldats en convalescence, pour tenter de les soulager des traumatismes occasionnés par la guerre.

Les recherches récentes de Emoto (2008) supportent également l'idée selon laquelle les sons auraient un impact sur l'être humain. Docteur en médecine alternative et à l'origine de l'institut International Halo Membership (IHM), Emoto a effectué de nombreuses recherches sur les effets des sons sur l'eau. Par diverses méthodes, il a démontré que des musiques classiques telles que Mozart, Bach ou Beethoven donnent des cristaux de glace magnifiques et symétriques, alors que du heavy métal ne provoque aucun hexagone. En montrant l'impact des sons sur l'eau, Emoto en déduit leurs effets sur l'humain puisque ce dernier est constitué à 75% d'eau.

Aujourd'hui, bien qu'elle reste très controversée, l'utilisation des sons et de la musique à des fins thérapeutiques est de plus en plus acceptée et répandue.

C. Les musicothérapies

« Musicothérapie » vient du grec « mus » qui signifie « donner du sens » et « thérapie », « remettre en harmonie ». L'Association de Musicothérapie du Canada (AMC) définit la musicothérapie comme *« l'utilisation efficace de la musique et des éléments musicaux par un(e) musicothérapeute diplômé(e) pour promouvoir, maintenir, restaurer la santé mentale, physique, émotionnelle et spirituelle. La musique a des qualités non-verbales, créatives, émotionnelles et structurelles. Ces qualités sont utilisées dans la relation thérapeutique pour faciliter le contact, les interactions, la*

conscience de soi, l'apprentissage, l'expression de ses émotions, la communication et le développement personnel».

La musicothérapie peut être active ou passive. La musicothérapie dite « active » consiste à faire intervenir activement la personne traitée, par exemple en la faisant chanter ou jouer d'un instrument de musique. Dans la musicothérapie « passive », le thérapeute peut utiliser différents outils pour agir sur la personne. Certains utilisent des instruments tels que des bols tibétains, des vaisseaux de cristal, des diapasons ou des carillons. D'autres se servent de leur voix pour chanter ou simplement émettre différents sons. Beaucoup de praticiens utilisent également des musiques pré-enregistrées qu'ils font écouter au patient, souvent à travers un casque.

Ces dernières années, les recherches portant sur les musicothérapies se sont multipliées. Bien que cette pratique soit controversée, notamment à cause du manque de compréhension concernant l'action de la musique sur les comportements humains, plusieurs méta-analyses montrent des effets bénéfiques des musicothérapies dans différents domaines (Yinger & Gooding, 2014., Stephenson, 2006., Gold, Voracek & Wigram, 2004). Certains auteurs se sont notamment intéressés aux effets de la musique sur l'attention. Selon Carré (2002) la musique écoutée pendant une activité peut renforcer et augmenter la capacité d'attention soutenue, notamment chez les enfants ayant des difficultés de concentration. Postel (2004) préconise de faire écouter de la musique aux enfants avant le début des activités. Jackson (2003) a étudié 268 questionnaires remplis par des thérapeutes spécialisés en musicothérapie, utilisant des techniques diverses. Une large liste de questions étaient posées, axées sur leur pratique auprès d'enfants atteints de TDA/H. 98% des thérapeutes ayant répondu affirment l'efficacité de leur méthode sur le TDA/H. De plus, selon 93% des participants, les autres professionnels prenant en charge les enfants observent également des effets bénéfiques de la musique sur leurs comportements. Les enseignants observent des progrès selon 81%, les parents selon 81% et les enfants eux-mêmes selon 94% des participants. Cependant, il est difficile de savoir précisément ce qui découle du traitement par la musique et ce qui provient des autres méthodes utilisées en parallèle.

D. Les thérapies auditives et l'utilisation de musiques modifiées

De plus en plus de praticiens, en particulier des psychologues et des ergothérapeutes, utilisent des techniques d'intervention auditive pour traiter certaines pathologies. Ces techniques sont fondées sur la théorie de Ayres (1973) selon laquelle

les stimulations sensorielles, notamment auditives, pourraient avoir des effets bénéfiques sur les apprentissages et les comportements. Selon Menuhin, cité par Auriol dans la préface de son ouvrage (1991), « *le son pénètre directement notre corps. Ce que l'oreille peut accomplir à l'intérieur de notre cerveau, à l'intérieur de nos vies, rien d'autre ne peut le faire. L'emploi des hautes fréquences nous ouvre tout un nouveau monde. La thérapie sonore a un effet spécifique qui semble avoir des implications étendues et des résultats étonnants* ».

Parmi les techniques d'intervention auditive, certaines utilisent la musique en la modifiant de façon à entraîner le système auditif et agir sur certains troubles par l'intermédiaire de l'audition. Le précurseur du traitement par la musique modifiée est Tomatis (1920-2001). Ce dernier a mis au point une méthode nommée « Audio-Psychophonologie » (APP). Celle-ci se pratique avec un appareil (l'oreille électronique) conçu pour stimuler le cerveau et l'aider à mieux analyser les messages sensoriels. Il repose sur une bascule électronique qui provoque un contraste sonore destiné à surprendre constamment le cerveau pour le tenir en éveil. Selon Tomatis (1974), le rôle de l'oreille est d'intégrer et de faciliter l'organisation de l'ensemble du système nerveux. Agir sur l'oreille interne pourrait ainsi avoir un impact sur notre développement psychologique et cognitif. Les recherches ayant porté sur l'APP ont donné des résultats mitigés. Certaines études montrent des effets bénéfiques de cette méthode dans plusieurs domaines, tels que les troubles des apprentissages (Gilmor, 1999), alors que d'autres n'apportent aucun résultat (Kershner, Cummings, Clarke, Hadfield & Kershner, 1990). L'APP reste donc depuis longtemps controversée.

D'autres techniques ont été conçues dans le but de stimuler le système auditif mais aussi le cerveau. Lefébure (1916-1988), par exemple, a mis au point « l'alternophonie » ou « l'audition alternative » en 1963. Cette méthode distribue à l'aide d'un casque des sons en alternance d'un côté et de l'autre sur un rythme régulier. Le but est ainsi de stimuler la liaison entre les deux hémisphères et de renforcer leurs échanges. Bien que sa méthode soit controversée, Lefébure fut Médaille d'Or et prix du Concours Lépine en 1963, et Médaille d'Or du salon International des Inventeurs de Bruxelles en 1964 pour les effets de son appareil sur le cerveau.

E. L'utilisation des sons au service de la santé : une pratique controversée

Ainsi, l'utilisation de la musique et des sons à des fins thérapeutiques, bien qu'elle soit de plus en plus acceptée et répandue, reste encore très controversée aujourd'hui. Les recherches évaluant les effets de ces interventions sur le cerveau et pour traiter différentes pathologies se multiplient. Si certaines présentent des résultats très encourageants dans différents domaines, d'autres ne présentent pas d'effet remarquable par rapport à d'autres types d'interventions. En outre, les mécanismes exacts des effets de la musique et des sons sur l'humain restent encore mal connus aujourd'hui.

2. L'holopsonie

A. Origines de l'holopsonie

a) L'Auditory Integration Training (AIT) du docteur Bérard

L'holopsonie a été conçue à partir de la méthode de Bérard qu'elle précise et approfondit. Bérard (1916-2014), médecin ORL et ancien élève de Tomatis, a créé l'AIT dans les années 90 après avoir constaté des corrélations entre des anomalies de la perception auditive et des troubles divers. En comparant les courbes auditives d'une centaine de patients, il s'est aperçu que les mêmes pics, correspondant à des hypersensibilités ou « hyperacousies », se retrouvaient très souvent chez les patients présentant les mêmes problèmes de santé. Dans son ouvrage, Bérard (1998) détaille et précise les fréquences concernées. Les personnes en état dépressif, par exemple, montrent une hypersensibilité aux fréquences comprises entre 1500 et 8000 Hertz. Le traitement de cette hypersensibilité par l'AIT entraîne la disparition des symptômes dépressifs. Il conclut de ces observations que « *le comportement de l'être humain est en grande partie conditionné par la façon dont celui-ci entend.* » (p.13). Ainsi, en supprimant ces pics d'hypersensibilité, sa méthode a pour but d'améliorer l'état de santé du patient.

L'AIT a été introduite aux Etats-Unis en 1990 après la publication de l'ouvrage Sound of a Miracle (1991), dans lequel Stehli raconte comment l'AIT a changé la vie de sa fille autiste en diminuant son extrême sensibilité auditive. Cette méthode s'appuie sur un test d'écoute qui fait entendre des sons au patient à des fréquences précises : 125,

250, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000, 6000, 8000 Hertz. Un système électronique permet ensuite de filtrer les fréquences hypersensibles de façon à réduire l'oreille et réharmoniser l'audition. Bien que le test d'écoute soit fait pour chaque oreille séparément, le thérapeute se base sur une seule des deux courbes, qu'il choisit arbitrairement, pour filtrer la musique. Les cures d'AIT sont de 20 séances à raison de deux par jour pendant 10 jours. Un test d'écoute est fait lors de la dixième séance afin de réajuster les filtres.

L'American Speech-Language-Hearing Association (2004) recommande l'AIT pour les personnes ayant les problèmes suivants : troubles des apprentissages, troubles du comportement, troubles envahissants du développement, TDA, TDA/H, acouphènes, surdité progressive, hyperacousies, allergies, dépression, tendances suicidaires et problèmes d'organisation.

Néanmoins, les études portant sur l'AIT restent faibles et s'intéressent principalement aux enfants autistes. De plus, comme nous le verrons dans la dernière partie, certains auteurs concluent sur des effets positifs de l'AIT dans plusieurs domaines alors que d'autres ne présentent aucun effet. Cette méthode reste donc également controversée, notamment à cause du manque de compréhension quant à ses modalités d'action. En effet, l'AIT ne se base actuellement sur aucune théorie scientifiquement validée.

b) Précurseurs et définition de l'holopsonie

L'holopsonie a été créée en 1989 par le docteur Bourdin (1951-), actuellement spécialisé en médecine alternative, ainsi que son collaborateur Bouchet. « Holopsonie » vient du grec « holos » qui signifie « le tout », « l'ensemble », de ps pour psychologique et de « sonie » qui signifie « sons ». L'holopsonie, issue de la méthode Bérard, permet donc de traiter la personne dans sa globalité, physique et psychique, en stimulant son audition par des musiques modifiées de façon individualisée.

B. Fonctionnement de l'holopsonie

Comme l'AIT, l'holopsonie utilise de la musique dont les fréquences sont modifiées de façon individuelle à partir de la courbe d'audition du patient, obtenue grâce à un test d'écoute. L'holopsonie présente néanmoins certaines différences non négligeables avec l'AIT.

a) Le test d'audition

Comme pour la méthode Bérard, un test d'écoute est effectué séparément pour chaque oreille. Par l'intermédiaire d'un casque, le thérapeute fait écouter plusieurs sons à la suite au patient, allant des plus graves aux plus aigus. Un premier son est envoyé. Son volume est augmenté progressivement jusqu'à ce qu'il soit perçu par le patient. Celui-ci, ou parfois le thérapeute, appuie sur un bouton pour en valider la mesure. Le prochain son est alors envoyé. Une fois le test terminé, l'ensemble des points reliés entre eux permettent d'obtenir une courbe.

Cette dernière présente le plus souvent des pics et des creux qui correspondent respectivement à des hypersensibilités (ou hyperacousies) et des hyposensibilités (ou hypoacousies). L'holopsonie vise le rééquilibrage du système auditif en corrigeant ces hypersensibilités et ces hyposensibilités. Ainsi, cette méthode est analogue au feedback négatif (les excès sont diminués et les manques comblés), qui permet l'homéostasie de notre organisme grâce à différents systèmes de régulation. Un second test d'écoute est effectué au milieu des séances afin d'actualiser la courbe et les modifications de la musique en conséquence.

b) La modification des musiques : fonctionnement en miroir

Plusieurs musiques sont sélectionnées volontairement à l'avance et transmises au logiciel. Ces musiques appartiennent pour la plupart au registre classique. Les musiques choisies ont une large bande passante, le but étant de favoriser la stimulation du système auditif et du cerveau.

Afin de rétablir l'équilibre du système auditif, le thérapeute sélectionne manuellement, sur un logiciel, les tiers d'octave correspondant aux pics pour les diminuer et les tiers d'octave correspondant aux creux pour les augmenter. Le logiciel modifie ensuite automatiquement la musique en diminuant de 20 à 60 décibels les tiers d'octave correspondant aux pics et en augmentant de 10 à 21 décibels les tiers d'octave correspondant aux creux. S'y ajoute un système de bascule graves-aigus aléatoire : la personne n'entend que les sons graves ou que les sons aigus de façon aléatoire sur les deux oreilles séparément, ce qui stimule le cerveau puisque celui-ci cherche en permanence à rétablir l'intégrité de la musique.

c) Les séances d'holopsonie

Les séances d'holopsonie durent entre 45 minutes et une heure, selon l'âge, deux fois par jour pendant cinq jours. La durée de la cure peut être plus ou moins longue en fonction de l'âge et de l'état de la courbe obtenue au deuxième test. Le patient écoute la musique à travers un casque, seul, dans une salle isolée du bruit. Pendant les séances, il lui est demandé de ne pas faire d'activité demandant un effort de compréhension (comme lire ou écrire par exemple). Il peut cependant effectuer des activités d'expression (comme des dessins ou des mandalas), qui l'aident à rester centré sur ce qui se passe en lui à l'instant présent. Le patient peut choisir d'être assis ou allongé et ne doit pas enlever (ou le moins possible) son casque durant la séance.

d) Différences entre l'AIT et l'holopsonie

Ainsi, l'holopsonie se base sur l'AIT de Bérard mais y apporte certaines modifications dans le but d'être plus précise et efficace. Voici les principales différences entre l'holopsonie et l'AIT :

- L'holopsonie traite les hyposensibilités et les hypersensibilités, alors que l'AIT n'agit que sur les hypersensibilités.
- Le traitement par l'holopsonie tient compte des deux courbes, c'est à dire des deux oreilles, et non seulement d'une seule.
- Le logiciel de l'holopsonie permet de mesurer le seuil d'audition sur 27 fréquences alors que l'AIT ne prend en compte que les 12 fréquences principales.
- Le logiciel de l'holopsonie modifie les tiers d'octave correspondant aux pics et aux creux et non seulement les fréquences, comme le fait l'AIT. Ainsi, les fréquences hyper et hyposensibles sont modifiées même lorsque les pics et les creux ne leur correspondent pas exactement sur la courbe.
- Les séances d'holopsonie durent en général 45 minutes, deux fois par jour pendant cinq jours. Les séances d'AIT durent le plus souvent 30 minutes, deux fois par jour pendant 10 jours. Pour les deux méthodes, l'intervalle entre chaque séance est au moins de trois heures.

C. Principes de l'hologsonie

a) Une thérapie holographique de la famille des réflexologies

1) La théorie holographique

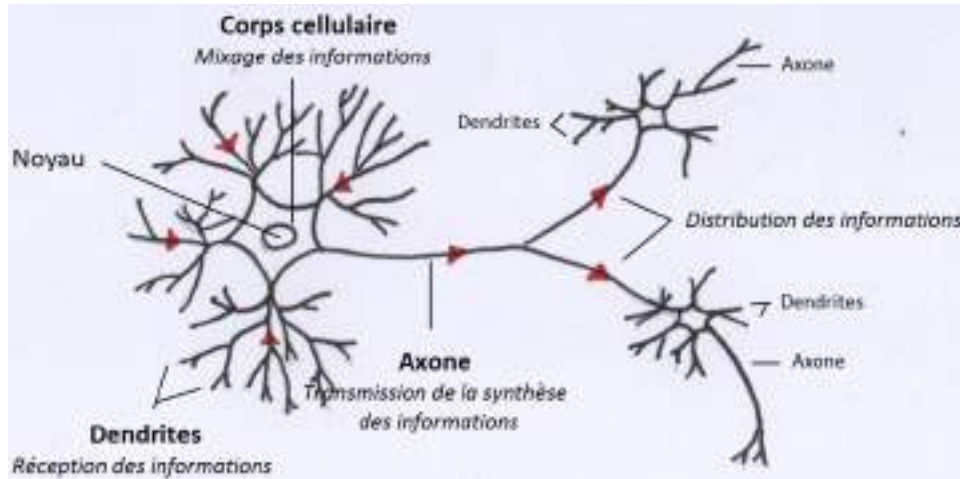
Le nom « hologramme » est dérivé des mots grecs « holo », signifiant « tout » et « gram » signifiant « inscrire ». L'hologramme a d'abord été mis au point par Gabor (1900-1979) en optique en 1948 pour lequel il reçut le prix Nobel de physique en 1971. Cet appareil a la faculté d'enregistrer l'ensemble des informations concernant un objet en chacun de ses points et ainsi de reproduire au laser, en trois dimensions, cet objet à partir d'un de ses fragments.

Cette théorie holographique fut reprise en neurophysiologie par Pribram (1919-2015) dans les années soixante. Selon lui, chacune des parties du cerveau comprendrait de quoi reconstituer un souvenir dans son intégralité (Pribram, 1969).

Ce concept d'hologramme fut également repris en physique par Bohm (1917-1992) qui le généralisa à l'ensemble du cerveau et du corps humain. Cette théorie se développe peu à peu et intéresse de plus en plus les recherches : « *Recent studies indicate that memory in the brain is stored in a holographic fashion* » (Soliman, 2008, p.108).

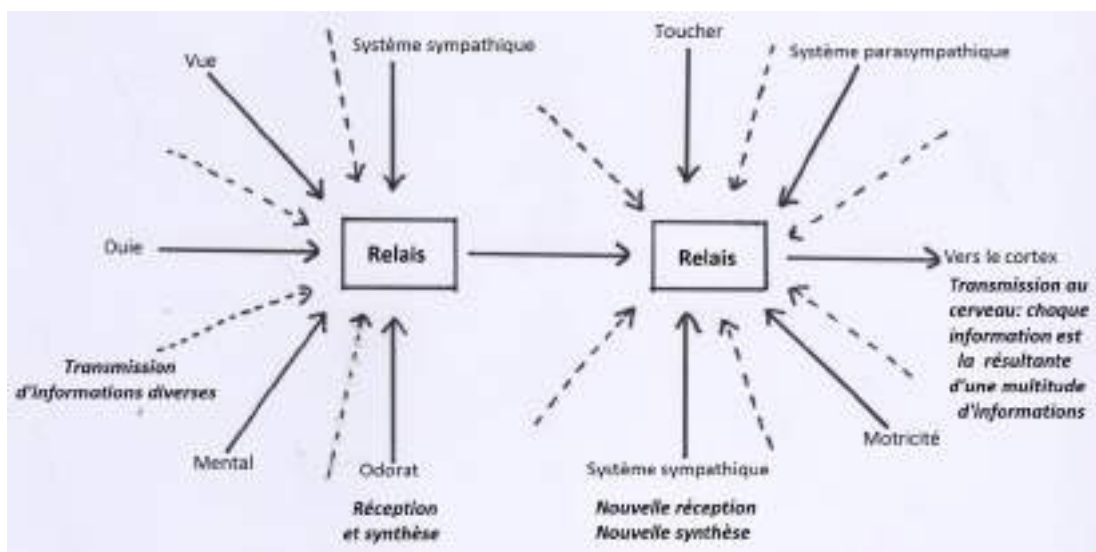
Les aires cérébrales se répartissent en somatotopies : chaque partie du corps est représentée dans chaque aire, avec une place proportionnelle à leur importance et dans l'ordre du schéma corporel. Elles sont reliées les unes aux autres. Cependant, la structure et la physiologie de la cellule nerveuse nous permettent de comprendre que le cerveau ne fonctionne pas seulement par zones. La cellule nerveuse est constituée d'un corps cellulaire, avec un noyau et du cytoplasme dans lequel s'effectuent des réactions chimiques de synthèses des informations apportées dans la cellule par les dendrites. Les dendrites sont des filets nerveux qui conduisent des signaux électriques des organes des sens vers le corps de la cellule nerveuse. De celui-ci sort un axone, de même constitution que les dendrites, qui a comme fonction de transmettre l'information synthétisée dans le cytoplasme. Les cellules reçoivent donc des signaux électriques qu'elles peuvent synthétiser par des réactions chimiques et transférer sous forme de signaux électriques. Dans la même cellule peuvent donc arriver des signaux qui viennent de n'importe quel organe. Par ailleurs, les cellules convergent vers des relais où leurs informations sont rassemblées, transférées, mélangées et synthétisées. De relais en relais, le circuit aboutit au cerveau, sur l'aire qui lui est spécifique.

Schéma n°6 : Fonctionnement de la cellule nerveuse



Chaque partie du cerveau aurait donc la possibilité de recevoir des informations de toutes les parties du corps et d'en envoyer à toutes les parties. Prenons l'exemple de l'aire auditive qui traite les sons et la musique. Le signal de départ du circuit de l'audition est un signal sonore, transformé en signal électrique par l'oreille interne, modifié à chaque relais par des signaux qui viennent d'autres endroits du cerveau et donc du corps. Au final, le signal électrique qui arrive sur le cortex est issu d'un son modifié par des informations venant de partout dans le corps. Ces informations, par le même procédé, sont envoyées partout dans le cerveau et donc partout dans le corps. On assiste à un échange permanent entre toutes les parties du corps et toutes les parties du cerveau.

Schéma n°7 : Traitement et relais des informations



Cette réflexion est au centre des réflexothérapies, pratiques permettant d'agir sur la totalité du corps à partir d'un organe. La réflexothérapie existait déjà il y a plus de 4000 ans dans la médecine chinoise, bien avant l'élaboration de la théorie holographique du cerveau et du corps humain, avec notamment l'acupuncture, l'auriculothérapie et la réflexologie faciale. Elle a été reprise et approfondie aux États-Unis par Fitzgerald (1872-1942) à l'origine de « la thérapie des zones ». Celle-ci permet, en faisant pression sur une partie du corps, de soulager la douleur dans une autre partie du corps fondée sur la même zone. A partir de la thérapie des zones, Ingham (1889-1974), physiothérapeute américaine, est la première à avoir élaboré une cartographie des zones réflexes des pieds en 1938, encore utilisée aujourd'hui dans la pratique de la réflexologie plantaire.

Plusieurs médecins ont ensuite étendu la réflexologie à d'autres parties du corps telles que les mains, la muqueuse nasale (sympathicothérapie), le cuir chevelu (coiffure énergétique), le dos (bindegewebsmassage ou BGM) et les dents (réflexologie dentaire). Même si ces pratiques se développent peu à peu, elles restent aujourd'hui encore très controversées. En outre, très peu d'études existent à ce sujet et la plupart évaluent les effets de l'acupuncture et de l'auriculothérapie. Ces dernières présentent pour certaines des effets bénéfiques alors que d'autres n'apportent aucun effet significatif par rapport à d'autres pratiques (Lee, Choi, Kim, Kim & Ernst, 2011). Ainsi, beaucoup de questions perdurent encore concernant l'efficacité de ces thérapies.

