

MEMOIRE

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

Eugénie BARSSOFF et Louise VANDERLYNDEN

soutenu publiquement en juin 2015 :

**Élaboration d'un protocole d'entraînement
des fonctions exécutives basé sur des jeux
vidéo : une prise en charge 2.0 pour l'enfant
présentant un syndrome dys-exécutif avec
troubles associés**

MEMOIRE dirigé par :

Loïc GAMOT, Orthophoniste à Auchel, et Enseignant à l'Institut d'Orthophonie de Lille

Lille – 2015

Remerciements

Nous tenons tout d'abord à remercier notre maître de mémoire Monsieur Loïc Gamot, pour ses conseils, sa patience, et sa disponibilité tout au long de notre travail.

Nous remercions tous les orthophonistes volontaires, sans lesquels notre mémoire n'aurait pu aboutir, pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre projet.

Merci aux enfants, curieux et champions des jeux vidéo, ainsi qu'à leurs parents qui ont accepté de prendre part à ce projet.

Merci à nos amis d'avoir expérimenté notre travail, de nous avoir aidées et supportées au quotidien.

Enfin, merci à nos familles qui nous ont soutenues tout au long de nos études, et particulièrement cette année.

Résumé :

Au sein de la multitude de troubles « dys » rencontrés couramment chez les orthophonistes, il en est un dont on entend peu parler : le syndrome dys-exécutif. Fréquemment associé aux différentes pathologies prises en charge par les orthophonistes, les éléments de rééducation de ce syndrome chez l'enfant font défaut. Pour tenter d'apporter des propositions aux thérapeutes, ce mémoire présente l'étude d'un protocole d'entraînement des fonctions exécutives basé sur des jeux vidéo gratuits. Le support numérique apporte un concept original et adapté à cette prise en charge qui paraît manquer de matériel.

Nous profitons de ce projet pour rappeler les données théoriques concernant cette pathologie particulière, son évaluation ainsi que sa prise en charge. Nous abordons également les aspects intéressants des jeux vidéo pour la thérapie. Nous y détaillons ensuite notre démarche d'élaboration du protocole d'entraînement des fonctions exécutives. La méthode d'évaluation adoptée pour objectiver une éventuelle efficacité de l'utilisation de ce protocole auprès d'enfants scolarisés du CE1 au CM2 y est également exposée.

Mots-clés :

Orthophonie – Rééducation – Enfant (6 – 12 ans) – Fonctions exécutives – Jeux vidéo

Abstract :

Among the multitude of « dys » disorders commonly rehabilitated by speech therapists, there is one that we don't hear much about: the dys-executive syndrome. Frequently associated with different pathologies treated by speech therapists, rehabilitation's elements of this syndrome for the children are lacking. In an attempt to bring solutions to the therapists, this thesis presents the study of a training protocol for the executive functions based on free video games. The numerical medium provides an original and adapted material concept to this reeducation.

This project reminds the theoretical data about this particular pathology, its assessment and its reeducation. We also discuss the attractive aspects of video games for the therapy. Then, we detail our approach to develop the training protocol for the executive functions. The evaluation method adopted to objectify any efficient use of this protocol with school children from CE1 to CM2 is also on display.

Keywords :

Speech therapy – Reeducation – Child (from 6 to 12 years) – Executive functions – Video games

Table des matières

Introduction	1
Contexte théorique, buts et hypothèses	3
1. Les fonctions exécutives	4
1.1. Définition générale	4
1.2. Les différentes composantes exécutives	5
1.2.1. La formulation d'un but, l'intention	5
1.2.2. La planification	6
1.2.3. L'inhibition	6
1.2.4. La flexibilité	6
1.2.5. La vérification	6
1.3. La symptomatologie du syndrome dys-exécutif	7
1.4. Les différentes étiologies du syndrome dys-exécutif	8
1.4.1. Les épilepsies	8
1.4.2. Le Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDAH)	8
1.4.3. Les affections neurologiques acquises (traumatismes crâniens, accidents vasculaires cérébraux, tumeurs cérébrales)	8
1.4.4. La prématurité	9
1.4.5. La dyspraxie	9
1.4.6. Les troubles spécifiques des apprentissages : la dyslexie-dysorthographe et la dyscalculie	9
1.4.7. L'autisme	10
1.5. L'évaluation des fonctions exécutives	10
1.5.1. Les batteries regroupant plusieurs épreuves	11
1.5.1.1. Le GREFEX : Groupe de Réflexion sur l'Évaluation des Fonctions Exécutives (Godefroy et al., 2001-2008)	11
1.5.1.2. La NEPSY-II : bilan NEuroPSYchologique de l'enfant (Korkman, Kirk et Kemp, 2012)	11
1.5.1.3. La BADS (Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome, par Wilson, Alderman, Burgess, Emslie et Evans, 1996)	12
1.5.2. Les tests de planification	14
1.5.2.1. La tour de Londres (Shallice, 1982)	14
1.5.2.2. Les labyrinthes	14
1.5.2.3. Les tâches de fluences verbales	14
1.5.2.4. La figure de Rey (Rey, 1960), en modalité de copie	15
1.5.3. Les test d'inhibition	15
1.5.3.1. Le test Stroop (Stroop, 1935)	15
1.5.3.2. La tâche de Go-NoGo	16
1.5.3.3. Les tâches de tapping	16
1.5.3.4. Le Hayling test (Burgess et Shallice, 1996)	16
1.5.4. Les test de flexibilité mentale	17
1.5.4.1. Le Trail Making Test (TMT) (Reitan, 1955)	17
1.5.4.2. La frise de Luria (Luria, 1966)	17
1.5.4.3. Le Wisconsin Cards Sorting Test (WCST) (Grant et Berg, 1948, puis version courte : le MCST de Nelson, 1976)	17
1.5.5. Questionnaire	17
1.6. La rééducation des fonctions exécutives	18
1.6.1. Orthophonie et fonctions exécutives	19
1.6.1.1. Le langage interne	19