2) L'holopsonie en tant que thérapie holographique

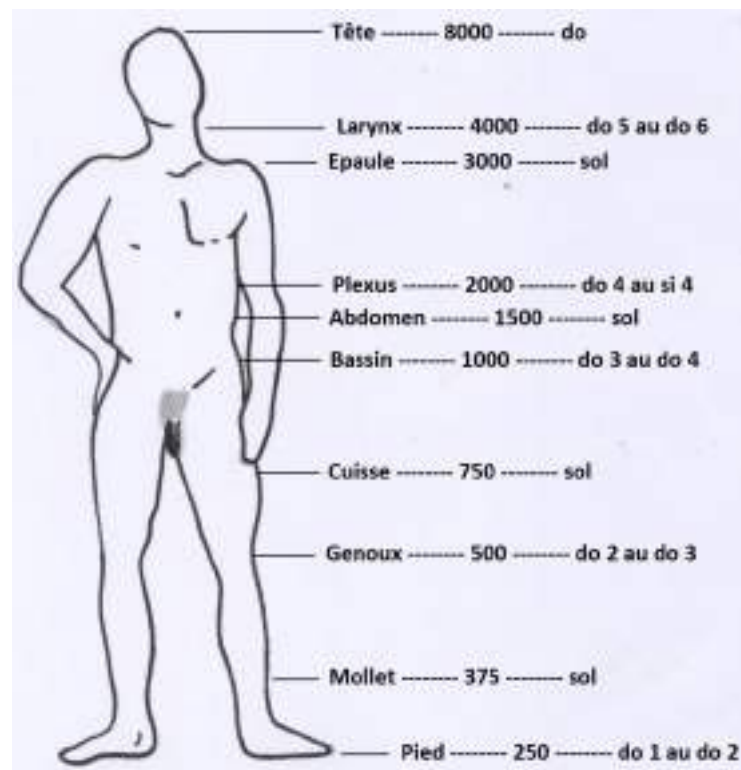
De la famille des réflexologies, l'holopsonie a été créée dans le but de traiter l'ensemble du corps à partir de l'oreille interne. Cette méthode repose donc également sur la théorie holographique du corps humain : de même que toutes les autres informations sensorielles, l'information auditive est envoyée à chaque partie du cerveau et peut, par conséquent, avoir des répercussions sur l'ensemble du corps. Les fréquences trop bien perçues ou mal perçues, représentées respectivement par des pics et des creux sur la courbe auditive, pourraient ainsi renseigner sur l'état des différentes parties du corps. Cette conception repose sur plusieurs découvertes mettant en lien les fréquences sonores avec les différentes parties du corps humain.

Les correspondances entre le corps humain et les sons remontent à la médecine tibétaine. Celle-ci met notamment en lien les niveaux du corps qu'ils nomment « chakras » et les mantras. Ces derniers désignent « *les sons et les énergies archétypaux essentiels à un équilibre harmonieux des Cinq éléments, l'étoffe fondamentale de*

l'univers et par conséquent des trois Humeurs en relation avec les canaux psychiques et les chakras » (Dummer, 2006, p.45). Ainsi, les bols tibétains, à l'origine utilisés dans les médecines traditionnelles tibétaine et chinoise, produisent des sons particuliers selon leur taille et permettent d'agir sur les différents chakras pour favoriser le bien-être général.

En collaboration avec le professeur Martiny (1897-1982) de l'École d'anthropologie de Paris, Aucher (1908-1994), musicienne de profession, a établi une correspondance entre chaque partie du corps et chaque fréquence sonore. Cette idée lui est venue parce qu'elle constata que chaque note qu'elle jouait faisait systématiquement vibrer la même partie de son corps. Elle établit alors une cartographie des correspondances entre les notes et les parties du corps : les fréquences aiguës raisonnent en haut du corps et les basses en bas du corps. De la même façon que chaque objet possède sa fréquence vibratoire propre, chaque organe posséderait sa propre fréquence sonore. Cette hypothèse se confirma lorsque Aucher donna des cours de chant : les élèves qui n'arrivaient pas à chanter certaines notes avaient très souvent des problèmes de santé au niveau de l'organe correspondant. Elle décida alors de créer la psychophonie qui consiste à traiter les troubles en faisant travailler la voix sur les notes correspondantes.

Schéma n°8 : Cartographie des correspondances entre organes, fréquences sonores et notes selon Aucher



La théorie de Aucher est soutenue par d'autres chercheurs et thérapeutes, tels que Dewhurst-Maddock (1995). La biomusicothérapie, méthode élaborée dans les années 80 par Bence (1929-1987) et Méreaux (1946-), s'appuie également sur la correspondance entre les sons et les organes du corps humain (Bence & Méreaux, 1990). D'autres praticiens, tels que Maman (2011), proposent de stimuler la circulation énergétique des organes grâce aux sons chantés ou écoutés.

Notre façon d'entendre serait donc modifiée par nos problèmes de santé et la courbe auditive d'une personne pourrait nous renseigner sur son état actuel général. En stimulant et en rééquilibrant l'audition d'une personne de manière spécifique, l'holopsonie a ainsi pour objectif d'agir sur l'ensemble de la personne. En outre, le but de l'holopsonie n'est pas seulement de traiter le corps mais aussi le psychisme. Cette méthode repose donc également sur la théorie psychosomatique selon laquelle le corps et le psychisme sont fondamentalement liés.

b) Une thérapie psychocorporelle

1) La théorie psychosomatique

Le terme « psychosomatique », du grec « psyché », l'esprit et « soma », le corps, a été employé pour la première fois en Autriche par le médecin allemand Heinroth (1773-1843) en 1818. Selon Bioy et Fouques (2009), « *sont nommés « psychosomatiques » les troubles somatiques dont un facteur psychologique possède une contribution essentielle dans leur survenue. Il faut par ailleurs que ces troubles s'accompagnent d'altérations anatomo-cliniques ou biologiques observables* » (p.145).

Depuis longtemps, certains grands philosophes évoquaient déjà un lien entre le corps et la psyché. Hippocrate (5ème siècle avant J.C) percevait la maladie comme une réaction globale de l'individu et avait l'intuition d'un lien entre le corps et l'esprit. Selon Maïmonide (12ème siècle) la maladie signifiait une rupture d'équilibre, à la fois physique et psychique. Descartes (17ème siècle) parlait quant à lui de l'existence d'une substance permettant l'union entre la psyché et le soma. Pourtant, pendant longtemps, une dichotomie perdura avec d'un côté la médecine qui soignait le corps et de l'autre la religion et la philosophie qui s'intéressaient à l'esprit. Ce courant dualiste connut cependant certaines réactions d'opposition, notamment avec Stahl et l'école vitaliste au

17ème siècle. En France, Trousseau (1801-1867), médecin qui avait des crises d'asthme, pose les bases d'une démarche psychosomatique en se livrant à l'introspection.

La théorie psychosomatique prend finalement son envol principalement grâce à l'influence de la psychanalyse. Freud et ses disciples, notamment Ferenczi, Federn et Groddeck, affirment avec la théorie des pulsions qu'il existe un ancrage du psychique dans le somatique et que les maladies du corps ont des causes simultanément psychiques et somatiques. Le mouvement psychanalytique se distingue en psychosomatique grâce à la fondation de l'école de Paris par Marty en 1960. Selon cette école, il existerait des personnes plus ou moins susceptibles de somatiser, selon leur fonctionnement psychique construit depuis la petite enfance. L'origine de la somatisation serait une difficulté du Moi à mettre en place des mécanismes de défense suffisants pour gérer les pulsions, ce qui entraverait notamment le processus de mentalisation. La vie fantasmatique serait également pauvre voire inexistante, laissant le corps comme seule voie de frayage des pulsions possible. L'école de Chicago, créée en 1932 par Alexander (1891-1964), donne quant à elle naissance à ce que l'on nomme aujourd'hui « la médecine psychosomatique », en postulant qu'il existe un conflit spécifique à chaque pathologie. Aujourd'hui, trois courants psychosomatiques perdurent : l'école de Paris, la psychologie de la santé qui découle de la médecine psychosomatique et la psycho-neuro-immunologie. En outre, certains auteurs, tels que McDougall, Keller, Dejours et Pedinielli, ont développé leur propre approche.

Ainsi, la théorie psychosomatique est de plus en plus répandue et acceptée, ce qui entraîne le développement des thérapies psychocorporelles.

2) L'holopsonie parmi les thérapies psychocorporelles

Lowen (1910-2008), à l'origine élève et patient de Reich, est sans doute l'un des thérapeutes ayant le plus contribué à l'évolution des thérapies psychocorporelles. En 1956, il fonde l'IIAB (Institut International d'Analyse Bioénergétique) à New-York. La bioénergie, qu'il a lui-même élaborée, place le corps au centre du processus de guérison : « *les processus énergétiques du corps déterminent ce qui se passe dans l'esprit, tout comme ils déterminent ce qui se passe dans le corps* » (Lowen, 1979, p.36). Ainsi, selon lui, c'est en agissant sur les tensions ressenties physiquement et en favorisant une bonne circulation de l'énergie dans le corps qu'il est possible de débloquer et libérer certaines émotions liées à ces tensions.

Par ailleurs, depuis très longtemps, la médecine tibétaine met également en lien les chakras avec des significations et des besoins particuliers. Ces correspondances ont par la suite été reprises par différents thérapeutes, bien qu'elles soient aujourd'hui encore peu connues en France. En outre, on retrouve l'idée de correspondances entre zones corporelles et significations psychologiques chez Lowen : « *chaque organe et chaque trait du visage a un langage corporel qui lui est propre* » (p.77).

Ainsi, les thérapies psychocorporelles considèrent que notre corps conserve la mémoire des traumatismes psychiques ; elles ont donc pour objectif de dénouer à la fois les tensions corporelles et les blocages émotionnels qui leur sont liés. L'Association Suisse des Thérapies Psycho-Corporelles (ASTPC), fondée en 2002, regroupe actuellement plusieurs professionnels de la santé ou de la relation d'aide. Ces derniers, avec des connaissances médicales officiellement reconnues, sont spécialisés dans diverses thérapies corporelles telles que l'eutonnie, la psychomotricité, la psychothérapie biodynamique, l'analyse bioénergétique, la Gestalt-thérapie, la psychothérapie de relaxation, la dynamique corporelle de relation, la thérapie de relaxation sophro-bio-dynamique, l'hypnose et la musicothérapie.

Les différentes formes de musicothérapie sont donc couramment reconnues comme faisant partie des thérapies psychocorporelles, leur finalité étant d'agir à la fois sur le corps et sur le psychisme par l'intermédiaire de l'audition. L'holopsonie, comme toute autre forme de thérapie psychocorporelle, pourrait ainsi réveiller certaines douleurs physiques, des émotions et même faire revenir au niveau conscient des évènements maintenus depuis longtemps dans l'inconscient.

c) Une thérapie holistique

1) Qu'est-ce qu'une thérapie holistique ?

« *Imaginer qu'on puisse soigner la tête seule, indépendamment de tout le corps, est une pure folie [...] si la plupart des maladies échappent à l'art des médecins de la Grèce, la cause en est qu'ils méconnaissent le tout dont il faut prendre soin, ce tout sans le bon fonctionnement duquel il est impossible que se comporte bien la partie* » (Platon, 1967, p.277) Ces propos de Platon, à travers le personnage de Socrate, illustrent parfaitement les bases de la médecine holistique.

Le terme « holistique » vient du grec « holos », le tout, l'ensemble, et « therapein » qui signifie soigner. Ainsi, alors que la médecine occidentale s'efforce de

fragmenter, l'approche holistique tente de réunir différentes façons de comprendre et accompagner l'être humain dans sa globalité physique, émotionnelle et mentale. Les thérapies holistiques reprennent ainsi les bases de la médecine tibétaine qui met en lien l'ensemble des éléments constitutifs de l'être humain et de son environnement en considérant l'Homme comme un tout indissociable. La pratique holistique prend donc en compte à la fois la théorie holographique et la théorie psychosomatique explicitées plus haut. En outre, l'approche holistique considère le patient comme une personne et non comme un malade. Ainsi, elle ne vise pas la guérison du symptôme mais cherche à favoriser l'amélioration générale de la personne.

2) L'holopsonie en tant que thérapie holistique

Nous avons vu que l'holopsonie, en tant que réflexologie, permet d'agir sur l'ensemble du corps par l'intermédiaire de l'audition. En outre, selon la théorie psychosomatique, cette méthode vise également une amélioration de l'état psychologique. Mais l'holopsonie, en tant que technique holistique, ne vise pas un changement particulier mais une amélioration générale, physique et psychique. En accord avec ce qu'exprime Platon dans son ouvrage, les praticiens de cette méthode prétendent que c'est en aidant le patient à retrouver cette harmonie que ses troubles pourront diminuer voire disparaître.

d) Une thérapie personnalisée

Comme nous l'avons vu, chaque soin en holopsonie est unique et dépend des particularités auditives de la personne traitée. Ceci est l'une des caractéristiques qui différencient de façon considérable l'holopsonie des autres cures soniques. En effet, aucune d'entre elles, à l'exception de la méthode Bérard, ne s'adapte aux caractéristiques particulières du patient.

D. L'holopsonie comme outil dans l'accompagnement psychothérapeutique

L'holopsonie peut avoir plusieurs fonctions au sein d'une thérapie mais ne peut en aucun cas se substituer à un accompagnement psychothérapeutique.

Dans un premier temps, nous avons vu que la courbe auditive peut être un outil d'aide au diagnostic. Les pics et les creux présents sur la courbe peuvent nous renseigner

sur l'état physique et psychique du patient. Le thérapeute, sans pour autant faire d'interprétations, peut discuter avec le patient des significations physiques et psychiques liées à ces fréquences. Ceci permet au patient, avec l'aide du thérapeute, de faire éventuellement des liens avec son histoire. Ainsi, au regard de l'anamnèse, des différentes discussions avec le patient et des observations du praticien, la courbe auditive peut apporter des éléments de compréhension du patient et de son fonctionnement. Avec l'aide d'autres outils, à commencer par l'alliance thérapeutique, les séances de musique ont par la suite pour but de favoriser chez le patient des modifications sur les plans émotionnel, comportemental et physique. Le thérapeute doit donc être compétent afin d'accompagner le patient durant l'ensemble du processus.

Après avoir présenté l'holopsonie, technique d'intervention auditive à visée thérapeutique, nous souhaitons désormais présenter quelques études menées sur l'AIT, méthode qui, comme nous l'avons vu, est à l'origine de l'holopsonie.

Chapitre III Etudes menées sur l'Auditory

Integration Training (AIT), méthode à la base de

l'holopsonie

Aucune étude n'a encore été publiée sur l'holopsonie. En revanche, plusieurs recherches ont déjà porté sur les effets de l'AIT sur diverses pathologies, en particulier sur l'autisme. Certaines études ont rapporté des effets positifs de cette méthode tandis que d'autres ont montré peu voire aucun effet.

1. Etudes ayant apporté des effets positifs de l'AIT

En 1999, Edelson a mené une étude avec 19 enfants et adultes autistes entre quatre et 39 ans, séparés en deux groupes : un groupe expérimental (n=9) et un groupe contrôle (n=10). Le groupe expérimental a reçu deux séances de 30 minutes d'AIT par jour pendant 10 jours consécutifs, pour un total de 20 séances. Le groupe contrôle a écouté la même musique dans les mêmes conditions mais la musique n'était pas modifiée. Un jour avant le début des séances, un parent de chaque participant a rempli trois questionnaires : le Aberrant Behavior Checklist (ABC) qui évalue cinq comportements (Irritabilité / Stéréotypies / Hyperactivité / Léthargie / Discours excessif-inapproprié), le Connors's Rating Scale (CRS) et le Fischer's Auditory Problems Checklist (FAPC). Ces derniers ont été de nouveau remplis un jour, un mois, deux mois et trois mois après les séances. Les résultats au CRS et au FAPC n'ont présenté aucune différence significative entre les deux groupes. En revanche, les comportements problématiques, mesurés par le ABC, ont diminué de manière significative pour le groupe expérimental au bout de un et trois mois alors qu'ils n'ont présenté aucun changement dans le groupe contrôle. En outre, deux participants du groupe contrôle et trois du groupe expérimental ont été soumis à un test électrophysiologique évaluant les Potentiels Evoqués (PE) pour mesurer l'onde auditive P300. Les cinq sujets ont présenté une onde P300 anormale avant les séances. Trois mois après, les trois sujets du groupe expérimental ont présenté une amélioration significative de l'onde P300 alors qu'aucun changement n'a été observé pour les deux sujets du groupe contrôle.

La même année, Madell a étudié les effets de l'AIT sur la capacité à reconnaître des mots, dans le silence et dans le bruit, auprès d'une population présentant les troubles suivants : autisme, Trouble Envahissant du Développement (TED), Trouble Multisystème du Développement (MSDD) (n=46), TDA ou TDA/H (n=26) et Troubles du Traitement Auditif Central (TTAC) avec troubles des apprentissages (n=46). La perception du langage a été évaluée en demandant aux sujets de reconnaître des mots dans un environnement silencieux et bruyant. Une augmentation significative de la perception a été observée chez tous les sujets après les séances d'AIT. Dans un second temps, les seuils d'intensité sonore inconfortables ont été évalués chez des individus autistes (n=24), avec TED (n=26) et avec TTAC (n=10). Une augmentation significative du seuil d'intensité sonore inconfortable a été observée chez l'ensemble de ces sujets.

En 1995, Rimland et Edelson ont évalué les effets de l'AIT auprès de 17 enfants et adolescents autistes, entre quatre et 21 ans. Le groupe expérimental (n=8) a reçu 20 séances d'AIT réparties en deux séances de 30 minutes par jour pendant 10 jours. Le groupe contrôle (n=9) a écouté la même musique mais non modifiée, dans les mêmes conditions expérimentales. Un parent de chaque enfant a rempli trois questionnaires avant les séances, au milieu des séances, puis deux semaines, un mois, deux mois et trois mois après : le Hearing Sensitivity Questionnaire (HSQ), le ABC et le FAPC. Les scores totaux au ABC et au FAPC ont présenté des différences significatives entre les deux groupes. Aucun changement n'a été observé concernant le comportement de Léthargie mesuré par le ABC mais les quatre autres comportements évalués ont diminué de manière significative pour le groupe expérimental (Irritabilité, Stéréotypies, Hyperactivité et Discours excessif/inapproprié). L'ensemble des résultats au ABC et au FAPC montrent une diminution progressive des comportements problématiques durant les six temps d'évaluation pour le groupe expérimental alors que les comportements restent stables pour le groupe contrôle. En outre, le même parent devait également remplir le Daily Journal Questionnaire (réparti en trois catégories : Problèmes de santé / Problèmes comportementaux / Comportements appropriés) pendant les séances. Aucune différence n'a été observée entre les deux groupes.

En 2007, Hall a étudié les effets de l'AIT auprès de 10 enfants entre cinq et 11 ans avec des troubles du traitement sensoriel (SPD Sensory Processing Disorder) ou des troubles de l'intégration visuo-motrice. Les participants ont reçu un programme de musique modifiée chez eux pendant huit semaines, deux fois 30 minutes par jour. Ils ont passé le test Draw-A-Person (DAP), le test développemental Visual Motor Integration (VMI) et le Evaluation Tool of Children's Handwriting (ETCH) avant et après les

séances. Un parent de chaque enfant devait également remplir le Sensory Profile (SP) avant et après les séances. Suite aux séances d'AIT, une amélioration significative a été observée au SP (processus sensoriel, modulation de la contribution sensorielle et réponses comportementales et émotionnelles), au DAP (augmentation des compétences d'intégration visuelle et motrice), au VMI (aux échelles de coordination motrice et perceptive), et au ETCH (augmentation de la qualité des minuscules et des nombres écrits de mémoire). Un questionnaire a également été adressé aux parents. Cinq parents observent que leur enfant est plus calme pendant et après les séances et trois disent que les performances scolaires de leur enfant ont augmenté pendant les huit semaines de traitement.

En 2011, Haddadi a mené une étude qualitative auprès d'un garçon autiste de huit ans. Celui-ci a reçu 40 sessions de TNF réparties en trois sessions de 45 minutes par semaine et 20 sessions de AIT réparties en deux séances de 30 minutes par jour. La maman de cet enfant, qui a été interviewée à la suite des séances, témoigne avoir observé des changements comportementaux remarquables : il parle davantage, regarde plus facilement les personnes dans les yeux, est plus réceptif aux émotions des autres, a une meilleure estime de lui (se défend et demande plus facilement ce qu'il veut) et peut désormais jouer avec sa maman.

En 2013, Al-Ayadhi a mené une étude auprès de 72 enfants autistes entre trois et 17 ans (70 garçons et deux filles). Tous les sujets ont reçu entre 18 et 20 séances d'AIT : deux séances de 30 minutes par jour pendant 10 à 12 jours avec une pause de un à deux jours au milieu. Ils ont passé le Childhood Autism Rating Scale (CARS), le Social Responsiveness Scale (SRS) et le Autism Treatment Evaluation Checklist (ATEC) avant les séances puis trois et six mois après. Le SRS évalue le comportement, la capacité à communiquer et les stéréotypies, le ATEC évalue quatre domaines : Langage/communication, Sociabilité, Compétences sensorielles et cognitives et Santé/physique/comportement. Les résultats au CARS présentent une augmentation de sujets avec symptômes minimes ou sans symptômes et une diminution de sujets avec symptômes graves au bout de trois mois et au bout de six mois (changements progressifs dans le temps). Le score total au SRS diminue de 22% au bout de trois mois et de 26% au bout de six mois. Le score total au ATEC diminue de 19,5% au bout de un mois et de 22,5% au bout de six mois. La synthèse des résultats au SRS et au ATEC montre une amélioration significative de la conscience, la cognition et la communication suite aux séances d'AIT avec une progression dans le temps.

En 2014, Brockett a mené une étude sur 54 enfants entre trois et 10 ans (45 garçons et neuf filles) avec divers troubles (dont 34 avec autisme). Tous les enfants ont reçu deux séances de 30 minutes d'AIT par jour pendant 10 jours. Un parent de chaque enfant a rempli le Short Sensory Profile (SSP) et le ABC avant les séances, puis un, deux et trois mois après. Les résultats au SSP présentent une amélioration significative de la sensibilité dans les sept catégories évaluées (Sensibilité tactile / Sensibilité au goût et à l'odorat / Sensibilité au mouvement / Capacité à chercher les sensations et à y répondre / Filtrage auditif / Capacité à utiliser ses muscles pour bouger / Sensibilité visuelle et auditive), de manière progressive dans le temps. Les résultats au ABC présentent une diminution significative des cinq comportements problématiques, de manière progressive dans le temps pour l'Irritabilité et l'Hyperactivité mais avec une stagnation pour les comportements de Discours excessif/inapproprié, Stéréotypie et Léthargie.

2. Etudes ayant apporté peu voire aucun effet de l'AIT

En 1996, Bettison a conduit une étude avec 80 enfants autistes entre trois et 17 ans (66 garçons et 14 filles) répartis en un groupe expérimental (n=40) et un groupe contrôle (n=40). Le groupe expérimental a reçu 20 séances d'AIT réparties en deux séances de 30 minutes par jour pendant 10 jours. Le groupe contrôle a écouté la même musique mais non modifiée, dans les mêmes conditions. Trois semaines avant le début des séances puis un mois, trois mois, six mois et 12 mois après, un parent de chaque enfant a complété trois questionnaires : le ABC, le Leither International Performance Scale (LIPS), le SP et le Sound Sensitivity Questionnaire (SSQ). Le même parent a également rempli le Daily Checklist pendant les séances. L'ensemble des questionnaires présentent une amélioration significative de plusieurs comportements mais aucune différence significative n'a été observée entre les deux groupes.

En 1997, Gillberg a mené une étude avec neuf enfants entre trois et 16 ans (huit garçons et une fille), avec un retard mental plus ou moins sévère. Tous les enfants ont reçu 20 séances d'AIT réparties en deux séances de 30 minutes par jour pendant 10 jours. Chacun a été évalué avec le CARS et un de leurs parents a rempli le ABC trois semaines avant le début des séances et neuf mois après. Les résultats au ABC présentent une légère amélioration des comportements mais aucune différence n'est constatée au CARS.

En 1998, Yencer a mené une étude auprès de 36 enfants entre sept et neuf ans avec Troubles du Traitement Auditif Central (TTAC), répartis en trois groupes : un groupe expérimental (n=12), un groupe placebo (n=12) et un groupe contrôle (n=12). Le groupe expérimental a reçu 20 séances d'AIT réparties en deux séances de 30 minutes par jour pendant 10 jours. Le groupe placebo a écouté la même musique mais non modifiée, dans les mêmes conditions. Le groupe contrôle n'a reçu aucun traitement. Tous les enfants ont passé le Standard Progressive Matrices Test et le test électrophysiologique Auditory Brainstem Response (ABR) pour mesurer l'onde P300 et un parent de chaque enfant devait remplir le FAPC avant le début des séances et un mois après. Le score total au Standard Progressive Matrices Test ainsi que celui au FAPC augmentent pour les trois groupes mais aucune différence significative n'est constatée entre les groupes. Les résultats au test ABR ne présentent pas non plus de différence entre les trois groupes.

En 2000, Mudford a mené une étude avec 16 enfants autistes (âge moyen de neuf ans), répartis en un groupe expérimental (n=7) et un groupe contrôle (n=9). Le groupe expérimental a reçu 20 séances d'AIT réparties en deux séances de 30 minutes deux fois par jour pendant 10 jours. Le groupe contrôle a reçu la même musique mais non modifiée, dans les mêmes conditions. Tous les participants ont passé le Vineland Adaptive Behavior Scale (VABS), le LIPS et le Reynell Language Developmental Scale-III (RLDS-III) avant le début des séances et quatre mois après. Les parents et les professeurs ont rempli le questionnaire ABC et le Nisonger Child Behavior Rating Form (NCBRF) avant et quatre mois après les séances. Les parents et les professeurs devaient aussi observer directement des comportements répartis en six catégories : Stéréotypies / Comportements obsessionnels / Comportements perturbateurs / Stigmatisation / Stéréotypies vocales / Occlusion de l'oreille. La plupart des résultats à l'ensemble des échelles ne présentent aucune différence significative entre les deux groupes. Certains comportements, dont l'hyperactivité, ont même changé de manière plus importante dans le groupe contrôle. Les sept parents ayant observé correctement leur enfant durant les quatre mois qui ont suivi les séances n'ont pour la plupart pas vu de changement et disent être déçus.

En 2015, LaFrance a évalué les effets de l'AIT sur un garçon de cinq ans présentant des stéréotypies sévères. Ce garçon a bénéficié d'un programme intensif chez lui comprenant 35 heures d'AIT sur une semaine. Trois temps de cinq minutes étaient consacrés à l'observation des stéréotypies : avant, pendant et après chaque séance.

Aucun effet de l'AIT sur les stéréotypies n'a été constaté. Selon LaFrance, l'AIT ne semble donc pas efficace pour cette population.

Ainsi, l'AIT de Bérard a fait l'objet de plusieurs recherches qui ont apporté des conclusions contrastées sur l'efficacité de la méthode. Cependant, aucune recherche n'a encore été publiée sur l'holopsonie. Dans notre étude, nous avons choisi d'évaluer les effets de cette dernière sur les capacités attentionnelles d'enfants en difficultés d'apprentissages.

DEUXIÈME PARTIE
PROTOCOLE DE RECHERCHE

Chapitre I Méthodologie et démarche

1. Origine de la démarche

Comme nous l'avons vu, de nombreuses questions persistent au sujet des troubles de l'attention, notamment sur l'étiologie et les mécanismes sous-jacents. Concernant leur prise en charge, nous recherchons actuellement de nouvelles méthodes alternatives aux médicaments, efficaces, inoffensives et davantage individualisées. Dans cette partie, nous souhaitons étudier si l'holopsonie, méthode de stimulation auditive personnalisée, peut favoriser une amélioration des capacités attentionnelles et être donc une nouvelle solution pour prendre en charge les troubles de l'attention.

2. Objectifs de l'étude

Notre étude a pour objectif d'évaluer l'impact de plusieurs séances d'holopsonie sur les capacités attentionnelles d'enfants en difficultés d'apprentissages.

A. Rappel des caractéristiques essentielles de l'objet de mesure : l'attention

Les questions et hypothèses à l'origine de notre étude dépendent en grande partie de ce que nous souhaitons mesurer, c'est à dire l'attention. Voici donc un récapitulatif des caractéristiques principales évoquées dans la revue de la littérature :

- L'attention se décline en plusieurs modalités distinctes, dont principalement l'attention sélective, l'attention soutenue et l'attention divisée,
- Elle est très corrélée aux fonctions exécutives, notamment la flexibilité cognitive, l'inhibition et la mémoire de travail,
- Elle sollicite de nombreux systèmes neuronaux, encore mal connus aujourd'hui,
- Elle augmente au cours du développement jusqu'à un certain âge,
- Elle requiert de l'effort et mobilise de l'énergie disponible en quantité limitée.

B. Questions et objectifs de l'étude

A partir de nos connaissances sur l'attention et l'holopsonie, nous nous posons les questions suivantes :

- L'holopsonie favorise-t-elle une amélioration des capacités attentionnelles d'enfants en difficultés d'apprentissages ?
- L'holopsonie peut-elle agir sur chaque facteur attentionnel ?
- L'holopsonie améliore-t-elle le temps de traitement de l'information ?
- L'holopsonie agit-elle sur l'attention quelle que soit la modalité d'entrée (visuelle ou auditive) ?

Ainsi, nous souhaitons mesurer l'impact de l'holopsonie sur :

- Les principaux facteurs attentionnels définis dans la revue de la littérature, c'est-à-dire l'attention sélective, l'attention soutenue et l'attention divisée, ainsi que l'inhibition et la flexibilité cognitive,
- Le temps de traitement de l'information,
- Les deux modalités d'entrée possibles : l'attention auditive et l'attention visuelle.

C. Présentation du plan de recherche

Pour cela, nous avons choisi de mener une étude expérimentale intergroupe selon le modèle test-retest. Nous comparons un groupe expérimental recevant plusieurs séances d'holopsonie et un groupe contrôle recevant, dans les mêmes conditions, les mêmes musiques dans le même ordre, mais dont les fréquences ne sont pas modifiées. Cette méthode est basée sur le modèle des études ayant porté sur la méthode AIT (Auditory Integration Training) que nous avons présentées dans la partie précédente. Elle permet de mettre en évidence, si tel est le cas, les effets supplémentaires des modifications personnalisées apportées par le logiciel de l'holopsonie, par rapport à de la musique qui ne serait pas modifiée. Les séances d'holopsonie ou de musique non modifiée correspondent donc à la variable indépendante, manipulée expérimentalement. L'attention correspond quant à elle à la variable dépendante que nous cherchons à prédire. Cette dernière est mesurée à l'aide de tests psychométriques que nous présenterons par la suite. Tous les participants sont évalués à partir des mêmes épreuves, dans les mêmes conditions, à deux moments distincts :

- Phase test (t1) : entre trois et six jours, selon les enfants, avant les séances d'holopsonie ou de musique non modifiée,
- Phase retest (t2) : entre 17 et 20 jours, selon les enfants, après les séances d'holopsonie ou de musique non modifiée.

D. Formulation des hypothèses

A partir des questions listées plus haut, nous avons établi plusieurs hypothèses que nous souhaitons vérifier à travers notre étude :

Hypothèse principale H : « Un court programme d'holopsonie peut améliorer les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages ».

Sous hypothèses :

- **H1** : « Un court programme d'holopsonie améliore tous les facteurs attentionnels ainsi que l'inhibition et la flexibilité »,
- **H2** : « Un court programme d'holopsonie améliore le temps de traitement de l'information »,
- **H3** : « Un court programme d'holopsonie améliore aussi bien l'attention auditive que l'attention visuelle ».

3. Présentation de la population d'étude

A. Critères et modalités de sélection

Bien que les difficultés d'attention puissent exister à tout âge, nous souhaitons mener cette étude auprès d'enfants et/ou d'adolescents puisque cette population nous a toujours particulièrement attirée.

En outre, nous nous sommes volontairement tournée vers une population non diagnostiquée TDA/H parce que nous voulions étudier les effets de l'holopsonie sur des capacités attentionnelles quel que soit leur niveau préalable. De plus, les enfants diagnostiqués TDA/H sont très souvent soumis à un traitement, médicamenteux ou non, ce qui aurait parasité les résultats de notre étude.

Nous avons recherché des enfants réunis dans le même établissement et dans la même classe principalement pour deux raisons. La première était de faciliter nos

démarches, d'une part dans l'accès à la population et d'autre part dans le déroulement de l'étude. La seconde était de limiter, à défaut de les neutraliser, deux variables secondaires importantes : l'âge et les conditions de scolarisation.

Par ailleurs, dans le but de favoriser nos chances d'accéder à des capacités attentionnelles diverses mais principalement faibles, il nous a semblé judicieux de nous tourner vers des enfants scolarisés en Section d'Enseignement Général et professionnel Adapté (SEGPA). En effet, comme nous l'avons vu dans la revue de la littérature, les troubles des apprentissages et les difficultés d'attention coexistent souvent, bien que ce ne soit pas systématique.

Pour notre étude, nous souhaitions rassembler une vingtaine d'enfants afin de les séparer en deux groupes, comme expliqué précédemment : un groupe expérimental et un groupe contrôle.

B. Echantillon retenu

Dans un premier temps, nous avons eu accès à neuf enfants, réunis dans la même classe de sixième, dans une première SEGPA (SEGPA1). Nous avons, dans un second temps, trouvé une autre SEGPA (SEGPA2) acceptant de collaborer avec nous, dans laquelle nous avons eu accès à 14 enfants scolarisés dans la même classe de sixième.

Notre population est donc constituée de 23 enfants (neuf filles et 14 garçons) scolarisés en sixième en SEGPA en raison de difficultés scolaires graves et durables. Aucun d'entre eux n'a été diagnostiqué comme souffrant de TDA/H. Lors de la première évaluation de l'attention, l'âge moyen est de 12 ans sept mois, le plus jeune ayant 11 ans sept mois et le plus âgé 13 ans huit mois.

Les 23 participants ont été divisés en deux groupes : un groupe expérimental recevant huit séances d'holopsonie et un groupe contrôle recevant, dans les mêmes conditions, huit séances de la même musique mais non modifiée.

Le groupe expérimental est constitué de 12 participants : les neuf enfants de la SEGPA 1 et trois enfants de la SEGPA 2. Il regroupe sept filles et cinq garçons. L'âge moyen lors de la première évaluation est de 12 ans neuf mois, le plus jeune ayant 11 ans sept mois et le plus âgé 13 ans quatre mois.

Le groupe contrôle est constitué de 11 participants, tous issus de la SEGPA 2. Il regroupe deux filles et neuf garçons. L'âge moyen à la première évaluation est de 12 ans cinq mois, le plus jeune ayant 11 ans sept mois et le plus âgé 13 ans huit mois.

Tableau 1 : Récapitulatif de notre population d'étude en nombre et en âge moyen

	Effectif	Nombre de filles	Nombre de garçons	Age moyen à la première évaluation	Âge du plus jeune	Âge du plus âgé
Groupe expérimental : holopsonie	n=12	n=7	n=5	12 ans 9 mois	11 ans 7 mois	13 ans 4 mois
Groupe contrôle : musique non modifiée	n=11	n=2	n=9	12 ans 5 mois	11 ans 7 mois	13 ans 8 mois
Total	n=23	n=9	n=14	12 ans 7 mois	11 ans 7 mois	13 ans 6 mois

4. Matériel et méthode

A. Opérationnalisation des hypothèses

La formulation opérationnelle de chaque hypothèse indique ce qui permettra d'y répondre.

Hypothèse principale (H) :

Hypothèse théorique : « Un court programme d'holopsonie peut améliorer les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages ».

Hypothèses opérationnelles :

- Dans le groupe expérimental, la plupart des notes augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif.
- La plupart des notes augmentent davantage dans le groupe expérimental que dans le groupe contrôle. Le résultat au test t de Student portant sur cette différence est significatif.

Hypothèses secondaires :

- **H1**

Hypothèse théorique : « Un court programme d'holopsonie améliore tous les facteurs attentionnels ainsi que l'inhibition et la flexibilité ».

Hypothèses opérationnelles : « Dans le groupe expérimental...

- ... les notes censées évaluer l'attention sélective augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif »,
- ... la plupart des notes censées évaluer l'attention soutenue augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif »,
- ... les notes censées évaluer l'attention divisée intermodalité et l'attention divisée auditive augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test significatif »,
- ... la plupart des notes censées évaluer la flexibilité cognitive augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif »,
- ... les notes censées évaluer l'inhibition augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif ».

- **H2**

Hypothèse théorique : « Un court programme d'holopsonie améliore le temps de traitement de l'information ».

Hypothèses opérationnelles : « Dans le groupe expérimental, la plupart des notes censées évaluer le temps de traitement de l'information augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif ».

- **H3 :**

Hypothèse théorique : Un court programme d'holopsonie améliore aussi bien l'attention auditive que l'attention visuelle ».

Hypothèses opérationnelles : « Dans le groupe expérimental,...

- ... la plupart des notes issues des épreuves dont la modalité d'entrée est auditive augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif »,

- ... la plupart des notes issues des épreuves dont la modalité d'entrée est visuelle augmentent entre t1 et t2 avec un résultat du test t de Student significatif ».

B. Présentation des instruments de mesure : les tests d'attention

Afin de répondre à nos hypothèses, nous avons choisi d'utiliser deux tests aux qualités psychométriques reconnues et permettant d'obtenir des résultats objectifs et précis. Les autres méthodes que nous avons envisagées, à savoir l'utilisation de questionnaires ou la passation d'entretiens auprès des parents, ont finalement été écartées du fait de leur plus faible qualité de standardisation et de mesure.

Les tests utilisés sont le TEA-Ch, conçu spécifiquement pour étudier les principales modalités attentionnelles chez l'enfant, renforcé par trois épreuves de la NEPSY II. Ces tests ont été réactualisés récemment à partir de l'avancée des connaissances en neuropsychologie, notamment dans le domaine de l'attention. Ils prennent ainsi en compte les différentes caractéristiques rappelées précédemment et permettent d'évaluer avec précision le niveau de chaque facteur attentionnel.

Après avoir présenté ces deux tests, nous récapitulerons dans un tableau les modalités attentionnelles mesurées dans notre étude.

a) Le TEA-Ch

1) Généralités sur le test

« TEA-Ch » signifie en anglais « Test of Everyday Attention for Children » et peut être traduit en français par « Test d'Evaluation de l'Attention Chez l'enfant ». Il a été créé en 1996 par Robertson, Nimmo-Smith, Ward et Ridgeway.

Suffisamment large et diversifié, ce test permet une analyse différentielle de la plupart des composantes de l'attention chez des enfants et adolescents âgés de cinq ans 11 mois à 11 ans 11 mois. Il existe aujourd'hui un étalonnage allant jusqu'à 15 ans 11 mois que nous avons utilisé dans notre étude.

Il nous a semblé pertinent d'utiliser ce test puisque ce dernier est constitué de deux versions parallèles (A et B) nous permettant d'évaluer les capacités attentionnelles des enfants avant et après les séances.

2) Épreuves utilisées

Le TEA-Ch est composé de neuf épreuves permettant d'évaluer les trois principaux facteurs de l'attention présentés précédemment, c'est-à-dire l'attention sélective, l'attention soutenue et l'attention divisée, ainsi que la flexibilité cognitive et l'inhibition. Les neuf épreuves ont été utilisées dans notre étude et sont présentées en annexe n°1 (p. 112).

3) Limites

Bien que le TEA-Ch permette d'établir un profil attentionnel large, certaines formes d'attention échappent à ce dernier. En effet, aucune tâche visuelle ne dure suffisamment longtemps pour rendre compte finement de l'attention visuelle soutenue, au regard par exemple de *Transmission de codes* qui, en 17 minutes, permet de renseigner sur l'attention auditive soutenue. Le subtest *Les petits hommes verts* donne néanmoins un aperçu de l'attention visuelle soutenue. En outre, le TEA-Ch ne permet pas de mesurer l'attention visuelle divisée ni la flexibilité cognitive lors d'une tâche auditive. Cette dernière pourra cependant, dans notre recherche, être évaluée par les épreuves *Attention auditive* et *Réponses associées* de la NEPSY II. En revanche, ni le TEA-Ch, ni la NEPSY II ne permettent de mesurer l'attention visuelle divisée.

En outre, certaines difficultés attentionnelles peuvent passer inaperçues même à l'issue du test. En effet, la focalisation de l'attention demandée à l'école ou pour les devoirs, par exemple, est parfois supérieure à ce qui est exigé dans les épreuves du TEA-Ch. Par ailleurs, certains enfants présentent des difficultés attentionnelles au quotidien mais exercent un effort particulier pour maintenir leur attention le temps du bilan, afin d'obtenir de bons résultats. Ainsi, il est parfois difficile de faire la différence entre un enfant ayant réellement de bonnes capacités attentionnelles et un enfant qui aurait su « cacher » ses difficultés durant le test.

b) La NEPSY II

1) Généralités sur le test

La NEPSY II a été publiée en 2007. Elle est la seconde version américaine de la NEPSY de 1998, créée par Korkman, Kirk Kemp, à laquelle elle élargit le contenu et améliore les propriétés psychométriques.

La NEPSY est un test adapté aux enfant et adolescents âgés de cinq ans 11 mois à 15 ans 11 mois. Elle contient 31 subtests répartis en six grands domaines : Attention et fonctions exécutives, Langage, Mémoire et apprentissage, Perception sociale, Fonctions sensorimotrices et Traitements visuospatiaux.

Ainsi, la passation de l'ensemble de la NEPSY II permet d'établir un profil complet de l'enfant, mais il est également possible de sélectionner uniquement certaines épreuves dans le cas d'un diagnostic plus précis. Par ailleurs, la NEPSY II permet d'évaluer les déficits primaires, sous-jacents aux autres déficits dans chacun des domaines et entre les domaines.

2) Epreuves utilisées

Afin de compléter les épreuves du TEA-Ch, nous n'avons fait passer que trois épreuves du grand domaine Attention et fonctions exécutives : *Attention auditive*, *Réponses associées* et *Inhibition*. Ces épreuves sont présentées en annexe n°2 (p. 113).

3) Limites des épreuves utilisées

Certains facteurs attentionnels ne sont pas évalués par les épreuves de la NEPSY II, notamment l'attention divisée intra ou intermodalité. Les trois épreuves de la NEPSY II que nous avons utilisées dans notre étude nous permettent de compléter et de renforcer les épreuves du TEA-Ch. En outre, tout comme le TEA-Ch, l'attention exigée dans ces épreuves est parfois inférieure à ce qui est demandé à l'école. Il n'est donc pas toujours possible de déceler toutes les difficultés attentionnelles.

c) Propriétés psychométriques des tests

Le TEA-Ch et la NEPSY II sont deux tests réputés en neuropsychologie pour leurs propriétés psychométriques, à savoir leur validité, leur fidélité et leur sensibilité.

Dans notre étude, la fidélité test-retest est primordiale. Celle-ci est importante concernant le TEA-Ch qui comprend deux versions parallèles permettant d'étudier avec un maximum de rigueur l'efficacité d'une prise en charge sur les capacités attentionnelles. En revanche, la fidélité test-retest pour les épreuves Attention auditive, Réponses associées et Inhibition de la NEPSY II est relativement faible, certainement en raison de l'effet d'habituation. Nous en tiendrons compte lors de l'interprétation de nos résultats.

e) Cotation des tests

Des notes distinctes sont obtenues pour chaque épreuve du TEA-Ch et de la NEPSY II. Pour chacun des tests, un tableau de conversion permet de convertir les notes brutes en notes standards, allant de 1 à 19, avec une moyenne de 10 et un écart-type de trois points. Les notes se distribuent de la façon suivante : de 1 à 6 : inférieur à la norme, 7 : faible, de 8 à 12 : compris dans la norme, 13 : fort, de 14 à 19 : supérieur à la norme.

d) Récapitulatif des modalités attentionnelles étudiées

Pour plus de clarté, nous avons récapitulé, au sein du tableau présenté sur la page suivante, les différentes modalités attentionnelles étudiées en fonction des épreuves utilisées.

Tableau n°2 : Récapitulatif des modalités attentionnelles étudiées dans le TEA-Ch et les épreuves de la NEPSY II

Composantes attentionnelles	Modalité d'entrée auditive	Modalité d'entrée visuelle
Attention sélective	<u>TEA-Ch</u> Transmission de codes <u>NEPSY II</u> Attention auditive Réponses associées	<u>TEA-Ch</u> Recherche dans le ciel Carte géographique
Attention soutenue	<u>TEA-Ch</u> Coups de fusil Marche-arrête Transmission de codes <u>NEPSY II</u> Attention auditive Réponses associées	<u>TEA-Ch</u> Les petits hommes verts
Attention divisée intramodalité	<u>TEA-Ch</u> Ecouter deux choses à la fois	
Attention divisée intermodalité	<u>TEA-Ch</u> Faire deux choses à la fois	
Flexibilité	<u>NEPSY II</u> Réponses associées	<u>TEA-Ch</u> Les petits hommes verts Mondes contraires
Inhibition	<u>TEA-Ch</u> Marche-arrête Coups de fusil <u>NEPSY II</u> Inhibition Attention auditive Réponses associées	<u>TEA-Ch</u> Recherche dans le ciel

5. Considérations déontologiques

Tout au long de notre recherche, nous avons veillé à respecter le code de déontologie de 2012 qui actualise celui de 1996. Les principes et les articles auxquels nous nous référons sont précisés entre parenthèses.

Comme le stipule d'emblée le code de déontologie, « *le respect de la personne dans sa dimension psychique est un droit inaliénable* ». Ainsi, tout au long de nos démarches, nous nous sommes particulièrement attachée à respecter la dignité, la liberté et la protection de chaque personne concernée par notre mémoire (principe 1). Il s'agit bien entendu avant tout des participants ainsi que de leurs parents, mais également des personnes travaillant au sein des SEGPA dans lesquelles nous avons effectué nos

démarches, en particulier le principal de chaque collège, les directeurs adjoints chargés de SEGPA et les professeurs des élèves concernés.