1.6.1.2. Les pré-requis exécutifs.....	20
1.6.1.3. Pathologies.....	21
1.6.2. Approches rééducatives.....	22
1.6.2.1. Remédiation comportementale.....	22
1.6.2.2. Intervention neuropsychologique.....	22
1.6.2.3. Remédiation cognitivo-comportementale.....	23
1.6.2.4. Accompagnement parental.....	23
2. Les jeux vidéo gratuits en ligne.....	24
2.1. Définition.....	24
2.2. Les différents types de jeux vidéo en ligne.....	24
2.2.1. Réflexion.....	24
2.2.2. Plates-formes.....	25
2.2.3. Adresse.....	25
2.2.4. Autres.....	25
2.3. L'enfant et les jeux vidéo.....	26
2.4. La rééducation par le jeu vidéo.....	27
3. Objectifs et hypothèses.....	29
3.1. Objectifs.....	29
3.2. Hypothèses.....	30
Sujets, matériel et méthode.....	31
1. Les participants.....	32
1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion.....	32
1.2. Méthode de recherche de l'échantillon.....	32
1.3. Présentation des patients.....	34
1.4. Présentation du sujet témoin.....	37
2. Le protocole expérimental.....	38
2.1. Description et déroulement du protocole.....	38
2.1.1. Bilan pré-test.....	38
2.1.2. Entraînement des fonctions exécutives par les jeux vidéo.....	38
2.1.2.1. Modalités pratiques.....	38
2.1.2.2. Modalités d'accompagnement orthophonique.....	38
2.1.3. Bilan post-test.....	39
2.2. Choix des épreuves.....	40
2.3. Choix des jeux vidéo.....	42
Résultats.....	45
1. Résultats quantitatifs.....	46
1.1. Comparaison des résultats pré et post-tests des patients.....	46
1.2. Comparaison des résultats des patients et du sujet témoin.....	47
1.3. Comparaison entre les résultats pré et post-tests au jeu vidéo non entraîné « Monkey go happy ».....	48
1.4. Réponses au questionnaire.....	49
2. Résultats qualitatifs.....	51
2.1. Présentation des résultats par patient.....	51
2.1.1. Patient 1.....	51
2.1.2. Patient 2.....	51
2.1.3. Patient 3.....	51
2.1.4. Patient 4.....	52
2.1.5. Patient 5.....	52
2.1.6. Patient 6.....	52
2.1.7. Patient 7.....	52
2.2. Étude clinique de l'entraînement par les jeux vidéo d'un patient.....	53
Discussion.....	55

1.Synthèse des résultats et validation des hypothèses.....	56
2.Critiques méthodologiques.....	56
2.1.Organisation générale.....	56
2.2.Limites du bilan.....	58
2.2.1.Critique pratique.....	58
2.2.2.Critique des conditions de passation.....	58
2.2.3.Critique des épreuves de bilan.....	59
2.3.Limites du protocole d'entraînement.....	60
2.4.Limites des jeux vidéo gratuits.....	61
3.Discussion des résultats.....	61
4.Intérêt en orthophonie et ouverture.....	61
Conclusion.....	63
Bibliographie.....	65
Liste des annexes.....	70
Annexe n°1 : Annonce de recherche d'une population.....	71
Annexe n°2 : Lettre d'information destinée aux orthophonistes	71
Annexe n°3 : Lettre d'information destinée aux parents ou tuteurs légaux	71
Annexe n°4 : Consentement de participation	71
Annexe n°5 : Protocole de bilan.....	71
Annexe n°6 : Protocole d'entraînement.....	71
Annexe n°7 : Questionnaire.....	71

Introduction

Les fonctions exécutives interviennent dans toutes les tâches de la vie quotidienne. Elles permettent au tout-un-chacun d'être adapté face à une situation nouvelle ou complexe, et ce quel que soit l'environnement dans lequel il se trouve.

Au-delà de la vie quotidienne, les fonctions exécutives entrent également dans le champ de l'orthophonie. En effet, leur atteinte chez l'enfant peut engendrer des difficultés d'apprentissages non négligeables.

C'est pourquoi nous proposons, à travers ce mémoire, d'élaborer un protocole d'entraînement du syndrome dys-exécutif chez l'enfant.

Pour cela, il nous paraît intéressant de sélectionner un support attrayant pour les jeunes patients. La multiplication des supports numériques et la banalisation d'Internet étant incontestable, nous avons choisi de créer un protocole d'entraînement basé sur l'utilisation de jeux vidéo gratuits en ligne.

Après avoir rappelé quelques notions théoriques, nous les exploiterons pour composer notre protocole de rééducation. Nous décrirons les différentes étapes de cette élaboration ainsi que son expérimentation auprès de sept enfants. Nous ferons une analyse des résultats obtenus pour ensuite conclure par les limites que nous avons pu formuler, et par les apports de ce projet dans notre formation.

Contexte théorique, buts et hypothèses

1. Les fonctions exécutives

1.1. Définition générale

En neuropsychologie cognitive, le terme de « fonctions exécutives » désigne l'ensemble des processus qui permettent qu'une tâche soit correctement exécutée, en fonction de l'intentionnalité du sujet. C'est une entité plus ou moins hétérogène de processus cognitifs de haut niveau qui entraînent un comportement flexible et adapté au contexte. (Desgranges, Eustache et Faure, 2013).

Mazeau (2005) définit les fonctions exécutives comme « *un chef d'orchestre qui organise, contrôle et harmonise les traitements de chacun des modules cérébraux et régule les interconnexions constantes de l'ensemble.* »

Les fonctions exécutives sont des fonctions supérieures très complexes qui permettent de faciliter l'adaptation à des situations nouvelles, inhabituelles, conflictuelles ou complexes.

Ces situations nécessitent l'intervention de différentes fonctions très diverses : l'initiation de comportements, la planification de l'action, l'inhibition de réponses prédominantes, la génération d'hypothèses, la résolution de problèmes, la prise de décisions, la flexibilité mentale, la vérification des résultats, la capacité d'auto-correction (Collette, 2004).

Les fonctions exécutives interviennent toujours dans des activités dirigées vers un but, et non routinières, non automatisées ou complexes.

Dans ces situations, elles permettent de réguler notre activité cognitive et nos comportements.

D'après Mazeau (2008), chaque tâche à exécuter suppose une élaboration très précise en 4 étapes :

- 1 : analyse des données initiales, avec le choix du but à atteindre
- 2 : élaboration d'un plan organisé en phases nécessaires à la réalisation de la tâche

- 3 : exécution des phases au moment adéquat
- 4 : comparaison des résultats et des données initiales, puis arrêt ou mise en place d'ajustements adaptés au but fixé.

En 1997, Rabbitt propose 8 critères pour affirmer qu'une situation fait effectivement appel aux processus des fonctions exécutives :

- la nouveauté de la situation
- la recherche active et planifiée d'informations en mémoire à long terme
- la supervision attentionnelle
- l'inhibition de réponses non appropriées
- la coordination de 2 tâches réalisées simultanément
- la détection d'erreurs
- l'attention soutenue
- l'accessibilité à la conscience

Les nombreuses études menées à ce sujet (exemples : Seron 2009, Roy et al. 2012) s'accordent pour affirmer que ces fonctions très élaborées sont principalement liées à une activité de la partie antérieure des lobes frontaux, et des régions sous-corticales.

1.2. Les différentes composantes exécutives

1.2.1. La formulation d'un but, l'intention

Il s'agit de la mise en route, de l'initiation de l'action. En effet, il faut saisir la situation, se donner un but à atteindre, et démarrer l'action, en maintenant le rythme tout au long de l'exécution de la tâche.

Cela correspond à la « *mobilisation énergétique et cognitive qui permet le démarrage et le maintien en action des autres fonctions exécutives associées à la mise en œuvre des schémas cognitifs au moment d'entreprendre toute action intentionnelle.* » (Gagné, Leblanc, et Rousseau, 2008).

Un déficit d'initiation est marqué par une incapacité à débiter une tâche sans l'aide d'un tiers.

1.2.2. La planification

Il s'agit d'élaborer un plan avec les différentes étapes à effectuer selon un ordre précis, afin d'aboutir à l'exécution correcte de la tâche. Ce processus de planification intervient seulement si la tâche n'est pas routinière. En effet, une tâche devenue presque automatique ne nécessite que peu de contrôle exécutif. Des difficultés à ce niveau se révéleront principalement par des difficultés d'organisation. On verra par exemple des problèmes dans l'organisation des tâches, dans la structuration du travail à effectuer, et dans la prise de décisions lors de situations non routinières (Mazeau, 2008).

1.2.3. L'inhibition

Il s'agit de sélectionner les schémas pertinents pour répondre au but posé, et de supprimer ceux qui ne le sont pas. De façon concrète, il s'agit de résister ou de ne pas agir avec impulsivité face à un stimuli, au moment approprié. C'est un processus d'auto-contrôle cognitif qui s'active en permanence. C'est lui qui permet de faire face à l'apparition de distracteurs durant la réalisation d'une tâche (Moret et Mazeau, 2013).

1.2.4. La flexibilité

Il s'agit de la « *capacité à passer d'un type de traitement de l'information à un autre de manière fluide et rapide.* » (Noël, 2007). C'est pouvoir passer d'un comportement à un autre aussi rapidement que l'environnement l'exige. Un enfant qui a des difficultés de flexibilité produira alors des persévérations et pourra présenter une intolérance aux changements survenant dans la vie quotidienne mais aussi dans les apprentissages.

1.2.5. La vérification

Il s'agit de confronter le résultat obtenu avec les données et buts initiaux. Si le sujet n'est pas satisfait, il pourra ainsi faire des allers-retours pour commettre des ajustements, afin de répondre à l'objectif fixé initialement (Eustache, Lechevalier, Viader, 2008). Un sujet qui a des difficultés pour vérifier ses productions sera donc incapable d'auto-correction.

L'atteinte de ces différentes fonctions exécutives constitue le syndrome dys-exécutif.

1.3. La symptomatologie du syndrome dys-exécutif

Les troubles des fonctions exécutives se manifestent dans des situations de vie quotidienne, avec des conséquences au niveau cognitif, émotionnel, social et comportemental (Fournet, Le Gall, Roulin, Roy, 2012), par :

- des difficultés ou l'incapacité d'adaptation aux situations nouvelles ou imprévues
- de l'impulsivité
- une distractibilité et des erreurs d'inattention
- une difficulté à trouver les bonnes stratégies pour résoudre un problème
- des difficultés à s'organiser
- une intolérance au changement et à la frustration
- une difficulté à prendre en compte deux consignes à la fois, ou gérer deux stratégies sur une même tâche
- un manque de rétro-contrôle (difficulté à réajuster ses stratégies si elles ne sont pas efficaces, à avoir un regard critique sur ses propres productions...)
- des persévérations, verbales, motrices, comportementales
- des écholalies et échopraxies
- des irruptions d'automatismes par manque d'inhibition
- des diversions et « coq-à-l'âne » au niveau verbal discursif, par associations successives d'idées non inhibées
- des troubles de la pragmatique ; le sujet (son discours, son comportement) n'est pas adapté socialement
- des réponses aléatoires (de type « n'importe quoi »)
- une maladresse gestuelle
- une rigidité mentale
- une grande fatigabilité
- un manque d'autonomie
- des difficultés de maîtrise des émotions

1.4. Les différentes étiologies du syndrome dys-exécutif

Notre liste des étiologies possibles du syndrome dys-exécutif n'est pas exhaustive. Nous allons aborder les plus courantes, et les plus développées dans la littérature.

1.4.1. Les épilepsies

« *L'épilepsie représente l'une des affections neurologiques les plus fréquentes dans l'enfance et peut s'associer, parfois de façon considérable, à des troubles du développement cognitif, émotionnel et psycho-social.* » (Jambaqué, 2008).