Tout d'abord, nous avons veillé à préserver l'anonymat des participants (article 26) ainsi que l'anonymat des SEGPA en modifiant ou en enlevant toute information qui permettrait de remonter jusqu'à elles. En outre, nous avons respecté la confidentialité des participants en les rencontrant dans un lieu adéquat (article 21), à l'écart et bien insonorisé, ainsi que des données recueillies en les gardant au sein d'un dossier à l'abri de tous (articles 7 et 50).

En outre, avant toute intervention, nous nous sommes assurée du consentement libre et éclairé (articles 9 et 44), d'abord du principal de chaque collège puis des participants et de leurs parents (article 49). Concernant ces derniers, nous avons tenu à être claire sur les aspects susceptibles d'influencer leur consentement (article 47). Pour cela, nous leur avons adressé une lettre expliquant notre projet, les objectifs et les procédures prévues, accompagnée du planning prévu pour leur enfant. Nous avons souhaité établir les plannings à l'avance afin de les tenir informés des procédures en détails, notamment des cours que leur enfant manquerait. Par ailleurs, il était précisé dans le formulaire de consentement que les parents et/ou les participants ayant donné leur accord étaient libres de se rétracter à tout moment sans aucune justification (articles 14 et 46). Un exemplaire de la lettre et un exemplaire du formulaire de consentement sont disponibles en annexe n°5 (p. 116).

Enfin, nous avons adressé des compte-rendus écrits aux participants et à leurs parents ainsi qu'au personnel de chaque SEGPA concerné afin de les informer de manière claire et compréhensible des résultats de notre recherche (articles 16 et 51). Un compte-rendu commun a été rédigé à l'attention du principal de chaque collège, des directeurs adjoints chargés de SEGPA et des enseignants concernés. Celui-ci résumait les démarches effectuées et apportait une conclusion claire et compréhensible de l'ensemble du projet. Il comprenait également des remerciements. Un autre compte-rendu a été écrit à l'attention des parents et de leur enfant en leur adressant des remerciements. Nous leur avons également précisé que nous restions disponible, par mail ou par téléphone, afin de répondre à toute question concernant notre recherche.

6. Le déroulement de l'étude

L'ensemble des démarches auprès des neuf participants de la SEGPA 1 a été mené dans leur établissement. Les démarches auprès des autres participants ont été menées dans la SEGPA 2.

Nous avons procédé en trois étapes distinctes, d'abord avec les neuf participants de la SEGPA 1, puis avec les 14 participants de la SEGPA 2 :

- Évaluation de l'attention : phase test (t1),
- Huit séances d'holopsonie ou de musique non modifiée,
- Évaluation de l'attention : phase retest (t2).

A. Evaluation de l'attention : phase test (t1)

Contexte de passation

Nous avons fait passer le premier test d'attention trois à six jours, selon les enfants, avant le début des séances d'holopsonie/de musique non modifiée. Le but de cette première évaluation était de mesurer, pour chaque enfant, ses capacités attentionnelles préalables, c'est à dire avant le début des séances. Pour chaque évaluation et pour chaque enfant, les procédures étaient sensiblement les mêmes. Les neuf participants de la SEGPA 1 ont passé les épreuves dans la même salle et les 14 participants de la SEGPA 2 dans la même salle. L'ordre de passation des épreuves ainsi que les consignes et le matériel utilisé étaient les mêmes pour tous.

L'évaluation complète durait entre 1h15 et 1h30 selon les participants. Concernant les neuf participants de la SEGPA 1, nous avons évalué l'attention de entre deux et quatre enfants par jour sur un total de trois jours consécutifs. Concernant ceux de la SEGPA 2, nous avons évalué l'attention de entre trois et quatre enfants par jour sur un total de quatre jours.

Pour tous les participants, les tests ont été effectués dans une salle au calme, proche de leur salle de classe. Cette salle ayant été réservée à l'avance, nous n'avons pas été interrompus durant la passation. Les enfants connaissaient l'emplacement de la salle et chaque professeur était prévenu de nos démarches. Chaque enfant venait donc de lui-même dans la salle, à l'heure prévue. Ceci a facilité nos démarches et a limité les interactions avec les participants en dehors du cadre de passation, permettant de maintenir une stricte relation d'évaluation.

Nous nous sommes installée sur une table, l'enfant assis en face de nous, à une distance de 1m50 environ. L'objectif de la recherche a été réexpliqué à chaque enfant avant la passation des épreuves.

Ordre de passation des épreuves

Nous avons fait en sorte d'alterner des épreuves ludiques et des épreuves plus « monotones » de façon à maintenir la motivation des enfants et solliciter au mieux leurs capacités attentionnelles.

Pour chaque participant, l'ordre de passation des épreuves était le suivant :

- Épreuves du TEA-Ch dans l'ordre présenté dans le manuel : *Recherche dans le ciel-Coups de fusil-Les petits hommes verts-Faire deux choses à la fois-Carte géographique-Ecouter deux choses à la fois-Marche arrête-Mondes contraires-Transmission de code.*
- Puis épreuves de la NEPSY II : *Attention auditive-Réponses associées-Inhibition.*

Consignes

Nous avons suivi les consignes administrées dans le TEA-Ch et dans la NEPSY II. Bien que celles-ci soient standardisées, nous avons parfois dû les adapter au niveau de compréhension des enfants. Pour chacune des épreuves, un item d'exemple était administré au préalable pour s'assurer de la bonne compréhension des consignes.

B. Séances d'holopsonie ou de musique non modifiée

a) Avec les participants de la SEGPA1

L'ensemble des neuf participants de la SEGPA 1 a reçu des séances d'holopsonie. Les enfants ont été répartis en deux groupes, les enfants d'un même groupe passant les séances d'holopsonie en même temps. Le premier groupe (G1) comprenait cinq enfants. Deux d'entre eux (s1 et s2) étaient reliés à un premier ordinateur (PC1) et les trois autres (s3, s4 et s5) à un second ordinateur (PC2). Le second groupe comprenait quatre enfants. Parmi eux, un enfant (s6) était relié au PC1 et

les trois autres (s7, s8 et s9) au PC2. Chaque enfant était toujours relié au même ordinateur, pour l'enregistrement des courbes d'audition et pour recevoir les séances d'holopsonie.

Nous avons nous-même enregistré les courbes d'audition des trois participants reliés au PC1 et les avons installés en séances. Nous avons été aidée d'un assistant, chargé d'enregistrer les courbes et d'installer en séances les autres enfants. Nous nous sommes questionnée sur l'impact de notre présence auprès des trois enfants sur les résultats de notre recherche. N'ayant constaté aucune différence significative concernant l'évolution des résultats entre les deux évaluations de l'attention pour les trois enfants concernés par rapport aux six autres enfants, nous avons fait le choix de les inclure dans notre recherche. En outre, nous avons pris soin de limiter les interactions avec ces trois enfants, n'ayant pour seul contact l'enregistrement des courbes et l'installation en séances. Nous n'avons eu aucun contact avec les six enfants pris en charge par notre assistant.

Tableau 3 : Répartition des enfants issus de la SEGPA 1

Activité	Ordinateur	G1	G2
Groupe expérimental : holopsonie	PC1 (nous)	s1 s2	s6
	PC2 (notre assistant)	s3 s4 s5	s7 s8 s9

Enregistrement des courbes auditives : les tests d'écoute

Nous avons enregistré les courbes auditives droite et gauche, pour chaque participant, à deux reprises : une première fois juste avant la première séance d'holopsonie, puis une seconde fois juste avant la cinquième séance.

Les participants passaient les tests d'écoute un par un. Pour chaque enfant, un premier test était effectué pour l'oreille gauche, puis un second pour l'oreille droite. Chaque enregistrement, comprenant les deux oreilles, durait environ cinq minutes.

Par l'intermédiaire d'un casque, l'enfant entendait plusieurs sons à la suite, allant des plus graves aux plus aigus. Un premier son était envoyé. Nous augmentions son intensité progressivement jusqu'à ce qu'il soit perçu par l'enfant. Lorsque ce dernier percevait le son, il devait faire un signe de la main pour nous l'indiquer. Nous validions

alors la perception de ce son et envoyions le son suivant. Une fois le test terminé, l'ensemble des points reliés entre eux permettait d'obtenir une courbe.

Pour les quatre premières séances, la musique était modifiée, de façon individuelle, à partir des courbes obtenues lors du premier enregistrement. Les fréquences correspondant à des pics sur la courbe (hyperacousie) étaient filtrées et celles correspondant à des creux (hypoacousie) étaient amplifiées par le logiciel, après avoir été sélectionnées manuellement. Le second enregistrement a permis d'actualiser les courbes et, pour les quatre dernières séances, la modification des musiques en conséquence.

Les tests d'écoute et les séances d'holopsonie ou de musique non modifiée se sont déroulés dans la salle informatique du collège, isolée des autres pièces. L'isolement de cette pièce a permis d'effectuer les tests d'écoute dans le calme et donc de favoriser la qualité de l'enregistrement.

Les séances d'holopsonie

Les séances d'holopsonie ont débuté entre trois et cinq jours, selon les enfants, après la première évaluation de l'attention. Un planning a été conçu au préalable de telle sorte que chaque enfant écoute 45 minutes d'holopsonie une à deux fois par jour pendant cinq jours, pour un total de huit séances. La même journée, les deux séances étaient espacées entre elles par le même temps pour chaque élève. Ce temps intermédiaire changeait en revanche d'une journée à l'autre puisque nous avons dû respecter certaines contraintes, notamment le planning des cours et les exigences extérieures des participants.

Comme dit précédemment, les enfants de chaque groupe écoutaient la musique en même temps, à travers un casque. Chaque enfant était toujours rattaché à l'ordinateur ayant permis d'enregistrer ses courbes d'audition. Nous avons au préalable sélectionné huit albums que nous avons fait écouter dans le même ordre à chaque participant, une séance correspondant à un album.

Concernant le roulement des groupes, notre assistant ramenait les enfants du premier groupe dans leur salle de classe et récupérait ceux du second groupe. Pendant ce temps, nous programmions les séances suivantes sur chaque ordinateur. Notre assistant restait dans la salle afin de veiller à ce que les élèves restent calmes et pour répondre à leurs éventuelles sollicitations.

Afin de favoriser leur concentration, les élèves étaient chacun assis à une table individuelle, orientés de telle sorte qu'ils ne puissent se voir. Chaque enfant disposait sur sa table de quelques feuilles blanches, d'une trousse comportant des crayons de couleurs, une pochette de feutres, un crayon à papier, une gomme, une bouteille d'eau et un paquet de mouchoirs.

Ils avaient la possibilité, en écoutant la musique, de colorier des mandalas ou de faire des dessins libres. Chaque enfant possédait une pochette à son nom comprenant huit mandalas différents, un prévu pour chaque séance. Ainsi, les élèves avaient la possibilité de faire un mandala par séance, dans l'ordre qu'ils le souhaitaient. Ils pouvaient également, s'ils préféraient, faire des dessins libres ou se reposer. La standardisation n'a donc pu être parfaite sur ce point, mais nous pensons que les séances d'holopsonie sont plus efficaces si les enfants sont motivés et donc le moins contraints possible. Chaque enfant possédait un classeur à son nom dans lequel ranger les mandalas finis et/ou les dessins.

b) Avec les participants de la SEGPA 2

14 participants étaient issus de la SEGPA 2. Parmi eux, trois ont reçu des séances d'holopsonie et 11 ont reçu des séances de musique non modifiée. Les 14 enfants ont été répartis en deux groupes.

Le premier groupe (G1) comprenait sept enfants. L'un d'entre eux (s10) recevait des séances d'holopsonie et était branché sur un premier ordinateur (PC1). Les six autres recevaient des séances de musique non modifiée. Parmi eux, quatre enfants (s13, s14, s15 et s16) étaient branchés à un deuxième ordinateur (PC2) et deux (s17 et s18) à un troisième ordinateur (PC3).

Le second groupe (G2) comprenait sept enfants. Deux d'entre eux (s11 et s12) recevaient des séances d'holopsonie et étaient reliés au PC1. Les cinq autres recevaient de la musique non modifiée : trois enfants (s19, s20 et s21) étant reliés au PC2 et deux enfants (s22 et s23) au PC3.

Tableau n°4 : Répartition des enfants issus de la SEGPA 2

Activité	Ordinateur	G1	G2
Groupe expérimental : holopsonie	PC1	s10	s11 s12
Groupe contrôle : musique non modifiée	PC2	s13 s14 s15 s16	s19 s20 s21
	PC3	s17 s18	s22 s23

Enregistrement des courbes : les tests d'écoute

Notre assistant s'est occupé d'enregistrer les courbes auditives et d'installer les 14 enfants en séance. Nous n'avons personnellement été au contact d'aucun enfant entre les deux évaluations de l'attention et lors de l'enregistrement des courbes et des séances d'holopsonie.

Pour standardiser nos démarches, nous avons choisi de faire passer les tests d'écoute à tous les participants, y compris les 11 recevant de la musique non modifiée. Les enregistrements se sont passés dans les mêmes conditions que pour les neuf autres enfants.

Comme pour les neuf participants issus de la SEGPA 1, nous avons procédé à deux enregistrements par enfant. Le premier a été effectué juste avant la première séance d'holopsonie ou de musique non modifiée. Le second a été fait juste avant la cinquième séance. Les trois enfants du groupe expérimental recevaient de la musique modifiée à partir de leurs courbes auditives (les quatre premières séances étant basées sur le premier enregistrement et les quatre dernières séances sur le deuxième).

Les tests d'écoute et les séances d'holopsonie ou de musique non modifiée se sont déroulés dans la salle de musique du collège, isolée des autres pièces de façon à être au calme.

Les séances d'holopsonie ou de musique non modifiée

Les trois enfants recevant l'holopsonie et les 11 recevant de la musique non modifiée étaient installés dans les mêmes conditions. Comme pour les participants de la SEGPA 1, un planning avait été conçu au préalable de telle sorte que chaque enfant écoute 45 minutes d'holopsonie ou de musique non modifiée une à deux fois par jour pendant cinq jours, pour un total de huit séances.

Les enfants de chaque groupe écoutaient la musique en même temps, à travers un casque. La musique était modifiée pour les trois enfants recevant l'holopsonie à partir de leurs propres courbes, mais elle restait intacte pour les autres enfants. Chaque enfant était toujours rattaché à l'ordinateur ayant permis d'enregistrer ses courbes d'audition. Les 14 participants ont écouté les huit mêmes albums que ceux de la SEGPA 1, dans le même ordre.

Comme pour les autres participants, notre assistant ramenait les enfants du premier groupe dans leur salle de classe et récupérait ceux du second groupe. Il restait ensuite dans la salle afin de surveiller les enfants.

Les participants étaient assis à une table individuelle, orientés de telle sorte qu'ils ne puissent interagir. Comme les autres enfants, chacun disposait sur sa table d'une trousse comportant des crayons de couleurs, une pochette de feutres, un crayon à papier, une gomme, une bouteille d'eau et un paquet de mouchoirs.

Les enfants avaient également la possibilité, en écoutant la musique, de colorier des mandalas ou de faire des dessins libres. Chacun possédait une pochette à son nom comprenant les mêmes mandalas que les autres enfants, un prévu pour chaque séance.

C. Evaluation de l'attention : phase retest (t2)

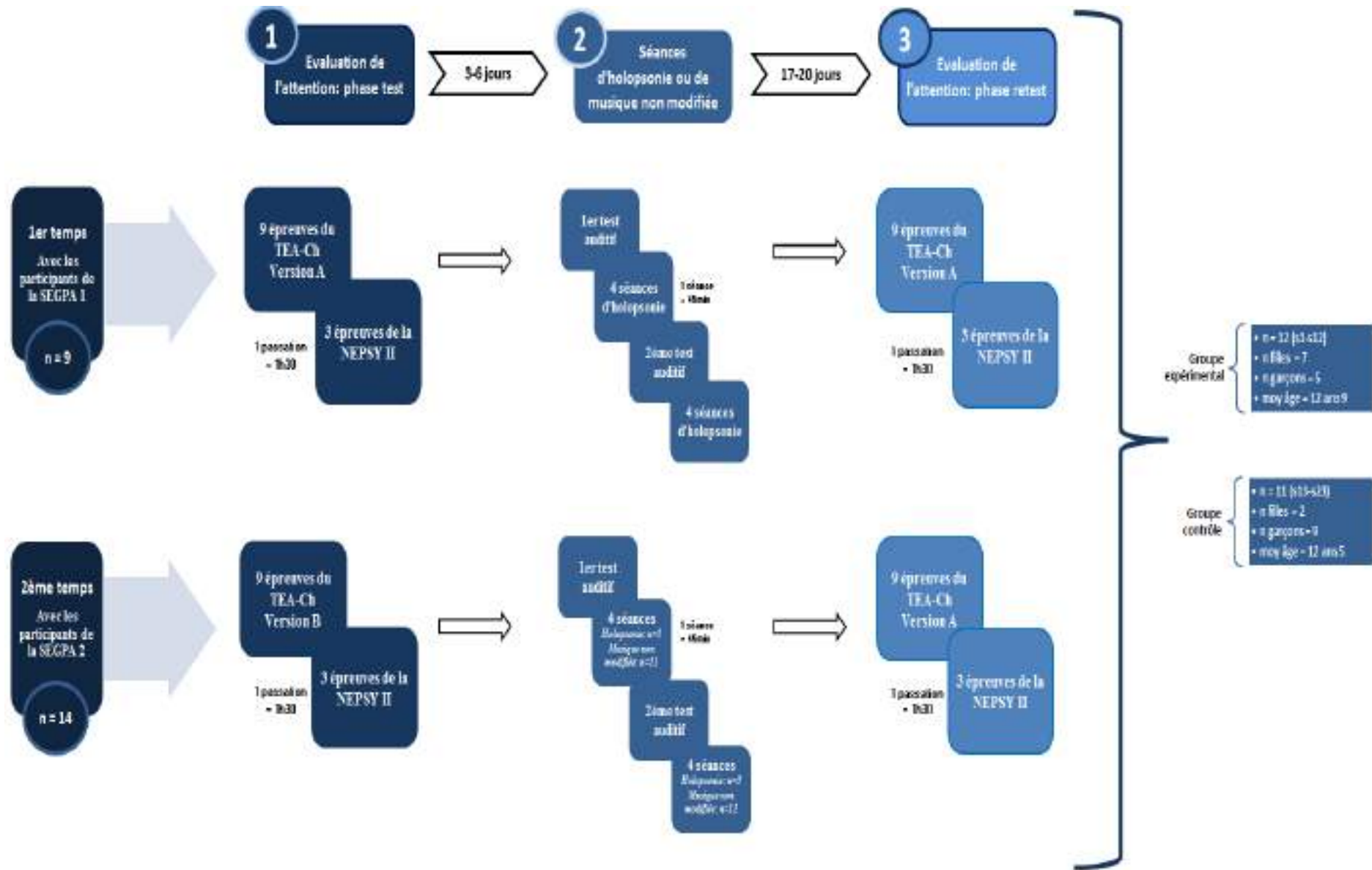
La deuxième évaluation de l'attention a été effectuée entre 17 et 20 jours, selon les participants, après la dernière séance d'holopsonie. Nous avons choisi de laisser ce délai puisque l'expérience montre que les effets de l'holopsonie semblent plus importants quelques jours après les séances plutôt qu'immédiatement après.

Concernant les neuf participants de la SEGPA 1, nous avons évalué entre deux et quatre enfants par jour sur un total de trois jours consécutifs. Concernant ceux de la SEGPA 2, nous avons évalué entre trois et quatre enfants par jour sur un total de quatre jours.

Pour chaque SEGPA, la seconde évaluation de l'attention s'est déroulée dans la même salle que la première. En outre, les démarches étaient sensiblement les mêmes pour les deux phases d'évaluation. Nous avons cependant utilisé la version B du TEA-Ch, spécialement conçue pour une réévaluation de l'attention, à la place de la version A. Les épreuves de la NEPSY II sont restées identiques.

Les consignes ont de nouveau été expliquées aux enfants avant chaque épreuve.

Schéma n°7 : Récapitulatif des démarches effectuées



Chapitre II Présentation des résultats

1. Rappel des hypothèses

Ce chapitre présente les résultats de notre recherche selon l'ordre d'importance des hypothèses. Il est donc avant tout utile de rappeler ces dernières :

Hypothèse principale H : « Huit séances d'holopsonie peuvent améliorer les capacités attentionnelles d'enfants en difficultés d'apprentissages ».

Sous hypothèses :

- **H1** : « Un court programme d'holopsonie améliore tous les facteurs attentionnels ainsi que l'inhibition et la flexibilité »,
- **H2** : « Un court programme d'holopsonie améliore le temps de traitement de l'information »,
- **H3** : « Un court programme d'holopsonie améliore aussi bien l'attention auditive que l'attention visuelle ».

2. Résultats

A. Récapitulatif général des résultats

Le tableau ci-dessous résume les résultats permettant de répondre à l'ensemble de nos hypothèses. Pour l'analyse statistique de ces résultats nous avons utilisé le test t de Student en prenant en compte les notes standards obtenues aux deux tests. Le test t de Student permet d'évaluer, pour chaque note, l'effet entre t1 et t2 tout groupe confondu et dans chacun des groupes. Il nous renseigne également sur la différence de l'effet entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. Enfin, il permet de conclure, pour chaque effet, s'il est crédible pour l'ensemble des enfants en difficultés d'apprentissages (résultat du test significatif) ou s'il est davantage probable qu'il s'agisse d'un hasard (résultat du test non significatif). Les résultats détaillés du test t de Student (p value, s, s intra, effet calibré et résultat au test) sont présentés en annexe n°3 (p.114).

Tableau n°5 : Présentation des résultats

Abréviations : Gp E : Groupe Expérimental (holopsonie)., Gp C : Groupe Contrôle (musique non modifiée).

Facteurs mesurés	Notes	Effet des séances, tout groupe confondu	Effet des séances Gp E	Effet des séances Gp C	Gp dont l'effet + est le plus important
Pas de facteur particulier	Recherche dans le ciel (B)	1,39	2,08	0,64	E
	Mondes à l'endroit (Z)	1,57	2,42	0,64	E
	Mondes à l'envers (AA)	1,74	2,67	0,73	E
	Inhibition (IND)	2,78	3,50	2,00	E
	Inhibition (INI)	3,52	5,25	1,36	E
	Inhibition (INC)	3,78	5,75	1,64	E
	Inhibition (INT)	4,74	8,08	1,09	E
Attention sélective	Recherche dans le ciel (G)	1,44	2,25	0,55	E
	Carte géographique (U)	0,09	0,67	-0,5	E
Attention divisée intermodalité	Faire deux choses à la fois (T)	-0,70	-0,50	-0,36	C
Attention divisée auditive	Ecouter deux choses à la fois (X)	0,57	1,42	1,42	/
Attention soutenue	Coups de fusil (H)	-0,52	-0,25	-0,82	E
	Marche-arrête (Y)	1,52	3,17	-0,27	E
	Attention auditive (AA')	3,96	3,92	4,00	C
	Réponses associées (RA)	1,78	2,33	1,18	E
	Transmission de codes (BB)	1,74	2,50	0,91	E
Flexibilité	Les petits hommes verts (I)	3,26	3,42	3,09	E
	Inhibition (Comp INI-INC)	2,48	3,58	1,27	E
	Comp AA'-RA	0,30	0,75	-0,18	E
Inhibition	Inhibition (Comp IND-INI)	2,35	3,75	0,82	E
Temps de traitement de l'information	Recherche dans le ciel (C)	1,96	3,42	0,36	E
	Les petits hommes verts (L)	0,13	0,67	-0,46	E
	Inhibition (DT)	1,87	1,92	1,82	E
	Inhibition (IT)	2,74	2,58	2,91	C
	Inhibition (CT)	1,61	1,83	1,36	E

Légende du tableau:

Effet des séances = résultat en t2 – résultat en t.