En effet, certains types d'épilepsie peuvent entraîner des troubles dys-exécutifs, notamment si le siège de l'épilepsie est localisé dans la région frontale. On rapporte alors des difficultés d'attention soutenue, des troubles de résolution de problèmes, et une impulsivité (Auclair et Siéroff, 2008).

1.4.2. Le Trouble Déficitaire de l'Attention avec ou sans Hyperactivité (TDA/H)

Le TDA/H regroupe une triade symptomatique, à savoir le déficit d'attention, l'hyperactivité motrice et l'impulsivité. Le principal signe d'atteinte exécutive dans le TDA/H est donc un déficit de l'inhibition. Chez ces enfants, on verra par conséquent une impulsivité manifeste, un déficit de contrôle, qu'il soit verbal ou moteur, une sensibilité à l'interférence, des persévérations, des comportements inappropriés à la tâche ou à la situation (Sergeant et al., 2002).

1.4.3. Les affections neurologiques acquises (traumatismes crâniens, accidents vasculaires cérébraux, tumeurs cérébrales)

Le traumatisme crânien peut engendrer un syndrome dys-exécutif, notamment si les régions touchées sont frontales. Et les conséquences sur son devenir scolaire et social seront considérables. En effet, « *les déficits cognitifs seront plus sévères que chez l'adulte car les lésions affectent des fonctions en plein développement, donc plus vulnérables.* » (Taylor et Alden, 1997, cités par Le Gall, Roy et Roulin, 2007).

1.4.4. La prématurité

Les enfants prématurés constituent une population à risque dans le domaine des troubles des fonctions exécutives.

En 2014, M. Monnier et al. ont affirmé que des enfants prématurés âgés de 5-6 ans pouvaient déjà présenter des difficultés au niveau du traitement séquentiel de l'information, et de l'attention soutenue. Cependant, ces difficultés « *ne semblaient pas encore bien reconnues par les parents dans leurs réponses aux questionnaires et vraisemblablement aussi par les enseignants à cet âge où elles ont encore peu de répercussions sur le plan scolaire et peu d'impact sur la vie quotidienne de l'enfant.* »

Il est donc essentiel de suivre ces enfants, et d'être attentif aux répercussions probables des difficultés exécutives sur leur devenir quotidien.

1.4.5. La dyspraxie

Dans leur étude de 2011, Toussaint-Thorin et al. ont fait passer des épreuves d'évaluation des fonctions exécutives à des enfants atteints de dyspraxie développementale (trouble durable et sévère entraînant des difficultés dans l'acquisition des mouvements et gestes volontaires). Ces tests ont montré un ralentissement du traitement de l'information, des difficultés dans les tâches visuo-spatiales, des troubles de l'inhibition et de la planification. L'atteinte de cette dernière fonction était la plus attendue, car le déficit de programmation (des mouvements) joue un rôle important dans la dyspraxie. De plus, les questionnaires parentaux mettaient en évidence des troubles des fonctions exécutives chez plus de la moitié des enfants dyspraxiques. Ainsi, le trouble dys-exécutif se manifesterait chez ces enfants par des difficultés de planification, d'inhibition et d'organisation.

1.4.6. Les troubles spécifiques des apprentissages : la dyslexie-dysorthographe et la dyscalculie

Le fonctionnement exécutif se manifeste dans les deux versants de la langue écrite : la production et la réception. La lecture, par exemple, est une activité cognitive complexe et les fonctions exécutives sont indispensables pour « *la recherche et la sélection d'informations pertinentes parmi l'ensemble des stimuli* » essentielles à la lecture (George, 2009). Dans le décodage et la compréhension des symboles écrits, nous utilisons nos capacités exécutives : par l'inhibition des distracteurs, la

planification de la suite du mot ou de la phrase, la possibilité de lire une grande quantité de mots différents, quel que soit le contexte de présentation, grâce à la flexibilité mentale, et la vérification de notre lecture par la cohérence du message que nous sommes en train de lire.

Selon Flessas et Lussier (2009), la dyscalculie inclut des troubles du raisonnement logique. Pour eux, les difficultés, notamment pour la résolution de problèmes, résident dans l'existence de troubles des « *fonctions stratégiques* » qui englobent les fonctions exécutives.

Pour d'autres auteurs, les fonctions exécutives sont nécessaires à l'apprentissage des mathématiques et leur atteinte est une hypothèse aux troubles du calcul (Van Hout, 2005). Elles font en effet partie des principales fonctions engagées dans les activités arithmétiques (Mazeau, 2006).

1.4.7. L'autisme

Grâce à son étude, Labryère (2006) montre que l'enfant autiste présente des troubles au niveau de la théorie de l'esprit, mais aussi au niveau de la théorie de l'action. Ses résultats montrent que « *les sujets autistes ont des difficultés dans l'organisation des représentations de l'action portant particulièrement sur un niveau d'analyse centré sur l'utilisation des objets et sur l'établissement des liens temporels et causaux entre les différentes étapes nécessaires à l'accomplissement d'un but donné.* »

1.5. L'évaluation des fonctions exécutives

Les fonctions exécutives peuvent être évaluées par différentes épreuves. Le classement de celles-ci est assez difficile et arbitraire dans la mesure où chaque épreuve mobilise plusieurs composants exécutifs de façon indissociable, et également des capacités permettant le traitement du matériel proposé : langage, mémoire, compréhension, vue, audition, praxies, etc... Nous en proposons donc une présentation non exhaustive.

Les différentes composantes exécutives sont nécessaires les unes aux autres pour être efficaces, cependant certaines épreuves sollicitent de façon plus importante certaines fonctions exécutives. (Mazeau, 2013).

1.5.1. Les batteries regroupant plusieurs épreuves

1.5.1.1. Le GREFEX : Groupe de Réflexion sur l'Évaluation des Fonctions EXécutives (Godefroy et al., 2001-2008)

Le GREFEX inclut :

- 7 épreuves cognitives
- 1 questionnaire comportemental

Dans le GREFEX, les épreuves ont été sélectionnées grâce à 2 grands facteurs : d'une part ces épreuves ont fait l'objet de publications ayant démontré leur intérêt, et d'autre part un sondage sur les pratiques cliniques a également confirmé leur légitimité.

Ainsi, la batterie contient 7 épreuves qu'il est conseillé de faire passer en respectant cet ordre chronologique :

- 1 : fluences verbales
- 2 : test de Stroop
- 3 : Trail Making Test (TMT)
- 4 : Modified Cards Sorting Test (MCST)
- 5 : Double tâche de Baddeley
- 6 : Test de Brixton
- 7 : Test modifié des 6 éléments

Par conséquent, le GREFEX permet d'évaluer plusieurs processus exécutifs : la génération d'informations, l'initiation de l'action, l'inhibition, la flexibilité mentale, la déduction de règles, la coordination, la planification.

Cependant, cette batterie s'adresse aux personnes adultes ou âgées ayant un déficit cognitif, et non aux enfants d'âge scolaire et pré-scolaire.

1.5.1.2. La NEPSY-II : bilan NEuroPSYchologique de l'enfant (Korkman, Kirk et Kemp, 2012)

La NEPSY-II inclut des épreuves réparties en 5 grands domaines : fonctions sensori-motrices, traitements visuo-spatiaux, langage, mémoire et apprentissage, attention et fonctions exécutives.

C'est ce dernier domaine qui nous intéresse tout particulièrement. On y trouve 6 épreuves :

- Attention auditive et réponses associées
- Catégorisation : Ici, l'enfant doit trier des cartes en 2 groupes, selon ses propres critères. Cette épreuve évalue la capacité à formuler des concepts de base, à réaliser une action à partir de ces concepts (trier les cartes par catégorie), et passer d'un concept à un autre.
- Fluidité de dessins : Cette épreuve évalue la capacité de l'enfant à produire autant de motifs différents que possible en reliant 5 points disposés de façon aléatoire, puis de façon structurée. Cette tâche fait donc appel à la planification, l'inhibition des réponses antérieures, et la flexibilité mentale.
- Horloges : Cette épreuve permet d'évaluer la planification et l'organisation de l'enfant. Celui-ci doit dessiner une horloge et placer les aiguilles là où l'examineur lui demande.
- Inhibition : Cette épreuve évalue la capacité à inhiber des réponses automatiques afin de donner de nouvelles réponses. L'enfant regarde des séries de formes ou de flèches noires ou blanches, et doit nommer soit la forme (ou la direction de la flèche), soit une autre réponse selon la couleur de la forme (ou de la flèche).
- Statue : Ici, l'enfant doit rester dans la même position, les yeux fermés, pendant une durée de 75 secondes, et il doit inhiber toute réponse impulsive à des distracteurs sonores.

Certaines épreuves sont étalonnées dès l'âge 3 ans, d'autres à partir de 5 ans, et jusqu'à 16 ans 11 mois.

1.5.1.3. La BADS (Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome, par Wilson, Alderman, Burgess, Emslie et Evans, 1996)

Elle est composée de 6 sub-tests associant des tâches de manipulation ou de réflexion sur des situations très concrètes, et d'un questionnaire :

- Test d'alternance de règles : pour ce test, on utilise un jeu de cartes, et le sujet doit répondre oui ou non en fonction de la couleur de la carte présentée, puis dans un second temps en fonction de celle qui précède. Ce test explore

la capacité à se conformer à une nouvelle règle, ce qui correspond à la flexibilité mentale.

- Test du programme d'action : dans ce test, le sujet est confronté à un problème concret, qu'il doit résoudre en planifiant les différents schèmes d'actions pour parvenir à son objectif initial.
- Test des clés : ici, le sujet est placé dans une situation proche de la vie réelle, qui est la perte d'un trousseau de clés dans un endroit spacieux. Il devra alors faire preuve de stratégies et de contrôle pour explorer l'espace entier, afin d'être certain de retrouver ses clés.
- Test de jugement temporel : dans ce test, le sujet doit donner une estimation de la durée de plusieurs situations courantes.
- Test du zoo : pour ce test, le sujet bénéficie d'un plan de zoo, dans lequel il doit se repérer et se déplacer en suivant un parcours contraignant. Cela permet d'évaluer son orientation spatiale, et ses stratégies de planification.
- Test modifié des 6 éléments : ce test mobilise les capacités d'organisation, de planification et de contrôle du sujet, qui doit réaliser différentes tâches telles que des séries d'additions, des dictées, des dénominations d'images, sans que deux activités similaires se succèdent.
- Le « questionnaire de fonctionnement exécutif » (DEX) : il comporte 20 questions, destinées à mettre en lumière des difficultés comportementales chez le patient dys-exécutif. Deux exemplaires sont remplis : un par le patient, et un autre par un membre de son entourage ou un soignant proche, ce qui permet de révéler une éventuelle anosognosie chez le patient.

La BADS se situe à mi-chemin entre une évaluation papier-crayon classique et une évaluation écologique des fonctions exécutives. En effet, les épreuves se rapprochent fortement de situations de la vie réelle (exemple : organiser la visite d'un zoo), et permettent d'évaluer de manière plus écologique différents composants exécutifs : la flexibilité cognitive, la planification, la résolution de problèmes, l'estimation temporelle, le contrôle et la régulation comportementale (Allain, Aubin, Le Gall, 2001).

1.5.2. Les tests de planification

1.5.2.1. La tour de Londres (Shallice, 1982)

L'enfant doit déplacer des boules sur des tiges afin de reproduire des modèles. Il dispose de 3 boules de couleur (bleue, jaune et rouge), qu'il doit placer sur 3 tiges de tailles différentes, selon une disposition précise. Il doit reproduire le modèle en un nombre donné de déplacements, et tout cela en respectant 2 grandes règles : ne déplacer qu'une seule boule à la fois, et ne pas surcharger les tiges (exemple : la petite tige ne peut recevoir qu'une seule boule).