Modalité d'entrée auditive / Modalité d'entrée visuelle.

Résultat du test t de Student significatif (on peut généraliser l'effet à la population parente).

Chiffres en gras : effet d'amélioration suite aux séances.

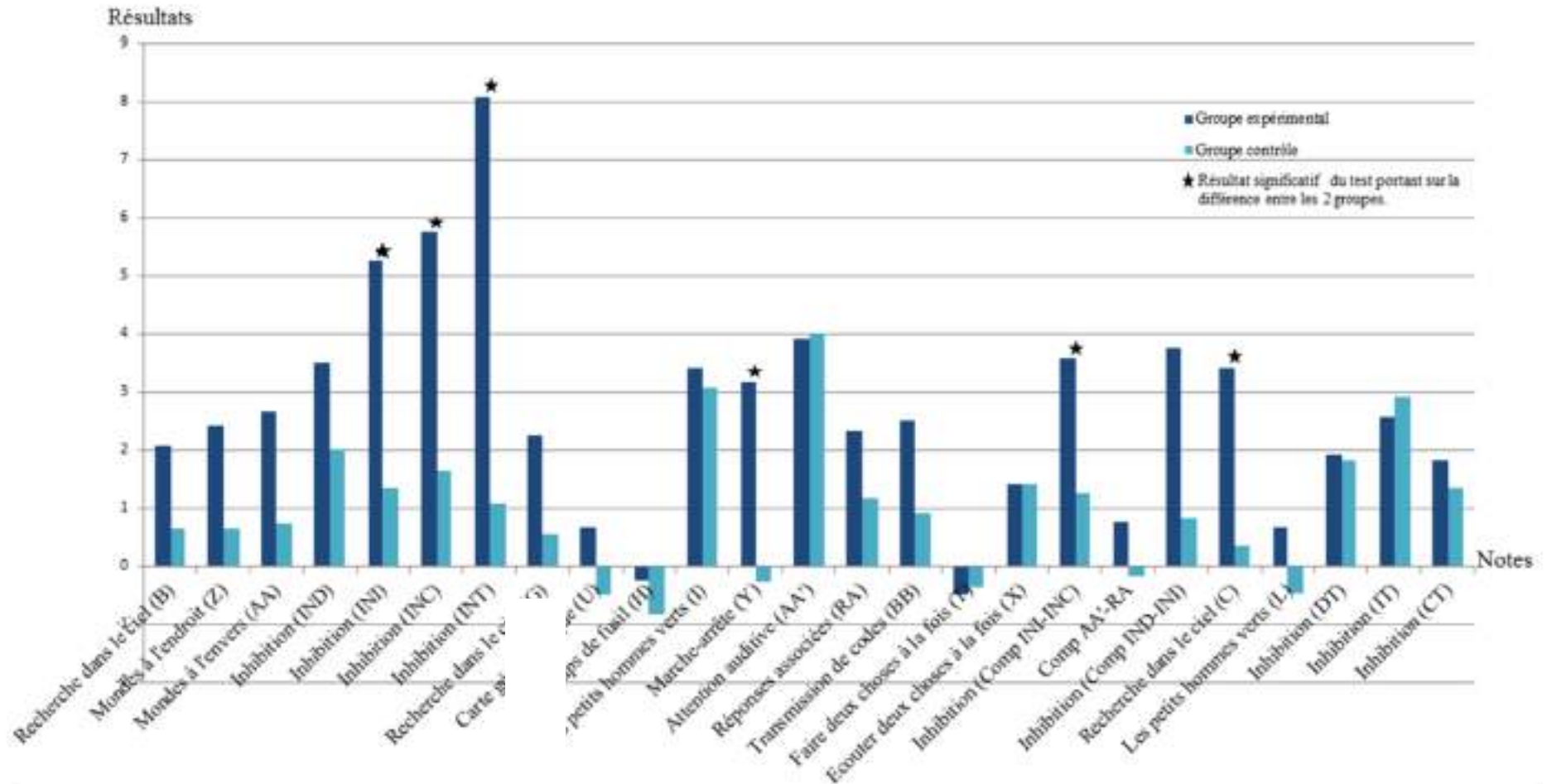
Pour la même épreuve, plusieurs notes peuvent être obtenues et exprimer des facteurs différents. Chaque note est donc représentée par un chiffre entre parenthèses. Les notes figurant dans le tableau sont classées selon les facteurs attentionnels qu'elles sont censées exprimer et non selon le test auquel elles appartiennent.

Pour l'identification des notes par des lettres et pour le classement de celles-ci selon les facteurs attentionnels qu'elles expriment, nous nous sommes référée à la littérature portant sur le TEA-Ch et la NEPSY II.

Lecture du tableau pour la première ligne : Recherche dans le ciel (B).

- La première colonne récapitule la différence des résultats entre t1 et t2 pour l'ensemble des participants, sans différencier les deux groupes. On constate que, tout groupe confondu, la note B augmente de 1,39 points en moyenne suite aux huit séances. Le test t de Student portant sur cet effet est significatif, ce qui signifie que cette amélioration est crédible pour l'ensemble des enfants en difficultés d'apprentissages.
- La seconde colonne présente la différence des résultats entre t1 et t2 uniquement dans le groupe expérimental. Les 12 participants ayant reçu l'holopsonie s'améliorent pour la note B de 2,08 points en moyenne entre t1 et t2. Le test t de Student portant sur cet effet est significatif : on peut donc considérer que cet effet est crédible pour l'ensemble des enfants en difficultés d'apprentissages.
- La troisième colonne récapitule la différence entre t1 et t2 uniquement dans le groupe contrôle. Les 11 participants ayant reçu la musique non modifiée s'améliorent pour la note B de 0,64 points en moyenne entre t1 et t2. Cependant, le test t de Student portant sur cet effet est non significatif : cet effet est donc probablement dû au hasard et on ne peut affirmer qu'il existe chez l'ensemble des enfants en difficultés d'apprentissages.
- La quatrième colonne présente le groupe dans lequel l'effet d'amélioration entre t1 et t2 est le plus important. Lorsque l'effet est négatif dans les deux groupes, le groupe figurant dans le tableau est celui pour lequel l'effet de chute est le moins important. Concernant la note B, les participants ayant reçu les séances d'holopsonie s'améliorent davantage, de 1,44 points en moyenne, que ceux ayant reçu les séances de musique non modifiée. Le résultat du test portant sur cet effet est non significatif : on ignore donc si, sur la note B, l'holopsonie a un impact plus fort que la musique non modifiée chez les enfants en difficultés d'apprentissages.

Graphique 1 : Effets des séances sur les différentes notes :
Comparaison entre le groupe expérimental et le groupe contrôle



Le graphique ci-dessus permet de comparer rapidement l'évolution des notes suite aux séances dans le groupe expérimental et dans le groupe contrôle. Globalement, nous constatons que la majorité des notes augmentent entre t1 et t2 dans les deux groupes mais que cette amélioration est presque toujours plus importante dans le groupe expérimental. En revanche, le test t de Student portant sur la différence entre les deux groupes n'est significatif que pour cinq notes.

B. Analyse des résultats dans l'ordre des hypothèses

Dans cette partie, nous présenterons les résultats du tableau étape par étape en rapport avec les hypothèses posées. Ceci nous permettra, dans un second temps, de répondre à ces dernières.

a) Effet des séances pour le groupe expérimental et le groupe contrôle

Le détail des effets ci-dessous nous permettra par la suite de répondre à :

- **H** : « Un court programme d'holopsonie améliore les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages ».

Tout groupe confondu : on constate une amélioration entre t1 et t2 de 23 notes sur les 25 prises en compte. Le résultat du test est significatif pour 19 notes. Deux notes chutent entre t1 et t2 mais le résultat du test est non significatif.

Dans le groupe expérimental : on constate les mêmes effets que tout groupe confondu : les 23 mêmes notes augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour deux notes.

Dans le groupe contrôle : 19 notes ont augmenté entre t1 et t2 mais le résultat du test est significatif pour seulement trois notes. Les six autres notes chutent mais le résultat du test est non significatif.

Effet d'interaction : les notes T et H chutent dans le groupe expérimental et dans le groupe contrôle. L'effet est plus marqué dans le groupe contrôle pour la note H mais il est plus important dans le groupe expérimental pour la note T. Le résultat du test concernant la différence entre les deux groupes pour ces notes est non significatif. 19 notes augmentent dans les deux groupes. Cet effet d'amélioration est plus marqué dans le groupe expérimental et le résultat du test est significatif pour les notes INC, INT, comp INI-INC et C. Enfin, les notes U, Y, Comp AA'-RA et L augmentent entre t1 et t2 dans le groupe expérimental alors qu'elles chutent dans le groupe contrôle. Le résultat du test portant sur la différence entre les deux groupes est non significatif pour les quatre notes.

b) Effets des séances selon les facteurs évalués

Le détail des effets ci-dessous nous permettra de répondre à :

- **H1** : « Un court programme d'holopsonie améliore tous les facteurs attentionnels ainsi que l'inhibition et la flexibilité »,
- **H2**: « Un court programme d'holopsonie améliore le temps de traitement de l'information ».

Étudions les résultats pour chacun des facteurs évalués dans notre étude.

Attention sélective :

Ce facteur est évalué par les notes :

- U (*Carte géographique*),
- G (*Recherche dans le ciel*).

Dans le groupe expérimental : les deux notes augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour la note G.

Dans le groupe contrôle : la note G augmente entre t1 et t2 mais la note U chute de 0,5 points en moyenne. Le résultat du test est non significatif pour les deux notes.

Effet d'interaction : l'amélioration est plus marquée dans le groupe expérimental pour les deux notes mais le résultat du test est non significatif.

Attention soutenue :

Ce facteur est évalué par les notes :

- H (*Coups de fusil*),
- I (*Les petits hommes verts*),
- Y (*Marche-arrête*),
- AA' (*Attention auditive*),
- RA (*Réponses associées*),
- BB (*Transmission de codes*).

Dans le groupe expérimental : les notes I, Y, AA', RA et BB augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour les cinq notes. La note H diminue mais le résultat du test est non significatif.

Dans le groupe contrôle : les notes I, AA', RA et BB augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour les notes I et AA'. Les notes H et Y diminuent mais le résultat du test est non significatif.

Effet d'interaction : la note H chute dans les deux groupes et l'effet est plus marqué dans le groupe contrôle. La note Y augmente dans le groupe expérimental alors qu'elle chute dans le groupe contrôle. Le résultat du test portant sur cette différence est significatif. Les notes I, RA et BB augmentent davantage dans le groupe expérimental que dans le groupe contrôle mais la note AA' augmente davantage dans le groupe contrôle. Le résultat du test portant sur la différence entre les deux groupes est non significatif pour les quatre notes.

Attention divisée intermodalité

Ce facteur est mesuré par :

- T de (*Faire deux choses à la fois*).

Dans le groupe expérimental et le groupe contrôle : la note T chute.

Effet d'interaction : la diminution de T est plus importante dans le groupe expérimental mais le résultat du test est non significatif.

Attention divisée auditive

Ce facteur est évalué par :

- X (*Ecouter deux choses à la fois*).

Dans le groupe expérimental et le groupe contrôle : la note X augmente entre t1 et t2 mais le résultat du test est non significatif.

Effet d'interaction : l'effet d'amélioration est aussi marqué dans les deux groupes.

Flexibilité cognitive

Ce facteur est évalué par :

- I (*Les petits hommes verts*),
- Comp INI-INC (*Inhibition*),
- Comp AA'-RA.

Dans le groupe expérimental : les trois notes augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour les notes I et Comp INI-INC.

Dans le groupe contrôle : les notes I et Comp INI-INC augmentent mais la note Comp AA'-RA chute entre t1 et t2. Le résultat du test est non significatif pour les trois notes.

Effet d'interaction : la note Comp AA'-RA augmente dans le groupe expérimental alors qu'elle chute dans le groupe contrôle. Le résultat du test portant sur cette différence est non significatif. En ce qui concerne les notes I et Comp INI-INC, l'effet d'amélioration est plus marqué dans le groupe expérimental et le résultat du test est significatif pour la note Comp INI-INC.

Inhibition

Ce facteur est évalué par :

- Comp AA'-RA,
- Comp IND-INI.

Dans le groupe expérimental : les deux notes augmentent entre t1 et t2 mais le résultat du test est significatif uniquement pour la note Comp IND-INI.

Dans le groupe contrôle : la note Comp IND-INI augmente mais la note Comp AA'-RA chute entre t1 et t2. Le résultat du test est non significatif pour les deux notes.

Effet d'interaction : la note Comp AA'-RA augmente dans le groupe expérimental alors qu'elle chute dans le groupe contrôle. Le résultat du test portant sur cette différence est non significatif. L'effet d'amélioration de la note Comp IND-INI est plus marqué dans le groupe expérimental mais le résultat du test est non significatif.

Temps de traitement de l'information

Ce facteur est évalué par :

- C (*Recherche dans le ciel*),
- L (*Les petits hommes verts*),
- DT (*Inhibition*),
- IT (*Inhibition*),
- CT (*Inhibition*).

Dans le groupe expérimental : les cinq notes augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour les notes C, DT, IT et CT.

Dans le groupe contrôle : les notes C, DT, IT et CT augmentent mais la note L chute entre t1 et t2. Le résultat du test est non significatif pour les cinq notes.

Effet d'interaction : la note L augmente entre t1 et t2 dans le groupe expérimental alors qu'elle chute dans le groupe contrôle mais le résultat du test portant sur cette différence est non significatif. L'effet d'amélioration pour les autres notes est plus marqué dans le groupe expérimental pour les quatre notes mais le résultat du test est significatif seulement pour la note C.

d) Effets des séances selon la modalité d'entrée des épreuves

Le détail des effets ci-dessous nous permettra de répondre à :

- **H3** : L'holopsonie améliore aussi bien l'attention auditive et l'attention visuelle ».

Modalité d'entrée auditive

Sept notes sont obtenues à partir des épreuves dont la modalité d'entrée est auditive :

- H (*Coups de fusil*),
- Y (*Marche-arrête*),
- AA' (*Attention auditive*),
- RA (*Réponses associées*),
- BB (*Transmission de codes*),
- X (*Ecouter deux choses à la fois*),

- Comp AA'-RA.

Dans le groupe expérimental : six notes sur les sept augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour les notes Y, AA', RA et BB. La note H chute entre t1 et t2 mais le résultat du test est non significatif.

Dans le groupe contrôle : quatre notes augmentent entre t1 et t2 mais le résultat du test est significatif seulement pour la note AA'. Les trois autres notes ont chuté et le résultat du test est non significatif pour les trois.

Effet d'interaction : la note H diminue entre t1 et t2 dans les deux groupes et cet effet est plus marqué dans le groupe expérimental, bien que le résultat du test soit non significatif. Les notes Y et Comp AA'-RA augmentent dans le groupe expérimental alors qu'elles chutent dans le groupe contrôle. Le résultat du test portant sur cette différence est significatif seulement pour la note Y. Enfin, les notes AA', RA, BB et X augmentent entre t1 et t2 dans les deux groupes. Cet effet d'amélioration est plus marqué dans le groupe expérimental pour les notes RA et BB mais il est plus marqué dans le groupe contrôle pour la note AA'. Le résultat du test est non significatif pour ces trois notes. Enfin, l'effet est aussi marqué dans les deux groupes pour la note X.

Modalité d'entrée visuelle

17 notes sont obtenues à partir des épreuves dont la modalité d'entrée est visuelle :

- B, C, G (*Recherche dans le ciel*),
- Z (*Mondes à l'endroit*),
- AA' (*mondes à l'envers*),
- IND, INI, INC, INT, Comp INI-INC, Comp IND-INI, DT, IT, CT (*Inhibition*),
- U (*Carte géographique*),
- I et L (*Les petits hommes verts*).

Dans le groupe expérimental : toutes les notes augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour 15 notes (B, C, G, Z, AA', IND, INI, INC, INT, Comp INI-INC, Comp IND-INI, DT, IT, CT et I).

Dans le groupe contrôle : 15 notes augmentent entre t1 et t2 et le résultat du test est significatif pour les notes INC et I. Les notes U et L diminuent entre t1 et 2 mais le résultat du test est non significatif pour les deux.

Effet d'interaction : les notes U et L diminuent entre t1 et t2 dans le groupe contrôle alors qu'elles augmentent dans le groupe expérimental. Pour cette différence, le résultat du test est non significatif. Les 15 autres notes augmentent entre t1 et t2 dans les deux groupes avec un effet d'amélioration plus marqué dans le groupe expérimental pour toutes les notes sauf IT. Le résultat du test est significatif pour les notes INC, INT, Comp INI-INC et C.

Chapitre III Discussion des résultats

1. Résumé des résultats significatifs et réponses aux hypothèses

Dans cette partie, nous rappellerons uniquement les résultats significatifs en les situant dans le contexte de nos hypothèses initiales. Lorsque le résultat du test t de Student est significatif, cela signifie qu'il est globalement crédible que l'effet étudié soit généralisable à la population parente, c'est-à-dire à l'ensemble des enfants en difficultés d'apprentissages.

Analyse de H : « Un court programme d'holopsonie améliore les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages ».

- Il est crédible que les séances d'holopsonie améliorent 19 notes sur les 25 prises en compte chez les enfants en difficultés d'apprentissages.
- Il est crédible que les séances de musique non modifiée améliorent l'attention chez cette même population pour trois notes.
- Pourtant, il est crédible que les séances d'holopsonie améliorent davantage l'attention de ces enfants que les séances de musique non modifiée pour seulement cinq notes.
- Notre hypothèse est donc globalement crédible : huit séances d'holopsonie semblent améliorer les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages. En revanche, huit séances de la même musique mais non modifiée ne semblent pas améliorer les capacités attentionnelles de cette population. Néanmoins, selon nos résultats, la différence entre ces deux méthodes pour améliorer l'attention de ces enfants n'est pas si évidente.

Analyse de H1 : « Un court programme d'holopsonie améliore tous les facteurs attentionnels ainsi que l'inhibition et la flexibilité ».

Attention sélective

- Ce facteur est évalué par les notes U et G.
- Il est crédible que la note G augmente suite aux séances d'holopsonie mais on ne peut se prononcer pour la note U.
- Les résultats étant mitigés, il est difficile de savoir si huit séances d'holopsonie améliorent l'attention sélective.

Attention soutenue

- Ce facteur est évalué par les notes H, I, Y, AA', RA et BB.
- Il est crédible que les notes I, Y, AA', RA et BB augmentent chez les enfants en difficultés d'apprentissages suite aux séances d'holopsonie mais on ne peut se prononcer pour la note H.
- Bien qu'on ne puisse se prononcer pour la note H, huit séances d'holopsonie semblent globalement améliorer l'attention soutenue des enfants en difficultés d'apprentissages.

Attention divisée intermodalité et auditive

- L'attention divisée intermodalité et l'attention divisée auditive sont respectivement évaluées par les notes T et X.
- On ne peut se prononcer sur un effet des séances d'holopsonie sur ces deux notes chez les enfants en difficultés d'apprentissages.
- On ne peut donc pas se prononcer sur un effet de huit séances d'holopsonie sur l'attention divisée, aussi bien intermodalité qu'auditive, des enfants en difficultés d'apprentissages.

Flexibilité cognitive

- Ce facteur est évalué par les notes I, Comp INI-INC et Comp AA'-RA.

- Il est crédible que les notes I et Comp INI-INC augmentent suite aux séances d'holopsonie chez les enfants en difficultés d'apprentissages et que cet effet soit plus important que suite aux séances de musique non modifiée pour la note Comp INI-INC. En revanche, on ne peut se prononcer concernant la note Comp AA'-RA.
- Bien que les résultats soient mitigés, il semble globalement probable que huit séances d'holopsonie aient un impact sur la flexibilité cognitive des enfants en difficultés d'apprentissages.

Inhibition :

- Ce facteur est évalué par les notes Comp AA'-RA et Comp IND-INI.
- Il est crédible que la note Comp IND-INI augmente suite aux séances d'holopsonie chez les enfants en difficultés d'apprentissages mais on ne peut se prononcer concernant la note Comp AA'-RA.
- Les résultats étant mitigés, nous ne pouvons affirmer qu'il existe un impact de huit séances d'holopsonie sur l'inhibition des enfants en difficultés d'apprentissages.

Analyse de H2 : « Un court programme d'holopsonie améliore le temps de traitement de l'information »

- Le temps de traitement de l'information est évalué par les notes C, L, DT, IT et CT.
- Il est crédible que les notes C, DT, IT et CT augmentent suite aux séances d'holopsonie chez les enfants en difficultés d'apprentissages et que cet effet soit plus important que suite aux séances de musique non modifiée pour la note C. On ne peut se prononcer concernant la note L.
- Bien qu'on ne puisse se prononcer pour la note L, huit séances d'holopsonie semblent globalement améliorer la capacité des enfants en difficultés d'apprentissages à traiter rapidement une information.

Analyse de H3 : « Un court programme d'holopsonie améliore l'attention auditive que l'attention visuelle ».

Attention auditive

- Sept notes sont issues des épreuves dont la modalité d'entrée est auditive : H, Y, AA', RA, BB, X et comp AA'-RA.
- Il est crédible que les notes Y, AA', RA et BB augmentent suite aux séances d'holopsonie chez les enfants en difficultés d'apprentissages et cet effet semble plus important que suite aux séances de musique non modifiée pour la note Y.
- Bien que les résultats soient mitigés, huit séances holopsonie semblent améliorer les capacités pour quatre notes sur sept. Nous pouvons donc supposer que cette méthode puisse agir sur l'attention auditive, bien que cela ne semble pas systématique.

Attention visuelle

- 17 notes sont issues des épreuves dont la modalité d'entrée est visuelle : B, Z, AA', IND, INI, INC, INT, G, U, I, Comp INI-INC, comp IND-INI, C, L, DT, IT et CT.
- Il est crédible que 15 notes sur les 17 augmentent suite aux séances d'holopsonie chez les enfants en difficultés d'apprentissages (B, C, G, Z, AA', IND, INI, INC, INT, Comp INI-INC, Comp IND-INI, DT, IT, CT et I). On peut considérer que cet effet est plus important que suite aux séances de musique non modifiée pour quatre notes (INC, INT, Comp INI-INC et C).
- Bien qu'on ne puisse se prononcer pour les notes U et L, huit séances d'holopsonie semblent globalement améliorer l'attention visuelle des enfants en difficultés d'apprentissages.