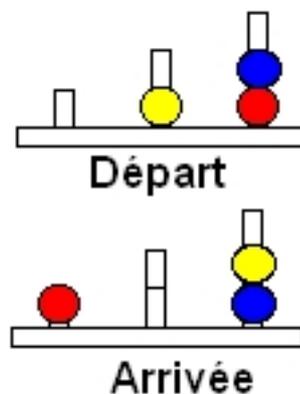


Figure 1 : Epreuve de la tour de Londres

1.5.2.2. Les labyrinthes

Ils sont présents dans le WPPSI-III (Wechsler, 2004, de 2 ans 6 à 7 ans 3), et dans le WISC-IV (Wechsler, 2005, de 6 ans à 16 ans 11). Ils obligent l'enfant à faire des détours pour arriver au but fixé, ce qui requiert un certain contrôle de l'impulsivité, une réflexion et une programmation des différentes étapes et directions à sélectionner. Si l'enfant ne parvient pas à planifier son cheminement, il va se heurter aux impasses contenues dans les labyrinthes. Ici, il semble important de noter que l'anticipation se fait par modalité oculomotrice.

1.5.2.3. Les tâches de fluences verbales

Il y a tout d'abord la fluence lexicale formelle (ou littérale) : on donne une lettre à l'enfant, et il doit évoquer un maximum de mots commençant par cette lettre durant le temps imparti. Par exemple, l'enfant doit évoquer des mots commençant par la lettre P, en 2 minutes. Ensuite, il y a la fluence lexicale sémantique (ou catégorielle) : on donne une catégorie sémantique à l'enfant, et il doit évoquer un maximum de mots

appartenant à cette catégorie durant le temps imparti. Par exemple, l'enfant doit évoquer des animaux, en 2 minutes. Pour chaque fluence, il faut noter les productions de l'enfant, ses persévérations s'il en réalise, et les stratégies utilisées, pour révéler ses compétences de planification. Parfois, on verra que l'enfant opte pour une stratégie morphologique car il évoque des mots compris dans la même famille lexicale ; d'autres enfants mettent en place une stratégie d'observation et évoquent des objets présents sur le lieu de l'examen, etc...

1.5.2.4. La figure de Rey (Rey, 1960), en modalité de copie

L'enfant doit copier une figure, qui n'a pas de signification évidente, et dont la réalisation graphique est accessible mais assez complexe pour solliciter une activité organisée. L'examineur note la stratégie de l'enfant : s'il est immédiatement attiré par l'armature centrale, ou bien au contraire s'il commence par des détails puis copie de proche en proche. Cette épreuve de copie peut également être complétée par une vérification et auto-critique de la part de l'enfant.

1.5.3. Les test d'inhibition

1.5.3.1. Le test Stroop (Stroop, 1935)

Cette épreuve est composée de 4 sous-épreuves d'une durée de 45 secondes chacune. Les trois premières sous-épreuves consistent en la lecture de noms de couleurs, et en la dénomination de couleurs. Dans la quatrième sous-épreuve, l'enfant doit, ligne par ligne, donner la couleur de l'encre avec laquelle est écrit le mot et non pas lire le mot lui-même.

En psychologie, l'effet Stroop désigne l'interférence observée entre une tâche principale et un processus cognitif interférant (Desbrosses, 2007). En effet l'enfant doit, pour réussir cette épreuve, inhiber un automatisme fortement marqué : ne pas lire le mot écrit qui correspond à une couleur, alors que la consigne demande d'énoncer une autre couleur.

1.5.3.2. La tâche de Go-NoGo

L'enfant doit réaliser une tâche simple en situation « go » (par exemple taper sur la table, appuyer sur un bouton, lever la main, dire un mot précis). La situation « go » correspond à l'apparition d'un signal connu pour déclencher la réponse motrice ou verbale. Mais en situation « no go », l'enfant a pour consigne de ne pas répondre lors de l'apparition d'un autre signal que l'item cible. Mazeau (2008) en rapproche pour illustration le jeu « Jacques a dit ».

1.5.3.3. Les tâches de tapping

On demande à l'enfant de réaliser une tâche simple sur imitation (par exemple taper 1 fois sur la table après que l'examineur a tapé 1 fois sur la table). Puis on introduit une deuxième tâche de type « conflit » ; avec cette tâche, on sollicitera les mêmes compétences, mais on demandera à l'enfant de faire l'inverse de ce qui a été demandé précédemment (ici, on dira à l'enfant de taper 1 fois quand l'examineur aura tapé 2 fois, et de taper 2 fois quand l'examineur aura tapé 1 fois). La réussite de l'enfant à cette épreuve réside dans sa faculté à inhiber l'automatisme précédemment acquis.

1.5.3.4. Le Hayling test (Burgess et Shallice, 1996)

Dans cette épreuve, on montre au sujet des phrases inachevées, dont le dernier mot est très prévisible. Ce sont des fins de phrases presque automatiques (exemple : « Le chien dort dans sa... »). Dans un premier temps, il doit compléter ces phrases avec les mots attendus en fonction du contexte des phrases.

Dans un deuxième temps, d'autres phrases lui sont présentées, et il doit les compléter par des mots non attendus, sans lien sémantique apparent. Une seule contrainte est imposée : le sujet doit respecter les exigences grammaticales des phrases (féminin, masculin, singulier, pluriel).

Enfin, les phrases vues à la première étape sont de nouveau présentées, seulement cette fois, le sujet doit générer des fins inattendues, mais toujours syntaxiquement correctes.

On suppose que les fins de phrases attendues seront activées, et devront donc être inhibées pour réussir la tâche.

1.5.4. Les test de flexibilité mentale

1.5.4.1. Le Trail Making Test (TMT) (Reitan, 1955)

Cette épreuve se compose de 2 parties : tout d'abord, l'enfant doit relier une série de chiffres dans le bon ordre, et dans l'ordre croissant. Puis l'enfant va devoir faire de même, mais cette fois il devra alterner les chiffres et les lettres de l'alphabet.

Ainsi, le résultat doit être le suivant : il doit avoir relié 1-A-2-B-3-C-4-D-5-E...etc.

Cette épreuve fait également appel à une certaine résistance face à des automatismes tels que le comptage ou le récit de l'alphabet. De ce fait, l'inhibition est aussi évaluée par cette épreuve.

1.5.4.2. La frise de Luria (Luria, 1966)

Ici, les capacités d'alternance de stratégies sont évaluées en demandant à l'enfant de dessiner une série de ponts carrés reliés les uns aux autres, puis une série de zig-zag triangulaires reliés les uns aux autres. Et ensuite on lui demande de dessiner en alternant ces deux motifs.

On peut relever des persévérations si l'enfant a un déficit de flexibilité mentale.

1.5.4.3. Le Wisconsin Cards Sorting Test (WCST) (Grant et Berg, 1948, puis version courte : le MCST de Nelson, 1976)

Cette épreuve consiste en un classement de cartes : l'enfant doit faire des catégorisations selon divers critères, que l'examineur modifie de façon implicite au cours de la passation. L'enfant doit donc déduire de lui-même la nouvelle règle, et être capable de s'adapter à celle-ci tout en gardant le même matériel. Par conséquent, il faut qu'il ait une bonne souplesse mentale pour éviter les persévérations.

1.5.5. Questionnaire

Nous allons évoquer le plus connu d'entre tous les questionnaires sur le fonctionnement exécutif : le BRIEF (Behaviour Rating Inventory of Executive Function), élaboré par Gioia et al. en 2000.

Cet outil se définit comme une mesure de l'ensemble des signes comportementaux qu'engendre le syndrome dys-exécutif chez l'enfant âgé de 5 à 18 ans.

Il existe une version destinée aux parents et une version pour l'enseignant de l'enfant.

Le BRIEF est un questionnaire comportant 86 items répartis en 8 échelles.

Les 8 échelles évaluent différents domaines inclus dans les fonctions exécutives : inhibition, flexibilité mentale, contrôle émotionnel, initiative, mémoire de travail, planification/structuration, organisation matérielle, et contrôle.

Chaque item est coté de 1 à 3, en fonction du degré d'occurrence du trouble (1 = jamais, 2 = parfois, 3 = toujours). Ainsi, un score élevé témoigne de la sévérité du dysfonctionnement exécutif de l'enfant.

Pour résumer, le thérapeute dispose de nombreux outils pour évaluer les fonctions exécutives :

Tests de Planification	La tour de Londres
	Les labyrinthes
	Les tâches de fluences
	La figure de Rey
Tests d'Inhibition	Test de Stroop
	Les tâches de Go-NoGo
	Les tâches de tapping
	Le Hayling Test
Tests de Flexibilité	Le Trail Making Test
	La frise de Luria
	Le Wisconsin Cards Sorting Test
Questionnaire	Le BRIEF
Batteries regroupant plusieurs épreuves	Le GREFEX
	La NESPY-II
	La BADS

Tableau I : Récapitulatif des épreuves d'évaluation des fonctions exécutives

1.6. La rééducation des fonctions exécutives

Une fois le syndrome dys-exécutif diagnostiqué chez un enfant, il est essentiel de pouvoir proposer des solutions adaptées, aussi bien à l'enfant qu'à ses parents. L'approche la plus courante est une prise en charge multi-dimensionnelle (M. Lazure et al., 2003), dont l'orthophoniste doit faire partie.

1.6.1. Orthophonie et fonctions exécutives

L'entraînement des troubles des fonctions exécutives par l'orthophoniste est justifié, dès lors qu'il permet la remédiation de difficultés de langage (oral et écrit), ou logico-mathématiques traitées en orthophonie.

1.6.1.1. Le langage interne

Le développement de certains comportements moteurs et de la plupart des fonctions cognitives s'appuient directement sur le langage, notamment en ce qui concerne l'inhibition (Luria, 1961). Ces acquisitions commencent avec l'écoute du discours de l'adulte, qui verbalise ses propres actes ainsi que ses raisonnements devant l'enfant. Ce dernier, en pleine découverte de ses propres capacités, voit ainsi un panel de stratégies s'offrir à lui pour tenter de comprendre, de maîtriser et d'utiliser ses compétences. Cet enfant crée alors son propre discours, en imitant celui de l'adulte, et l'évoque à voix haute. Le fait de s'entendre dire est encore nécessaire pour accompagner correctement ses actes. Par la suite, le langage s'« intériorise ». L'enfant n'a plus besoin d'entendre la voix de l'adulte, ni sa propre voix pour accomplir différentes tâches, qui nécessitaient auparavant de passer par la modalité orale. En pathologie, une hypothèse avance que cette intériorisation du langage est une des quatre fonctions exécutives atteintes chez un enfant présentant un syndrome dys-exécutif (Barkley, 1997). Si l'enfant n'a pas accès à ce langage interne alors nous observons des comportements traduisant, entre autre, d'un trouble de l'inhibition.