2. Interprétation des résultats

Globalement, notre hypothèse générale est crédible : il semble que l'holopsonie puisse améliorer les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages. Néanmoins, nous souhaitons relever certains résultats surprenants et contradictoires.

Dans le groupe contrôle, nous observons une diminution entre t1 et t2 de six notes (U, H, Y, T, Comp AA'-RA et L). Parmi ces six notes, deux chutent également dans le groupe expérimental (H et T). Les deux notes ont diminué chez plus de la moitié des enfants. Bien que cet effet soit surprenant, nous pouvons tenter d'en donner un sens. La note H est obtenue à l'épreuve *Coups de fusil* dans laquelle l'enfant doit compter des sons ressemblant à des coups de fusil au cours de dix essais de durée variable. La tâche étant relativement longue et l'une des moins attractives du test, il est possible que les enfants aient été globalement moins motivés lors de cette épreuve que lors des autres épreuves. En outre, les enfants doivent également compter les coups de fusil dans deux autres épreuves : *Faire deux choses à la fois* (ils doivent en même temps entourer des cibles en ignorant d'autres distracteurs) et *Ecouter deux choses à la fois* (ils doivent en même temps repérer le nom d'un animal dans une histoire). Presque la totalité des enfants se sont plaints lors de ces deux épreuves de devoir de nouveau compter les coups de fusil, ce qui peut témoigner de leur faible intérêt pour cette tâche. Or si leur motivation était plus faible à cette épreuve, il est probable qu'elle ne reflète pas au mieux leurs capacités attentionnelles disponibles à ce moment-là. Notons également que *Coups de fusil* est la seconde épreuve de la passation et la première épreuve avec une modalité d'entrée auditive. Certains enfants ont besoin de temps pour se concentrer, on peut supposer que leur attention n'était pas encore au niveau maximal à ce moment-là. En outre, on constate que la note T diminue davantage dans le groupe expérimental que dans le groupe contrôle, effet d'autant plus inattendu, bien que le résultat du test soit non significatif. La note T est obtenue à *Faire deux choses à la fois*, seule épreuve dans laquelle l'enfant doit diviser son attention pour effectuer simultanément une tâche auditive et une tâche visuelle. Cette épreuve est donc sans doute celle requérant le plus de ressources et mettant en jeu le plus de zones cérébrales différentes. En outre, comme dit précédemment, les enfants doivent de nouveau compter les coups de fusil, tâche pour laquelle la plupart semblent peu motivés.

De plus, nous constatons que les résultats significatifs se rapportent davantage aux notes dont les épreuves ont une modalité d'entrée visuelle plutôt qu'auditive. On

peut ainsi supposer que le système auditif, directement stimulé par l'holopsonie, ne soit pas plus stimulé que le système visuel. Cette constatation renforce l'hypothèse selon laquelle l'holopsonie agirait sur différentes zones du cerveau par l'intermédiaire de l'oreille.

L'holopsonie, comme toute méthode, agit sans doute plus particulièrement sur certaines zones du cerveau. On constate en effet que les facteurs attentionnels évalués, régis par des processus différents, ne subissent pas tous la même évolution suite aux séances d'holopsonie. S'il est crédible que l'holopsonie améliore l'attention soutenue et le temps de traitement de l'information, nous ne pouvons affirmer cette amélioration pour l'attention divisée intermodalité et auditive. Concernant l'attention sélective, la flexibilité cognitive et l'inhibition, les résultats sont mitigés. Ces résultats nous amènent à supposer que l'holopsonie agit surtout sur les zones cérébrales impliquées dans l'attention sélective ou dans la capacité à traiter rapidement une information.

Par ailleurs, dans le groupe expérimental, notre hypothèse principale est crédible pour 19 notes mais non pour six notes, or ces dernières sont chacune censée évaluer un facteur différent. Nous constatons également des effets différents pour des notes exprimant un même facteur. Nous pouvons certainement mettre en lien ce constat avec l'une des limites des tests d'attention : deux épreuves différentes ne peuvent sans doute pas évaluer exactement le même facteur, le support n'étant pas le même. Un enfant peut donc être davantage à l'aise à une épreuve plutôt qu'à une autre pourtant censée évaluer le même facteur. La note H de *Coups de fusil*, par exemple, diminue suite aux séances alors qu'elle est censée exprimer le même facteur que les notes I, Y, AA, RA et BB. Néanmoins, comme dit précédemment, cela peut-être dû à une différence de motivation selon les épreuves.

En outre, un élément ressortant de notre étude est particulièrement étonnant : si l'on analyse les résultats pour chaque groupe, on constate qu'il est globalement crédible que l'holopsonie améliore l'attention des enfants en difficultés d'apprentissages mais que la musique non modifiée n'ait pas d'effet. Pourtant, le test t de Student portant sur la différence entre ces deux méthodes n'est globalement pas significatif. Nous ne pouvons donc pas affirmer que l'holopsonie agit davantage que la musique non modifiée dans cette population. Cette contradiction pourrait, entre autres, s'expliquer par des capacités d'attention préalables différentes entre les deux groupes. En effet, les participants ont été répartis aléatoirement dans les deux groupes et on observe globalement de meilleures capacités attentionnelles en t1 dans le groupe contrôle que

dans le groupe expérimental. Or nous pouvons supposer que plus les capacités attentionnelles sont préalablement élevées, moins elles ont de possibilités d'être améliorées. Il est donc possible que la musique non modifiée ait davantage d'effet sur des capacités préalables plus faibles. A l'inverse, il est probable que les effets de l'holopsonie soient moins importants sur des capacités attentionnelles préalablement plus élevées que celles de notre étude.

Enfin, ce qui nous intéresse plus particulièrement est la différence constatée entre les deux groupes. En effet, parmi les variables manipulées expérimentalement, nous avons activé la modification des fréquences pour les participants du groupe expérimental alors que la musique est restée telle quelle pour les enfants du groupe contrôle. Les autres variables manipulées ont été maintenues identiques dans les deux groupes. La modification des fréquences propre à l'holopsonie explique donc très certainement l'effet d'amélioration dans le groupe expérimental qui apparaît bien moins évident dans le groupe contrôle.

Nous pouvons proposer au moins deux hypothèses pour expliquer les effets constatés de l'holopsonie sur les capacités attentionnelles. La première découlerait du fonctionnement holographique du corps humain, expliqué dans la revue de la littérature, et plus particulièrement du système auditif. Selon plusieurs auteurs cités dans la revue de la littérature, notamment Tomatis, Bérard, Aucher et Bourdin, l'ensemble de nos comportements serait en partie déterminé par notre façon d'entendre. La qualité de l'audition serait liée à l'état global de l'être humain. On peut donc supposer qu'en améliorant l'ensemble de l'audition, on améliore l'état général des enfants. Or l'attention, fonction complexe et liée à de nombreux phénomènes, peut certainement être un bon indice de leur état général. La seconde hypothèse nous semblant la plus probable est que le cerveau serait stimulé en essayant en permanence de reconstituer la musique originale. Cette stimulation renforcerait probablement certaines zones cérébrales communes avec celles impliquées dans l'attention.

3. Implication des résultats

- D'un point de vue théorique

Globalement, l'holopsonie semble améliorer les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages. En outre, bien qu'aucun des enfants de notre population n'ait été diagnostiqué comme ayant un TDA/H, la plupart ont des capacités bien inférieures à la moyenne de leur groupe de référence. Il est donc probable que l'holopsonie puisse être bénéfique pour les enfants diagnostiqués TDA/H.

Par ailleurs, bien que beaucoup de questions perdurent encore à ce sujet, nous avons vu que l'attention est très liée à d'autres capacités cognitives, notamment les fonctions exécutives et la mémoire. Nous pouvons donc supposer que l'holopsonie puisse être bénéfique pour d'autres processus cognitifs, en particulier les fonctions exécutives et la mémoire, bien qu'il reste difficile aujourd'hui de différencier les processus communs et les processus particuliers mis en jeu dans l'attention et les autres fonctions cognitives.

- D'un point de vue pratique

Si l'holopsonie agit sur l'attention, voire également sur d'autres fonctions cognitives, alors elle peut être un outil pertinent pour divers professionnels, et en particulier pour les neuropsychologues. De plus, beaucoup de professeurs se plaignent aujourd'hui du manque d'attention et de concentration de leurs élèves. Or il est possible que l'holopsonie favorise l'attention en classe et l'apprentissage chez ces derniers.

En outre, l'holopsonie peut certainement être ajoutée aux prises en charge du TDA/H déjà existantes et être une nouvelle méthode alternative à la prise de médicaments. De plus, il s'agit d'un outil adapté à chacun, relativement simple à mettre en place et sans risque d'effets secondaires nuisibles.

Avec une vision plus large, nous pouvons nous demander si l'holopsonie pourrait être un outil intéressant pour d'autres professionnels de la santé si elle agit sur des problématiques telles que les troubles de la mémoire. Ceci pourrait faire l'objet d'autres recherches.

4. Originalité de l'étude

Notre étude se distingue des autres recherches sur plusieurs aspects.

- Elle associe deux sujets controversés

Tout d'abord, notre étude associe deux sujets controversés, l'un étant très peu connu et l'autre étant au contraire au centre des débats depuis plusieurs années. En effet, alors qu'il existe une infinité de publications sur les troubles de l'attention et les méthodes de prise en charge, aucune étude n'a encore été publiée sur l'holopsonie. Nous avons donc souhaité étudier l'efficacité d'un nouveau dispositif sur une problématique très répandue.

- Elle s'intéresse à des enfants n'ayant pas été diagnostiqués TDA/H

L'originalité de notre étude se perçoit également dans le choix de notre population. Si la majeure partie des études portant sur l'attention s'intéresse aux enfants et/ou adultes diagnostiqués TDA/H, nous avons au contraire fait le choix de ne pas nous tourner vers cette population, principalement pour deux raisons : nous ne souhaitons pas prendre le risque que les enfants soient traités et la population d'enfants en difficultés d'apprentissages était plus accessible pour nous. Nous avons donc fait le choix d'accorder un lien important entre les troubles de l'attention et les difficultés d'apprentissages en faisant le postulat que la plupart des participants auraient au préalable de faibles capacités attentionnelles. Cette hypothèse a été vérifiée puisque la majeure partie des participants obtiennent des résultats en t1 inférieurs à leur groupe de référence. Rappelons néanmoins que les participants du groupe contrôle ont globalement de meilleurs résultats en t1 que ceux du groupe expérimental.

- Elle associe deux tests psychométriques

Enfin, nous avons choisi pour la méthodologie d'associer deux tests psychométriques réputés mais qui n'ont encore jamais été fait passer ensemble pour évaluer l'attention.

5. Biais méthodologiques et limites de l'étude

Malgré la vigilance portée à cette recherche, nous devons relever quelques biais méthodologiques et certaines limites de notre étude.

- **De nombreuses variables n'ont pu être neutralisées**

Malgré un effort de standardisation, de nombreuses variables n'ont pu être neutralisées. Parmi elles, nous pouvons notamment relever l'influence de l'attention portée aux enfants durant l'ensemble de l'étude. En outre, il est possible que les participants aient été moins stressés, et par conséquent peut-être plus attentifs, à la deuxième évaluation puisqu'ils nous avaient déjà rencontrée une première fois. De nombreuses autres variables ont pu modifier l'attention des participants : leur niveau de fatigue et les moments de passation dans la journée (matin ou après-midi), par exemple, pouvaient différer d'une passation à l'autre. Les mandalas que les enfants ont faits durant les séances ont également pu interférer avec les résultats même si cela n'était pas l'objectif. Il est cependant important de préciser que les 23 enfants ont fait les mêmes mandalas. Par ailleurs, notre étude étant quantitative et non qualitative, nous n'avons pas pris le temps de faire l'anamnèse des participants. Nous ignorons donc si certains ont un suivi thérapeutique (orthophonie, psychothérapie, ergothérapie...) ayant pu modifier leurs capacités attentionnelles durant la période de l'étude. Il est également possible que des événements aient marqué certains participants juste avant ou durant la période de la recherche. Nous pouvons également relever le risque de l'effet d'habituation entre les deux évaluations, notamment pour les épreuves de la NESPY II dont la fidélité test-retest est relativement faible. Ainsi, il est impossible de distinguer les effets découlant de l'holopsonie et ceux dus à d'autres variables. Rappelons néanmoins qu'il existe une différence entre le groupe contrôle et le groupe expérimental alors que ces variables existent dans les deux groupes.

- **Notre échantillon est relativement faible**

Notre échantillon reste relativement faible, ce qui engendre notamment deux limites non négligeables :

Nous n'avons pu former que deux groupes, l'un recevant des séances d'holopsonie et l'autre bénéficiant de la même musique mais sans modification. Ceci nous permet de mettre en avant la modification apportée à la musique dans le groupe

expérimental, spécificité majeure de l'holopsonie. Avec davantage de participants, il aurait été pertinent de former un troisième groupe faisant les mandalas mais sans recevoir de séances.

La taille de notre population, bien qu'elle soit suffisante, reste très faible pour utiliser le test t de Student. Ainsi, même si selon ce dernier, certains résultats sont généralisables à l'ensemble des enfants en difficultés d'apprentissages, il convient d'être très prudent avec cette conclusion. Il est impossible d'être certain que les résultats de notre étude sont applicables à l'ensemble de cette population.

- L'étude n'a pas été menée en double aveugle

Il aurait également été plus rigoureux de mener cette étude en double aveugle, ce qui n'a pas été possible puisque que nous pensions au préalable avoir accès uniquement aux neuf participants de la SEGPA 1 qui ont tous reçu les séances d'holopsonie. En effet, le fait de connaître au moment des tests le nom des enfants appartenant au groupe expérimental a pu, malgré notre vigilance et notre effort de neutralité, influencer notre attitude vis-à-vis d'eux.

- Le niveau préalable des capacités était plus élevé dans le groupe contrôle

Comme expliqué précédemment, le niveau des capacités attentionnelles en t1 était plus élevé dans le groupe contrôle que dans le groupe expérimental. Ceci est également un biais important dans l'interprétation des résultats puisqu'il est probable que l'amélioration soit plus évidente dans le groupe expérimental du fait d'une marge d'évolution de l'attention plus importante. Pour des résultats plus précis, il aurait fallu constituer deux groupes avec, globalement, les mêmes capacités attentionnelles préalables.

- Nous avons rencontré certaines difficultés

Nous avons rencontré quelques difficultés qu'il nous semble important de relever. Deux participants ont manqué chacun une séance. Néanmoins, ces absences ont sans doute eu peu d'impact sur l'ensemble des résultats puisqu'un participant appartenait au groupe contrôle et l'autre au groupe expérimental. De plus, malgré la présence de notre assistant durant les séances, certains enfants se retournaient parfois pour interagir avec leurs camarades. Bien que ces interactions aient été limitées au maximum, nous ne pouvons négliger les perturbations qu'elles ont pu engendrer. Enfin,

rappelons notre présence pour installer trois enfants parmi les neuf issus de la SEGPA 1. Comme relevé plus haut, cela ne semble cependant pas avoir eu d'impact important sur les résultats.

- Il s'agit d'une étude quantitative et non qualitative

Notre étude est uniquement quantitative et renseigne principalement sur l'attention à l'école. Or les capacités attentionnelles sont constamment en jeu dans la vie quotidienne. Nous avons souhaité au préalable compléter les tests par la passation de questionnaires et d'entretiens auprès des parents afin d'évaluer l'évolution éventuelle de l'attention des participants dans leur quotidien. Nous avons finalement écarté cette idée principalement pour deux raisons. La première est la subjectivité inhérente aux parents. La seconde est le fait que l'attention portée par les parents pour leur enfant durant cette étude aurait elle-même pu influencer grandement l'attention des participants et ainsi être un biais considérable. L'analyse des questionnaires et des entretiens aurait donc été un travail à la fois très long et peu pertinent.

- Notre étude ne mesure pas les effets de l'holopsonie à long terme

Notre étude permet de mesurer les effets des séances à court terme mais non à long terme. Par conséquent, bien que les séances d'holopsonie semblent améliorer les capacités attentionnelles de notre population, cette étude ne permet pas de savoir si ces effets sont durables ou si des séances de rappel sont nécessaires.

- La mise en relation avec d'autres études est limitée

Enfin, il est compliqué pour nous de mettre en lien nos résultats avec ceux d'autres études puisqu'aucune n'a été publiée sur l'holopsonie et nous n'en avons trouvé aucune portant sur les effets des stimulations auditives sur l'attention. Le manque de publication sur notre sujet en fait à la fois l'originalité mais également la limite puisqu'elle restreint les interprétations possibles.

6. Pistes futures de recherche

Cette étude pourrait être reprise avec davantage d'amplitude et d'extension. Comme dit précédemment, il pourrait être intéressant de refaire cette recherche avec un échantillon plus grand afin de former un troisième groupe ne recevant pas de séance. Une démarche en double aveugle serait également pertinente. En outre, notre étude ne permet pas de mesurer les effets des séances d'holopsonie sur plus de deux semaines. Il serait pertinent de faire une étude longitudinale en faisant passer les tests d'attention un mois, trois mois et six après les séances d'holopsonie. Cela nous renseignerait sur la durabilité des effets et sur la nécessité ou non d'effectuer des séances de rappel régulières. Une étude pourrait également porter sur le nombre moyen des séances nécessaires pour produire des effets bénéfiques. En effet, le total de huit séances est une moyenne que nous avons choisie nous-même puisque dans la pratique nous adaptons le nombre de séances à la qualité de la deuxième courbe auditive du patient.

Par ailleurs, cette étude pourrait être adaptée à une population d'adultes présentant des difficultés d'attention plus ou moins graves. Avec un nombre suffisant de participants, il pourrait être intéressant de comparer les effets de l'holopsonie sur les capacités attentionnelles selon l'âge des participants.

Il pourrait être pertinent d'étudier de nouveau les effets de l'holopsonie sur l'attention mais avec une démarche qualitative sur peu d'enfants, incluant par exemple des moments d'observation de la part de l'entourage, des questionnaires et des entretiens. Cela permettrait de compléter nos résultats en renseignant sur la façon dont se manifeste l'attention dans le quotidien avant, pendant et suite aux séances.

Enfin, notre étude nous a permis de réfléchir à l'impact de l'holopsonie sur l'attention selon les causes neurologiques développées dans la revue de la littérature. En effet, les courbes auditives n'ont servi qu'à modifier la musique mais n'ont à aucun moment été interprétées ou utilisées comme outil pour échanger avec les enfants. Il serait donc intéressant d'évaluer davantage la partie psychologique de la méthode en incluant, en plus des séances d'holopsonie, des discussions autour de l'évolution des courbes d'audition.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Ce mémoire nous a permis de mieux comprendre l'attention, fonction large et complexe, ainsi que ses troubles depuis longtemps discutés en psychologie et en neuropsychologie au sujet de leur diagnostic, leurs mécanismes sous-jacents et leur prise en charge. Dans l'intérêt majeur de chercher une nouvelle méthode pour prendre en charge ces troubles, nous avons évalué les effets de l'holopsonie, méthode jusqu'alors méconnue dans la littérature, sur les capacités attentionnelles d'enfants en difficultés d'apprentissages et présentant pour la plupart de graves difficultés à maintenir leur attention.

Les résultats de notre étude vont globalement en faveur d'effets bénéfiques des huit séances d'holopsonie sur l'attention de ces enfants. Parmi les hypothèses pouvant expliquer ces effets, nous pensons notamment au fonctionnement holographique du système auditif et à la stimulation du cerveau qui cherche en permanence à rétablir la musique d'origine.

Ainsi, cette méthode pourrait probablement intéresser certains professionnels de la santé, en particulier les neuropsychologues pour accompagner les familles dans la diminution des symptômes du TDA/H. Elle pourrait également être un outil supplémentaire aux psychologues pouvant utiliser les courbes auditives du patient comme médiateurs à la communication et comme nouvelle voie éventuelle dans la compréhension de certaines de ses difficultés.

Bien que notre étude présente quelques limites, elle permet d'apporter de nouveaux questionnements sur l'holopsonie et sur l'attention. Plusieurs pistes de recherches concernant l'holopsonie sont à envisager, d'une part pour approfondir cette étude, et d'autre part pour étudier les effets de cette méthode dans d'autres domaines. L'holopsonie pourrait également être réfléchi comme une approche globale, agissant sur la totalité du patient, et non seulement sur certains symptômes particuliers tels que ceux du TDA/H. En outre, les quelques contradictions au sein des résultats renforcent l'idée de la complexité de l'attention, notamment au sujet des mécanismes particuliers et communs aux différents facteurs. Nous encourageons donc également la poursuite des recherches sur cette fonction ainsi que sur ses troubles et les façons de les limiter au maximum.

BIBLIOGRAPHIE

- Acquaviva, E., & Stordeur, C. (2014). Comorbidité TDA/H (Trouble Déficitaire de l'Attention/Hyperactivité) et TSA (Trouble du Spectre Autistique). *Annales médico-psychologiques, revue psychiatrique*, 172(4), 302-308.
- Al-Ayadhi, L.Y., Al-Drees, A.M., & Al-Arfaj, A.M. (2013). Effectiveness of Auditory Integration Training in Autisme Spectrum Disorders-Prospective Study. *Autism Insights*, 5, 13-20.
- American Speech-Language-Hearing Association (2004). Auditory Integration Training. *ASHA*, 24, 96-102.
- Anderson V., Anderson, P., Northam, E., Jacobs, R., & Catroppa C. (2001). Development of Executive Functions Through Late Childhood and Adolescence in an Australian Sample. *Development Neuropsychology*, 20 (1), 385-406.
- Arns, M., De Ridder, S., Strehl, U., Breteler, M., Coenen, A. (2009). Efficacy of neurofeedback treatment in ADHD : The effects on inattention, impulsivity and hyperactivity : A meta-analysis. *Clinical EEG and Neuroscience*, 40, 180-189.
- Association Psychiatrique Américaine (2015). *DSM-5 Manuel diagnostique et statistique des troubles mentaux*. Editions Elsevier Masson.
- Aucher M.L. (1987). *En corps chanté*. Éditions Hommes & Groupes. 1993.
- Auriol, B. (1991). *La clé des sons*. Editions Eres. 1996.
- Ayres, A.J. (1973). *Sensory Integration and Learning Disorders*. Western Psychological Services.
- Baddeley, A. & Weiskrantz, L. (1993). *Attention : selection, awareness and control. A tribute to Donald Broadbent*. Clarendon Press, Oxford, Oxford University Press.
- Bal, A. (1952). *L'attention et ses maladies*. Paris : PUF.

- Bange, F. (2014). *Aide-mémoire - TDA/H Trouble Déficit de l'Attention/Hyperactivité – 57 notions*. Editions Dunod.
- Barkley, R.A. (1987). *Defiant Children : A clinician's manual for assessment and parent training*. New-York : Guilford.
- Beck, S.J., Hanson, C.A., Puffenberger, S.S., Benninger, K.L., & Benninger, W.B. (2010). A controlled Trial of Working Memory Training for Children and Adolescents with ADHD. *Journal of Clinical Child & Adolescent Psychology*, 39(6), 825-836.
- Beller, I. (1973). *La sémiophonie* . Paris : Maloine.
- Bence, L., & Méreaux, M. (1990). *Guide pratique de musicothérapie*. Editions Dangles.
- Bental, B., & Tirosh, E. (2007). The relationship between attention executive functions and reading domain abilities in attention deficit hyperactivity disorder and reading disorder : a comparative study. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 48(5), 455-463.
- Bérard, G. (1998). *Audition égale comportement*. Éditions Maisonneuve & Larose.
- Bettison, S. (1996). The long-term effects of Auditory Training on children with autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 26(3), 361-374.
- Biederman, J., & al. (2008). New insights into the comorbidity between ADHD and major depression in adolescent and young adult females. *Journal of American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 47(4), 426-434.
- Bioy, A., & Fouques, D. (2009). *Manuel de psychologie du soin*. Editions Bréal.
- Bloch, M.H., Quawasmi, A. (2011). Omega-3 fatty acid supplementation or the treatment of children with ADHD symptomatology : systematic review meta-analysis. *Journal of American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 50 : 991-1000.

- Bohm, D. (1987). *La plénitude de l'univers*. Éditions du Rocher. 2005.
- Bohm, D. (1990). *La conscience de l'univers*. Éditions du Rocher. 2007.
- Bossy, J. (1975). *Bases neurologiques des réflexothérapies*. Paris : Masson.
- Bourdin, D. (2000). *L'Être Humain une Symphonie inachevée*. Éditions Chrysalide.
- Bourdin, D. (2003). *L'homme hologramme de l'univers*. Éditions Recto Verseau.
- Broadbent, D.E. (1958). *Perception and Communication*. London : Pergamon.
- Brockett, S.S., Lawton-Shirley, N.K., & Giencke Kimball, J. (2014). Berard Auditory Integration Training : Behavior Changes Related to Sensory Modulation. *Autism Insights*, 6, 1-10.
- Butta, A.T., Cleves, M.O., Casey, P.H., Craddock, M.M., & Anand, K.J.S. (2002). Cognitive and Behavioral Outcomes of School-Aged Children Who Were Born Preterm : A meta-analysis. *JAMA*, 288(6), 728-737.
- Camus, J.F. (1996). *La psychologie cognitive de l'attention*. Paris : Armand Colin/Masson.
- Castro, D. (2000). *Pratique du Mémoire de Recherche en Psychologie*. Editions L'Esprit du Temps.
- Chanda, M. & Levitin, D.J. (2013). The neurochemistry of music. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(4), 179-193.
- Cherry, E. (1953). Some experiments on the recognition of speech, with one and with two ears. *Journal of the Acoustic Society of America*, 25(975), 975-979.
- Chronis, A.M., Chacko, A., Fabiano, G.A., Wymbs, B.T., Pelham, W.E. (2004). Enhancements to the Behavioral Parent Training Paradigm for Families of Children with ADHD : Review and Future Directions. *Clinical Child and Family Psychology Review*, 7(1), 1-27.

- Clark, K.L., & Noudoost, B. (2014). The role of prefrontal catecholamines in attention and working memory. *Frontiers in Neuronal Circuits*, 8, 1-19.
- Cohen de Lara, A., & Guinard, M. (2006). Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité : premiers résultats psychodynamiques d'une étude croisée. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence*, 54: 277-283.
- Cohen, R. (1993). *The neuropsychology of attention*. New-York : Plenum Publishing.
- Cortese, S., Kelly, C., Chabernaud, C., Proal., E., Di Martino, A., Milham, M.P., & Castellanos, F.X. (2012). Toward Systems Neuroscience of ADHD : A Meta-Analysis of 55 fMRI Studies. *American Journal of Psychiatry*, 169(10), 1038-1055.
- Deutsch, J.A., & Deutsch, D. (1963). Attention : Some theoretical considerations. *Psychological Review*, 70(1), 51-60.
- Dewhurst-maddock, O. (1995). *La thérapie par les sons : l'Autoguérison par la musique et l'expression vocale*. Editions Courrier du Livre.
- Dummer, T. (1998). *Médecine Tibétaine & Thérapies Holistiques*. Editions Maisnie Trédaniel. 2006.
- Edelson, S.M., Arin, D., Bauman, M., Lukas, S.E., Rudy, J.H., Sholar, M., & Rimland, B. (1999). Auditory Integration Training : A Double-Blind Study of Behavioral and Electrophysiological Effects in People with Autism. *Focus on Autism and Other Developmental Disabilities*, 14(2), 73-81.
- Emoto, M. (2008). *Le miracle de l'eau*. Editions Guy Trédaniel.
- Faraone, S.V., & al. (2005). Molecular genetics of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Bio Psychiatry*, 57, 1313-1323.
- Flook, L., Smalley, S.L., Kitil, M.J., Gall, B.M., Kaiser-Greenland, S., Lacke, J., Ishijima, E., & Kasani, C. (2010). Effects of Mindful awareness practices on executive functions in elementary school children. *Journal of Applied School Psychology*, 26, 70-95.

- Frazier, T.W, Demaree, H.A., & Youngstrom, E.A. (2004). Meta-analysis of intellectual and neuropsychological test performance in Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Neuropsychology*, 18(3), 543-555.
- Fitzgerald, W.H. (1917). *Zone Therapy or Relieving Pain at Home*. Editions Kessinger Publishing. 2010.
- Frodl, T., & Skokauskas, N. (2012). Meta-analysis of structural MRI studies in children and adults with attention deficit hyperactivity disorder indicates treatment effects. *Acta Psychiatrica Scandinavia*, 125(2), 114-126.
- Gillberg, C., Johansson, M., Steffenburg, S., & Berlin, Ö. (1997). Auditory integration training in children with autism : Brief report of an open pilot study. *Autism*, 1(1), 97-100.
- Gilmore, T. (1999). The Efficacy of the Tomatis Method for Children with Learning and Communication Disorders : A Meta-Analysis. *International Journal of Listening*, 13(1), 12-23.
- Gilmore, K. (2000). A psychoanalytic perspective on attention deficit/hyperactivity disorder. *Journal of American Psychoanalytic Association*, 48:1259-1293.
- Gold, C., Voracek, M., & Wigram, T. (2004). Effects of music therapy for children and adolescents with psychopathology : A meta-analysis. *Journal of Child Psychology and Psychiatry and Allied Disciplines*, 45(6), 1054-1063.
- Graindorge, C. (2006). Hyperactivité de l'enfant : une approche psychopathologique. *Annales Médico-Psychologiques, revue psychiatrique*, 164(7), 607-612.
- Günter, M. (2014). Attention deficit hyperactivity disorder (ADHD) : An affect-processing and thought disorder ?. *International Journal of Psychoanalysis*, 95, 43-46, traduit par Maria Hovagemyan-Odone.
- Haddadi, P., Haghshenas, S., & Rostami, R. (2011). Rehabilitation in Autisme Spectrum Disorder (ASD) : a mixture of neurofeedback training and Auditory

Integration Training (AIT). *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 30, 611-614.

- Hall, L., & Case-Smith, J. (2007). The effect of sound-based intervention on children with sensory processing disorders and visual-motor delays. *American Journal of Occupational Therapy*, 61, 209-215.
- Haugmard, I. (2010). *ABC de la Thérapie par les sons*. Editions Grancher.
- Howard, A.L., Robinson, M., Smith, G.J., Ambrosoni, G.L., Piek, J.P., Oddy, W.H. (2011). ADHD is associated with a « Western » dietary pattern in adolescents. *Journal of Attention Disorder*, 15(5), 403-11.
- Jackson, N.A. (2003). A survey of music therapy methods and their role in the treatment of early elementary school children with ADHD. *Journal of music therapy*, 40(4), 302-323.
- James, W. (1950). *The Principles of Psychology, Vol. I*. Editions Reprint.
- Kahneman, K. (1973). *Attention and effort*. Editions Prentice Hall.
- Kershner, J.R., Cummings, R.L., Hadfield, A.J., & Kershner, B.A. (1999). Two-Year Evaluation of the Tomatis Listening Training Program with Learning Disabled Children. *Learning Disability Quarterly*, 13 (1), 43-53.
- Koelsch, S. (2009). A neuroscientific perspective on music therapy. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 374-384.
- Kooistra, L., Crawford, S., Gibbard, B., Ramage, B., & Kaplen, B. (2010). Differentiating attention deficits in children with fetal alcohol spectrum disorder or ADHD. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(2), 205-211.
- Korkman, M., Kirk, U., & Kemp, S.L. (1998). *NEPSY II. Clinical and interpretative manual*. Editions Peterson. 2007.
- Kowatch, R.A., Youngstrom, E.A., Danielyan, A., & Findling, R.L. (2005). Review and meta-analysis of the phenomenology and clinical characteristics of mania in children and adolescents. *Bipolar Disorders*, 7 : 483-496.

- Laberge, D. (1995). *Attentional Processing : The Brain's Art of Mindfulness*. Cambridge : Harvard University Press.
- LaFrance, D.L., Miguel, C.F., Donahue, J.N., & Fechter, T.R. (2015). A case study on the use of Auditory Integration Training as a treatment for stereotypy. *Behavioral Interventions*, 30:286-293.
- Lee, M.S., Choi, T.Y., Kim, J.L., Kim, L., & Ernst, E. (2011). Acupuncture for treating attention deficit hyperactivity disorder : a systematic review and meta-analysis. *Chinese Journal of integrative medicine*, 17(4), 257-260.
- Lefébure, F. (1973). *L'activation du cerveau par l'audition alternative (synchrophonie)*. Paris : Jacques Bersez.
- Lemaire, P. (2006). *Psychologie cognitive*. Editions De Boeck.
- Levy, F., Hay, D.A., McStephen, M., Wood, C., & Waldman, I. (1997). Attention-deficit Hyperactivity Disorder : A category or a continuum ? Genetic Analysis of a large-scale twin study. *Journal of American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 36(6), 737-744.
- Lindsay, R.L., Tomazic, T., Levine, MD., Accardo, P.J. Attentional function as measured by a continuous performance task in children with dyscalculia. *Journal of Developmental Behavior Pediatric*, 22(5), 287-292.
- Linnet, K.M., Wisborg, K., Obel, C., Secher, N.J., Thomsen, P.H., Agerbo, E., Herriksen, T.B. (2005). Smoking during pregnancy and the risk of hyperkinetic disorder in offspring. *Pediatrics*, 116(2), 462-467.
- Loo, S., & al. (2007). Executive functioning among Finnish adolescents with attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 46(12), 1594-1604.
- Lowen, A. (1979). *La Bio-Energie*. Editions Sand.
- Luria, A. (1976). *The working brain : An introduction to neuropsychology*. London : Penguin.

- Lussier, F., & Flessas, J. (2001). *Neuropsychologie de l'enfant, troubles développementaux et de l'apprentissage*. Editions Dunod. 2009.
- Madell, J.R. (1999). Auditory Integration Training : One Clinician's View. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*, 30, 371-377.
- Maman, F. (2011). *Le Tao du Son*. Editions Guy Trédaniel.
- Manly, T., Robertson, I.H., Anderson, V., & Nimmo-Smith, I. (1996). TEA-Ch Test d'Evaluation de l'Attention Chez l'enfant. Editions.ECPA. 2004.
- Maquestiaux, F. (2013). *Psychologie de l'attention*. Éditions De Boeck.
- Marty, P., M'Uzan, M., & David, C. (2003). *L'investigation psychosomatique*. Editions PUF.
- Mialet, J.P. (1999). *L'attention*. Paris : PUF.
- Misès, R. (1989). Classification française des troubles mentaux de l'enfant et de l'adolescent. R-2012. Editions : Ecole des hautes Etudes en Santé Publique. 2012.
- Moray, N. (1959). Attention in dichotic listening : Affective cues and the influence of instructions. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 11(56), 56-60.
- Mudford, O.C., Cross, B.A., Breen, S., & Cullen, C. (2000). Auditory Integration Training for Children With Autism : No Behavioral Benefits Detected. *American Journal on Mental Retardation*, 105(2), 118-129.
- Nakao, T., Radua, J., Rubia, K., & Mataix-Cols, D. (2011). Gray matter volume abnormalities in ADHD : voxel-based meta-analysis exploring the effects of age and stimulant medication. *American Journal of Psychiatry*, 168(11), 1154-1163.
- Pashler, H. (1999). *The Psychology of Attention*. Editions : MIT Press.
- Platon (1967). *Second Alcibiade, Hippias Mineur, Premier Alcibiade, Euthyphron, Lachès, Charmide, Lysis, Hippias Majeur, Ion*. Editions Garnier

flammarion.

- Posner, M.I., & Perterson, S.E. (1990). The attention system of the human brain. *Annual Review of Neuroscience*, 13, 25-42.
- Postel, C. (2004). *Difficultés scolaires et musicothérapie*. Editions Non Verbal.
- Poulin, P. (2002). Le trouble déficitaire de l'attention sans hyperactivité. *Le médecin du Québec*, 37(9).
- Prasad, V., & al. (2013). How effective are drug treatments for children with ADHD at improving on-task behaviour and academic achievement in the school classroom? A systematic review and meta-analysis. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 22(4), 203-216.
- Pribram, K.H. (1969). *Brain and behaviour*. Editions Penguin Books
- Rebock, G., Smith, C.B ., Pascualvaca, D.M., Mirsky, A.F., Anthony, B.J., & Kellam, S.G. (1997). Development Changes in Attentional Performance in Urban Children from Eight to Thirteen years. *Child Neuropsychology*, 3(1), 28-46.
- Reid, R., & Jonhson, J. (2002). *Teacher's guide to ADHD*. New-York : Guilford Press.
- Rimland, B., & Edelson, S.M. (1995). Brief Report : A Pilot Study of Auditory Integration Training in Autism. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 25(1), 61-70.
- Ruff, H., & Lawson, K. (1990). Development of Sustained, Focused Attention in Young Children During Free Play. *Development Psychology*, 26 (1), 85-93.
- Soliman, N. (2008). Auricular Acupuncture Microsystem Approach to Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Medical Acupuncture*, 20(2), 103-108.
- Stehli, A. (1991). Sound of a Miracle. The *Inspiring True Story of a Mother's Fight to Free Her Child from Autism*. Editions Georgiana Publishing. 2010.

- Stephenson, J. (2006). Music Therapy and the Education of Students with Severe Disabilities. *Education and Training in Developmental Disabilities*, 41, 290-299.
- Swing, E., Gentile, D.A., Anderson, C.A., & Walsh, D.A. (2010). Television and Video game Exposure and the development of Attention Problems. *Pediatrics*, 126(2), 214-221.
- Talbot, M. (1997). *L'univers est un hologramme*. Éditions L'Age d'Être.
- Thomas, J., & Williems, G. (2001). *Troubles de l'attention, impulsivité et hyperactivité chez l'enfant*. Éditions Masson.
- Tomatis, A. (1974). *Vers l'écoute humaine*. Tome 1. Paris : Editions E.S.F.
- Tomatis, A. (1974). *Vers l'écoute humaine*. Tome 2. Paris : Editions E.S.F.
- Treisman, A. (1960). Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 12(242), 242-248.
- Willcutt, E.G., Pennington, B.F., Olson, R.K., Chhabildas, N., & Hulslander, J. (2005). Neuropsychological analysis of comorbidity between reading disability and attention deficit hyperactivity disorder : in search of the common deficit. *Developmental Neuropsychology*, 27(1), 35-78.
- Wilver, K. (1984). *Le paradigme holographique*. Paris : Le Jour.
- Yencer, K.A. (1998). The Effects of Auditory Integration Training for Children With Central Auditory Processing Disorders. *American Journal of Audiology*, 7, 32-44.
- Yinger, O., & Gooding, L. (2014). Music therapy and music medicine for children and adolescents. *Child and Adolescent Psychiatric Clinics of North America*, 23(3), 535-553.

Annexes:

Annexe n°1: Explication des épreuves du TEA-Ch.....	116
Annexe n°2: Explication des épreuves de la NEPSY II.....	117
Annexe n°3: Tableau récapitulatif et détaillé des résultats.....	118
Annexe n°4: Présentation des courbes et de leur modification pour le sujet 1.....	119
Annexe n°5: Exemple du formulaire de consentement et de la lettre adressés aux parents.....	120

Annexe n°1 : Explication des épreuves du TEA-Ch

Subtest 1 : Recherche dans le ciel

Ce subtest est constitué de deux phases pendant lesquelles l'enfant est chronométré. Durant la première partie, l'enfant doit entourer les paires identiques parmi un ensemble de paires de vaisseaux. Ce subtest permet donc de mesurer l'attention sélective visuo-spatiale puisque l'enfant doit repérer le plus rapidement possible les paires identiques et ignorer les paires différentes. Dans la seconde partie, seules les paires de vaisseaux identiques sont présentées à l'enfant; il n'y a donc pas de distracteur. L'enfant doit entourer le plus vite possible toutes les paires de vaisseaux. Cette deuxième phase joue le rôle de contrôle moteur et permet, en soustrayant la notion obtenue à celle de la première phase, de supprimer l'influence possible d'une lenteur motrice. La qualité de l'attention sélective est ensuite évaluée grâce au rapport vitesse/exactitude.

Subtest 2 : Coups de fusil

Ce subtest permet de mesurer l'attention soutenue auditive. Il consiste, à partir d'un CD audio, à faire écouter une série de coups de fusil (espacés de cinq cents à mille cinq cents millièmes de seconde) que l'enfant doit compter au cours de dix essais de durée variable. Chaque essai contient entre neuf et seize coups de fusil. La tâche étant relativement longue et peu attractive, l'enfant doit nécessairement faire un effort pour maintenir son attention. Certains enfants ne parviennent pas à freiner le décompte mental pendant les espaces plus ou moins longs entre les stimuli ou oublient le nombre auquel ils étaient arrivés lorsque le coup de fusil suivant apparaît. Ce subtest sert également d'entraînement utile pour les prochaines épreuves. Le nombre de bonnes réponses réalisées par l'enfant sur les dix essais donne la note d'attention soutenue.

Subtest 3 : Les petits hommes verts

Ce subtest permet de mesurer à la fois la flexibilité visuo-spatiale, l'attention sélective et, si cette dernière est maintenue, l'attention soutenue. Il est demandé à l'enfant de compter des petits hommes verts dans leur caverne. Lorsqu'il rencontre une flèche orientée vers le haut, l'enfant doit compter à l'endroit ; lorsque la flèche est orientée vers le bas, il poursuit en comptant à l'envers. L'enfant doit donc être capable de passer rapidement d'un décompte croissant à un décompte décroissant. Plus la somme des items corrects est élevée, meilleure est la flexibilité attentionnelle. Cette tâche prend également en compte le temps mis par l'enfant pour traiter l'information. Si les erreurs se retrouvent surtout en fin d'épreuve, il peut s'agir d'un déficit de l'attention soutenue. L'enfant peut en effet avoir une bonne flexibilité mentale mais ne pas parvenir à maintenir son attention jusqu'à la fin de l'épreuve.

Subtest 4 : Faire deux choses à la fois

Cette épreuve mesure l'attention divisée en utilisant deux modalités d'entrée différentes, l'une visuelle et l'autre auditive. L'enfant doit en effet partager son attention afin d'effectuer simultanément deux tâches qu'il a rencontrées précédemment : « Recherche dans le ciel » et « Coups de fusil ». Il est alors intéressant de comparer les résultats obtenus à chacune des épreuves passées individuellement et simultanément. Si l'enfant a des difficultés à partager son attention, ses résultats seront moins bons au subtest « Faire deux choses à la fois ». S'il a au contraire une bonne attention divisée, il est possible qu'il soit meilleur à ce subtest qu'aux deux tâches précédentes, notamment parce qu'il s'est déjà familiarisé avec celles-ci. De plus, les coups de fusil se déroulent cette fois à intervalles réguliers, ce qui facilite leur décompte. L'enfant peut également particulièrement bien réussir cette épreuve s'il a tendance à rechercher le défi.

Subtest 5 : Carte géographique

Ce subtest mesure, comme « Recherche dans le ciel », l'attention sélective visuelle. L'enfant bénéficie d'une minute pour entourer sur une carte le maximum de symboles possibles, représentant soit des couteaux et fourchettes dans la version A, soit des pompes à essence dans la version B. Tout comme dans « Recherche dans le ciel », il est intéressant de repérer si l'enfant utilise une stratégie particulière pour être plus efficace. En effet, une

recherche éparpillée peut limiter le nombre de cibles encerclées. Cette épreuve mesure surtout la rapidité d'exploration oculomotrice et la perception figure-fond. Ainsi, un échec à « Carte géographique » sans échec à « Recherche dans le ciel » pourrait signifier soit une difficulté d'analyse perceptuelle soit une exploration très aléatoire, contrairement à ce qui est suggéré dans « Recherche dans le ciel » par l'alignement des vaisseaux.

Subtest 6 : Ecouter deux choses à la fois

Cette épreuve mesure l'attention divisée strictement auditive en associant la tâche « Coups de fusil » à une autre tâche d'écoute. Cette dernière consiste en une série de petites histoires dans lesquelles l'enfant doit repérer le nom d'un animal : celui-ci n'est cité qu'une seule fois et est différent dans chacune des histoires. L'enfant doit en même temps compter les coups de fusil. Comme pour « Faire deux choses à la fois », cette épreuve relativement longue met également en jeu l'attention soutenue, si l'attention sélective est maintenue. En outre, certains enfants échouent à cette épreuve non pas à cause de l'attention mais parce qu'ils ont des difficultés du langage. En effet, l'enfant va dans ce cas mobiliser tout son effort uniquement sur l'une des deux tâches, soit pour écouter le récit, soit pour compter les coups de fusil. Il sera alors intéressant de comparer le nombre d'items réussis entre les deux tâches. Ce subtest peut une fois de plus être davantage réussi par les enfants qui cherchent à relever le défi.

Subtest 7 : Marche-Arrête

Dans cette épreuve, il est demandé à l'enfant d'avancer d'un pas (il fait un point sur la case prévue) lorsqu'il entend un stimulus sonore mais de ne pas avancer lorsque ce dernier est suivi d'un bruit d'explosion. Chaque item comporte trois à douze pas et le rythme augmente du premier au vingtième item. Ce subtest permet donc de mesurer l'attention auditive sélective et, si cette dernière est maintenue, l'attention auditive soutenue. Il permet également d'évaluer le jugement temporel et la capacité d'inhibition. En outre, cette tâche est un bon indicateur de l'impulsivité et de l'hyperactivité, puisque l'enfant impulsif devance sa réponse et est incapable de freiner son geste.

Subtest 8 : Mondes contraires

Cette épreuve est constituée de deux mondes. Dans les « Mondes à l'endroit », l'enfant doit dénommer les nombres un et deux tels qu'il les perçoit tout au long du parcours. Dans les « Mondes à l'envers », il doit dire « un » quand apparaît le deux et dire « deux » quand il voit le un. Pour chaque parcours l'enfant est chronométré. Chaque fois que l'enfant commet une erreur, l'examineur laisse son doigt sur le chiffre concerné jusqu'à ce que l'enfant se corrige par lui-même. La note totale de chaque monde prend ainsi en compte le temps mis par l'enfant pour réaliser chaque parcours et non le nombre d'erreurs. La comparaison de la note totale aux « Mondes à l'envers » et celle aux « Mondes à l'endroit » nous renseigne sur la flexibilité attentionnelle visuo-spatiale. Plusieurs conclusions peuvent ainsi être tirées : une note faible aux deux épreuves met en évidence une lenteur du traitement de l'information. En revanche, une note totale faible aux « Mondes à l'envers » au regard de la note totale aux « Mondes à l'endroit » témoigne d'une mauvaise flexibilité cognitive.

Subtest 9 : Transmission de codes

Cette tâche étant très longue et monotone, elle est une bonne mesure de l'attention auditive soutenue. Elle consiste à faire écouter une série de chiffres sur CD audio pendant dix-sept minutes environ. L'enfant doit répéter le chiffre qu'il entend avant un doublon de cinq dans la version A et de sept dans la version B. A cette épreuve, il est possible d'identifier deux types d'erreurs : soit l'enfant évoque un autre chiffre que celui entendu, soit il omet le chiffre. Dans le premier cas, le problème est plus de nature exécutive ; dans le second plus attentionnel. Par ailleurs, certains enfants commettent des erreurs ou des oublis de façon étalée durant l'ensemble de la tâche (on dit alors que leur attention fonctionne en « on-off ») alors que d'autres réussissent très bien au début, mais ne parviennent pas à maintenir leur attention plus longtemps (ce qui signe un déficit de l'attention soutenue). En outre, cette épreuve est d'autant plus difficile pour les enfants hyperactifs qui supportent difficilement de ne pas être en action.

Annexe n°2 : Explication des épreuves de la NEPSY II

Attention auditive et Réponses associées

Ce subtest comporte deux tâches. Dans ces dernières, l'enfant écoute une liste de mots pré-enregistrés dans un CD. Il dispose de quatre ronds de couleurs : rouge, jaune, bleu et noir.

Dans la première partie de l'épreuve, « Attention auditive », l'enfant doit toucher le rond rouge lorsqu'il entend « rouge ». Il ne doit pas réagir lorsqu'il entend un autre mot, y compris "jaune", « bleu » et « noir ». Cette épreuve permet donc de mesurer l'attention sélective auditive et l'aptitude à la maintenir (attention soutenue).

Dans la seconde partie de l'épreuve, « Réponses associées », l'enfant entend également une série de mots mais cette fois il lui est demandé de toucher le rond jaune lorsqu'il entend « rouge », le rond rouge lorsqu'il entend « jaune » et le rond bleu lorsqu'il entend « bleu ». Il ne doit pas réagir lorsqu'il entend un autre mot, y compris « noir ». Cette épreuve permet ainsi de mesurer la capacité d'inhibition et la flexibilité cognitive.

Pour chaque tâche, aucun point n'est attribué à l'enfant s'il réagit au mot cible plus de deux secondes après sa présentation. Par ailleurs, pour les deux tâches, des percentiles indépendants sont disponibles et permettent de différencier trois types d'erreurs :

- Les erreurs de commission : l'enfant a touché la mauvaise cible (dans la partie " Réponses associées", il a par exemple touché le rond rouge lorsqu'il a entendu "rouge").
- Les erreurs d'omission : l'enfant a oublié de toucher une cible,
- Les erreurs d'inhibition : l'enfant a touché une cible alors qu'il aurait dû s'abstenir (dans la partie « Réponses associées », il a par exemple touché le rond rouge après avoir entendu « rouge » ou encore le rond noir après avoir entendu « noir »).

Une note de comparaison pour « Attention auditive » versus « Réponses associées » est également fournie.

Inhibition

Dans ce subtest, l'enfant regarde une série de formes (ronds et carrés) dans un premier temps puis une série de flèches (orientées vers le haut ou vers le bas) dans un second temps, blanches et noires. Pour chacune de ces deux séries, l'épreuve est la même et se divise en trois étapes :

Dans la première étape, « Dénomination », l'enfant doit nommer le plus rapidement possible le nom des formes ou la direction des flèches (« haut » ou « bas »), sans tenir compte des couleurs.

Dans la deuxième étape, « Inhibition », l'enfant doit dire le contraire de ce qu'il voit : « rond » lorsqu'il voit un carré et inversement ; « haut » lorsque la flèche est orientée vers le bas, et inversement. Il ne doit pas tenir compte des couleurs.

Dans la troisième étape, l'enfant doit faire attention aux couleurs. Il doit nommer la bonne forme lorsque celle-ci est noire et l'autre forme lorsqu'elle est blanche.

Cette épreuve chronométrée permet donc de mesurer à la fois la capacité d'inhibition et la flexibilité (pour passer d'un type de réponse à un autre).

Facteurs mesurés	Notes	Tout groupe confondu				Groupe expérimental				Groupe contrôle				Effet d'interaction			
		Effet t2-t1	p value	s intra	ECM	Effet t2-t1	p value	s	ECM	Effet t2-t1	p value	s	ECM	P value	s intra	ECG	Gp avec effet + le plus fort
Pas de facteur particulier	Recherche dans le ciel (B)	1,39	0,010	2,63	0,53	2,08	0,015	2,91	0,72	0,64	0,189	2,29	0,28	0,100	2,26	0,40	E
	Mondes à l'endroit (Z)	1,57	0,001	2,15	0,73	2,42	0,001	2,11	1,15	0,64	0,180	2,20	0,29	0,031	2,16	0,58	E
	Mondes à l'envers (AA)	1,74	0,001	2,34	0,74	2,67	0,002	2,54	1,05	0,73	0,139	2,10	0,35	0,030	2,33	0,59	E
	Inhibition (IND)	2,78	0,000	3,39	0,82	3,50	0,001	3,03	1,16	2,00	0,053	3,74	0,54	0,152	3,41	0,31	E
	Inhibition (INI)	3,52	0,000	4,03	0,87	5,25	0,000	3,65	1,44	1,36	0,123	4,41	0,37	0,022	4,05	0,63	E
	Inhibition (INC)	3,78	0,000	2,26	1,68	5,75	0,000	2,22	2,59	1,64	0,020	2,29	0,71	0,000	2,26	1,29	E
	Inhibition (INT)	4,74	0,000	2,94	1,61	8,08	0,000	1,88	4,30	1,09	0,181	3,78	0,29	0,000	2,99	1,65	E
Attention sélective	Recherche dans le ciel (G)	1,44	0,001	1,96	0,73	2,25	0,001	1,91	1,18	0,55	0,196	2,02	0,27	0,025	1,97	0,61	E
	Carte géographique (U)	0,09	0,387	1,44	0,06	0,67	0,044	1,23	0,54	-0,5	0,147	1,64	-0,33	0,029	1,45	0,59	E
Attention divisée intermodalité	Faire deux choses à la fois (T)	-0,70	0,167	3,38	-0,21	-0,50	0,341	0,11	-0,12	-0,36	0,110	2,30	-0,40	0,390	3,34	0,09	C
Attention divisée auditive	Ecouter deux choses à la fois (X)	0,57	0,142	2,46	0,23	1,42	0,049	2,71	0,52	1,42	0,294	2,16	-0,17	0,048	2,45	0,51	/
Attention soutenue	Coups de fusil (H)	-0,52	0,186	2,74	-0,19	-0,25	0,404	3,47	-0,07	-0,82	0,060	1,60	-0,51	0,310	2,70	0,15	E
	Marche-arrête (Y)	1,52	0,004	2,45	0,62	3,17	0,000	2,17	1,46	-0,27	0,373	2,72	-0,10	0,002	2,46	0,99	E
	Attention auditive (AA')	3,96	0,000	3,20	1,24	3,92	0,001	3,06	1,28	4,00	0,001	3,35	1,20	0,475	3,21	0,02	C
	Réponses associées (RA)	1,78	0,005	2,99	0,60	2,33	0,016	3,31	0,70	1,18	0,081	2,60	0,45	0,182	2,98	0,27	E
	Transmission de codes (BB)	1,74	0,001	2,35	0,74	2,50	0,000	1,88	1,33	0,91	0,151	2,77	0,33	0,061	2,37	0,47	E
Flexibilité	Les petits hommes verts (I)	3,26	0,000	2,74	1,19	3,42	0,00	2,64	1,29	3,09	0,002	2,84	1,09	0,390	2,75	0,08	C
	Inhibition (Comp INI-INC)	2,48	0,000	2,63	0,94	3,58	0,000	2,47	1,45	1,27	0,081	2,80	0,46	0,024	2,64	0,62	E
Inhibition	Comp AA'-RA	0,30	0,308	2,86	0,11	0,75	0,234	3,47	0,22	-0,18	0,384	1,99	-0,09	0,219	2,83	0,23	E
	Inhibition (Comp IND-INI)	2,35	0,008	4,33	0,54	3,75	0,001	3,33	1,13	0,82	0,307	5,21	0,16	0,062	4,38	0,47	E
Temps de traitement	Recherche dans le ciel (C)	1,96	0,000	1,63	1,20	3,42	0,00	1,83	1,87	0,36	0,198	1,36	0,27	0,000	1,61	1,34	E
	Les petits hommes verts (L)	0,13	0,367	1,82	0,07	0,67	0,097	1,67	0,40	-0,46	0,231	1,97	-0,23	0,078	1,83	0,44	E
	Inhibition (DT)	1,87	0,004	3,04	0,61	1,92	0,008	2,35	0,81	1,82	0,065	3,66	0,50	0,470	3,07	0,02	E
	Inhibition (IT)	2,74	0,002	4,00	0,69	2,58	0,002	2,47	1,04	2,91	0,046	5,19	0,56	0,425	4,06	0,06	C
	Inhibition (CT)	1,61	0,001	2,29	0,70	1,83	0,001	1,47	1,25	1,36	0,078	2,94	0,46	0,317	2,32	0,14	E

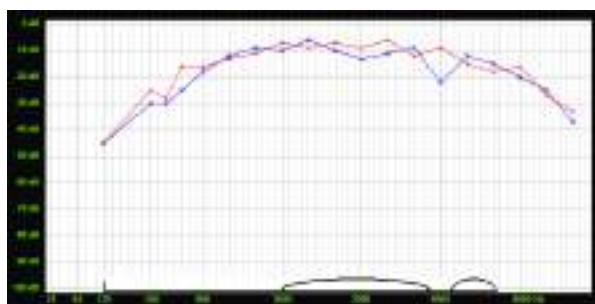
Annexe n°3: Tableau récapitulatif et détaillé des résultats

Abréviation et légende : E = Expérimental., C = Contrôle., Modalité d'entrée auditive / visuelle. Résultat du test significatif., Chiffres en gras : effet d'amélioration entre t1 et t2.

Rappels : *Groupe expérimental* : reçoit 8 séances de 45min d'holopsonie. *Groupe contrôle* : reçoit 8 séances de 45min de musique non modifiée. *I1* : 1^{ère} évaluation de l'attention (3 à 6 jours avant les séances). *t2* : 2^{ème} évaluation de l'attention (17 à 20 jours après les séances). *ECM/G* = Effet calibré moyen/global : importance de l'effet (>1 : effet important). *p value* : pourcentage de chance de faire une erreur en rejetant l'hypothèse nulle selon laquelle il n'y a pas d'effet dans la population parente.

Annexe n°4 : Présentation des courbes et de leur modification pour le sujet 1

Premier test auditif, juste avant les séances d'holopsonie :



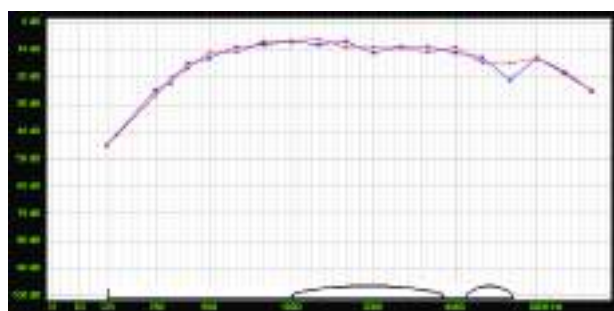
O : oreille droite
X : oreille gauche

Application de la modification des fréquences hypo et hypersensibles :



Le thérapeute sélectionne manuellement les fréquences hyposensibles à amplifier et les fréquences hypersensibles à filtrer. Le logiciel applique automatiquement la modification.

Deuxième test auditif, entre la quatrième et la cinquième séance d'holopsonie :



O : oreille droite
X : oreille gauche

Application de la modification des fréquences hypo et hypersensibles :



Annexe n°5: Exemple de formulaire de consentement et de la lettre adressés aux parents

Lettre adressée aux parents

Madame, monsieur,

Actuellement étudiante en master 2 de psychologie à l'École de Psychologues Praticiens de Paris, je sollicite votre aide afin de mener à bien mon projet de recherche de fin d'étude.

L'objectif de ce mémoire est de mesurer les effets d'une musicothérapie, appelée « l'holopsonie », sur les capacités d'attention d'enfants en difficultés d'apprentissages.

L'holopsonie est une forme de musicothérapie. La musique est modifiée de façon individuelle en fonction des particularités de la courbe d'audition de chaque enfant, obtenue à partir d'un test d'écoute. L'écoute répétée de musique modifiée permettrait de stimuler et de rééquilibrer l'audition. Dans cette étude, je souhaite vérifier l'hypothèse selon laquelle plusieurs séances d'holopsonie amélioreraient l'attention.

Monsieur X, principal du collège, ainsi que monsieur X, directeur adjoint chargé de SEGPA, ont reconnu l'intérêt de cette recherche pour les élèves. Avec leur accord, un planning a donc été mis en place incluant plusieurs heures de séances d'holopsonie (pour la moitié des élèves) ou de musique non modifiée (pour les autres élèves) ainsi que la passation d'un test permettant de mesurer l'attention des enfants avant et après les séances.

Vous trouverez, en complément de cette lettre, le planning envisagé pour votre enfant si celui-ci participe au projet. L'intérêt d'avoir constitué ce planning à l'avance est de vous éclairer au maximum sur les démarches envisagées et les cours que votre enfant manquerait. Cependant, vous **êtes tout à fait libres d'accepter ou de refuser que votre enfant participe** à ce projet. En outre, même si vous donnez votre accord, **vous pouvez y mettre un terme quand vous le souhaitez sans avoir à vous justifier**.

Effectuer cette recherche avec un maximum de rigueur nécessiterait l'absence de votre enfant à certaines heures de cours durant la période de la recherche, comme il est indiqué sur le planning envisagé pour lui. Nous avons proposé aux professeurs d'aménager leur programme en conséquence, afin que les enfants ne prennent pas de retard dans leurs apprentissages.

Bien entendu, les données recueillies resteront strictement confidentielles et ne seront consultées que par les collaborateurs de cette recherche et moi-même. En outre, vous recevrez un compte-rendu écrit résumant les résultats de cette étude.

En complément de cette lettre, vous trouverez donc :

- Le **planning** de votre enfant qui prévoit :
 - la passation du premier test d'attention
 - les séances d'holopsonie ou de musique non modifiée : du ... au ...
 - la passation du deuxième test d'attention
- Le **formulaire de consentement** pour la participation à ce projet. Celui-ci est à remettre, en cas d'accord, avant le xxx à Mr X, accompagné ou non d'une demande de modification du planning de votre enfant. Sans réception de ce document, votre enfant ne participera pas à cette étude.

Si vous avez des questions ou souhaitez davantage d'informations, vous pouvez me joindre :

Par mail : xxx

Par téléphone : xxx

Je vous remercie à l'avance pour votre aide qui m'est très chère.
Cordialement,

Lucile BOURDIN

Signature du principal du collège, Mr X :

Signature du directeur adjoint chargé de la SEGPA, Mr X :

Formulaire de consentement

Melle Bourdin m'a proposé de participer à une recherche ayant pour objet l'étude de l'effet de l'holopsonie sur les capacités attentionnelles d'enfants en difficultés scolaires.

Il m'a été précisé que je suis libre d'accepter ou de refuser de participer à cette étude et que ma décision n'influencera en aucun cas les relations avec le personnel du collège.

J'accepte de participer à cette étude dans les conditions qui sont exposées et je donne mon accord pour que mon enfant y participe également. Mon consentement ne décharge en rien les organisateurs de cette étude de leurs responsabilités et je conserve tous les droits qui me sont garantis par la loi.

Je pourrai à tout moment mettre un terme à ma participation à l'étude sans en supporter aucune conséquence ni avoir à me justifier. J'en informerai simplement Melle Bourdin.

Comme précisé, les données recueillies resteront strictement confidentielles et je n'autorise leur consultation que par Melle Bourdin, coordinatrice de cette recherche et par les personnes qui collaborent à cette recherche.

J'accepte que les données enregistrées à l'occasion de cette étude puissent faire l'objet d'un traitement informatisé.

J'ai bien noté que le droit d'accès prévu par la loi « informatique et libertés » du 6 janvier 1978 modifiée par la loi n°94-548 du 1er juillet 1994 s'exerce à tout moment et que je pourrai exercer mon droit d'opposition et de rectification auprès de Melle Bourdin.

Fait à _____ le _____

Nom :

Signature des parents:

Signature de l'enfant:

Résumé

L'holopsonie: une approche sensorielle et ses effets sur les capacités attentionnelles d'enfants en difficultés d'apprentissages

Objectif: De nombreuses questions persistent au sujet des troubles de l'attention, notamment sur l'étiologie et les mécanismes sous-jacents. Concernant leur prise en charge, nous recherchons actuellement de nouvelles méthodes alternatives aux médicaments, efficaces, inoffensives et davantage individualisées. L'holopsonie est une méthode de stimulation auditive personnalisée, basée sur le postulat que le corps humain fonctionnerait comme un hologramme et qu'il serait donc possible d'agir sur la globalité de l'humain par l'intermédiaire de l'oreille interne. A travers cette étude, nous étudions plus spécifiquement si cette méthode pourrait favoriser une amélioration des capacités attentionnelles et être donc une nouvelle solution pour prendre en charge les troubles de l'attention.

Hypothèses :

- Hypothèse principale (H): « Un court programme d'holopsonie peut améliorer les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages ».
- Hypothèses secondaires :
 - H1** : « Un court programme d'holopsonie améliore tous les facteurs attentionnels ainsi que l'inhibition et la flexibilité ».
 - H2** : « Un court programme d'holopsonie améliore le temps de traitement de l'information ».
 - H3** : « Un court programme d'holopsonie améliore aussi bien l'attention auditive que l'attention visuelle ».

Méthodologie : Notre population est constituée de 23 enfants entre 11 ans 7 mois et 13 ans 6 mois (9 filles et 14 garçons), tous issus d'une classe de sixième en Section d'Enseignement Général et Professionnel Adapté (SEGPA) et n'ayant pas été diagnostiqués TDA/H. Nous utilisons une méthode expérimentale intergroupe selon le modèle test-retest. Les démarches se déroulent en trois temps :

- Evaluation de l'attention des 23 participants à l'aide de la version A du TEA-Ch et de trois épreuves de la NEPSY II (*Inhibition, Attention auditive et Réponses associées*).
- 8 séances de 45 minutes :
 - D'holopsonie pour 12 enfants (groupe expérimental),
 - De musique non modifiée pour 11 enfants (groupe contrôle).
- Evaluation de l'attention des 23 participants à l'aide de la version B du TEA-Ch et des mêmes épreuves de la NEPSY II.

Résultats : 19 notes sur les 25 prises en compte sont améliorées suite aux séances d'holopsonie et seulement trois augmentent suite aux séances de musique non modifiée. Globalement, l'attention soutenue et le temps de traitement de l'information s'améliorent suite aux séances d'holopsonie. Cette dernière semble agir sur l'attention auditive et l'attention visuelle.

Conclusion : Plusieurs séances d'holopsonie semblent globalement améliorer les capacités attentionnelles des enfants en difficultés d'apprentissages. Il est difficile de connaître précisément les mécanismes d'action de cette méthode mais nous supposons qu'elle est un bon entraînement pour le cerveau puisque ce dernier cherche en permanence à rétablir la musique originale. Les résultats vont également en faveur d'un fonctionnement holographique du système auditif. L'holopsonie pourrait donc certainement être une nouvelle solution pour prendre en charge les enfants souffrant de troubles de l'attention et les aider dans leurs apprentissages. Plusieurs pistes de recherches sont à envisager afin d'enrichir et de compléter notre étude. Il nous paraît notamment intéressant d'étudier les effets de l'holopsonie selon une approche globale et non seulement sur certains troubles ou symptômes en particulier.

Mots-clés : Attention, Capacités attentionnelles, Troubles de l'attention, Holopsonie.

Abstract

The Holopsonie, a sensory approach and its effects on attentional capacities of children with learning disorders.

Objective : To this day, many questions surrounding attention deficits persist, especially concerning its etiology and underlying processes. Currently there is a great deal of research being done on potential treatment methods that could provide alternatives to pharmaceutical treatments and that would be efficient, harmless and more customized to the individual. Holopsonie is a personalized auditory stimulation method based on the postulate according to which the human body functions as a hologram and that it would therefore be possible, through the inner ear, to act on the individual as a whole. In this study, our goal is to see more specifically if this method could improve attentional capacities and therefore serve as a new solution in the treatment of attention deficiencies.

Hypotheses:

- *Primary hypothesis (H):* “A short holopsonie program can improve the attentional capacities of children with learning disabilities.
- *Secondary hypotheses :*
 - H1 :** « A short holopsonie program improves all attentional factors as well as inhibition and set shifting ».
 - H2 :** « A short holopsonie program improves the time of information processing ».
 - H3 :** « A short holopsonie program improves auditory attention as well as visual attention ».

Method :

Our population consisted of 23 children between the ages of 11 years 7 months and 13 years 6 months (9 female, 14 male), all of which are in sixth grade (sixième) and attend a Section d’Enseignement Général et Professionnel Adapté (SEGPA). They haven’t been diagnosed with ADD/ADHD.

We used an experimental intergroup method following the test-retest model.

Our procedure follows three steps:

- Attention evaluation of the 23 participants using the A version of the TEA-Ch and three subtests of the NEPSY II (*Inhibition, Auditory Attention, and Associated Responses*)
- 8 sessions of 45 minutes each of:
 - Holopsonie for 12 children (experimental group).
 - Non-modified music for 11 children (control group).
- Attention evaluation of the 23 participants using version B of the TEA-Ch and the same subtests of the NEPSY II.

Results:

We saw an improvement in 19 grades of the 25 taken into account following the holopsonie sessions, and only three grades were improved following the sessions of non-modified music. As a whole, sustained attention and the speed of information processing improved following the holopsonie sessions. There also seems to have an effect on auditory and visual attention.

Conclusion :

The attentional capacities of children with learning disabilities seem to be improved by a few sessions of holopsonie. It is still difficult to understand precisely the processes underlying this method but we suppose that it can be considered as a form of training for the brain that is constantly trying to reestablish the original music. The results are also in favor of a holographic mode of functioning concerning the inner ear. Holopsonie could therefore be a new solution for the treatment of attention deficiencies in children and could help their learning process. Many research possibilities are to be considered in order to further understanding and complete this study. It seems of particular interest to us to study the effects of holopsonie using a more global and holistic approach instead of concentrating on particular disorders or symptoms.

Key words : Attention, Attentional capacities, Attention disorders, Holopsonie.