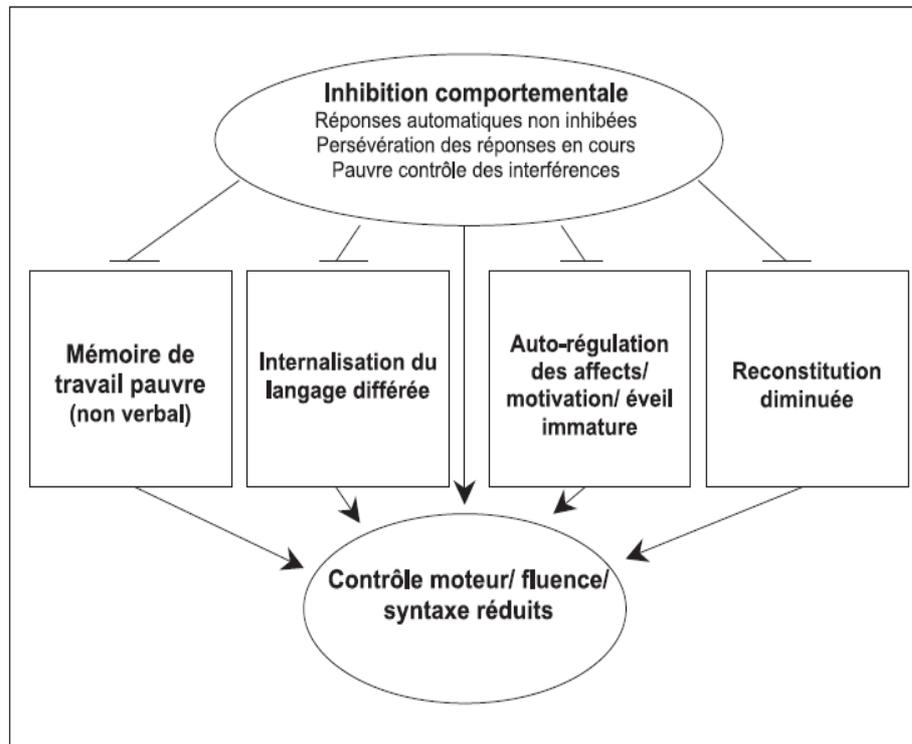


Figure 2 : Modèle hybride des fonctions exécutives de Barkley (1997)

1.6.1.2. Les pré-requis exécutifs

Les modèles placent souvent les fonctions exécutives comme des pré-requis à un certain nombre de capacités et d'apprentissages en acquisition chez l'enfant (Moret, Mazeau, 2013). En effet, nous observons en pathologie les conséquences d'une atteinte des fonctions exécutives sur de nombreux domaines. Ce lien entre les difficultés décrites et un trouble des fonctions exécutives n'est pas toujours évident d'emblée. En plus des troubles spécifiques des fonctions exécutives, immédiatement visibles dans la pratique clinique, l'atteinte exécutive est retrouvée dans la composante intrinsèque de nombreuses pathologies (dyslexie, dyscalculie, dyspraxie etc). Ainsi les troubles des fonctions exécutives sont identifiables cliniquement et ont des conséquences sur l'ensemble du développement de l'enfant.

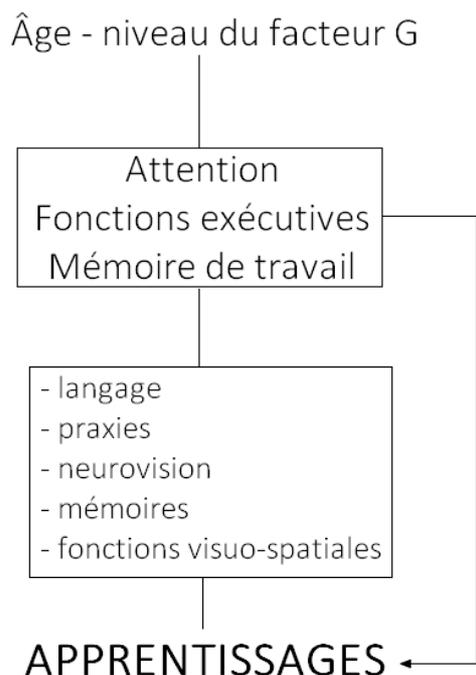


Figure 3 : Organisation hiérarchique des fonctions cognitives (Mazeau, 2006)

Un trouble des fonctions exécutives peut expliquer les difficultés observées chez certains enfants pris en charge par l'orthophoniste. La pratique du thérapeute doit donc s'attacher à réduire ces troubles afin que la rééducation soit la plus efficace possible. Cette atteinte exécutive se retrouve dans la description de nombreuses pathologies, telles que la dyslexie ou la dyscalculie, présentes dans le décret des compétences des orthophonistes.

1.6.1.3. Pathologies

L'atteinte des fonctions exécutives est souvent associée aux difficultés d'apprentissages que rencontrent les enfants suivis en orthophonie.

La rééducation des troubles du calcul et du raisonnement logico-mathématique fait partie du champ de compétence de l'orthophoniste d'après la Nomenclature Générale des Actes Professionnels (NGAP, 2005). Afin que la prise en charge orthophonique de la dyscalculie soit complète et efficace, l'orthophoniste doit s'intéresser à la remédiation des troubles des fonctions exécutives chez l'enfant.

Le trouble des fonctions exécutives est fréquemment associé à la dyslexie. Les enfants dyslexiques-dysorthographiques sont nombreux au sein des rééducations

orthophoniques. Les thérapeutes sont ainsi confrontés, plus ou moins directement, aux difficultés exécutives associées aux troubles du langage écrit.

Enfin, le syndrome dys-exécutif entraîne parfois des troubles de la communication et de la pragmatique du langage (Soriat-Barrière, Martinod, 2008). Les aspects cognitifs de haut niveau que sont les fonctions exécutives sont utilisés dans l'intentionnalité et la fonction du langage, dans l'adaptation à la situation et à l'interlocuteur, dans la régulation de l'échange, ainsi que dans l'organisation de l'information. Les fonctions exécutives sont également nécessaires à la focalisation sur les informations pertinentes et à la concentration sur l'acte de communication (Coquet, 2004).

1.6.2. Approches rééducatives

Les thérapeutes disposent de différentes approches concernant la rééducation du syndrome dys-exécutif. La rééducation des difficultés de fonctionnement exécutif chez l'enfant est encore en grande partie basée sur les observations des pathologies acquises, notamment chez l'adulte. La prise en charge la plus adaptée reste une approche pluridisciplinaire autour d'un enfant acteur de sa rééducation, avec le soutien de son entourage.

1.6.2.1. Remédiation comportementale

La remédiation comportementale utilise des techniques de renforcements positifs afin d'obtenir une modification des comportements indésirables. L'efficacité réelle de cette démarche n'est pas encore établie mais nous savons que les bénéfices observés disparaissent avec les aides externes. Les fonctions travaillées ne sont améliorées qu'en présence du support extérieur donné par le rééducateur. Lorsque l'enfant n'est plus soutenu par ces aides, ses compétences ne s'améliorent pas de façon suffisamment efficace (Lazure et al., 2003).

1.6.2.2. Intervention neuropsychologique

Comme dans la prise en charge de certaines autres pathologies, l'approche neuropsychologique vise une restauration des fonctions exécutives de type « bottom-up ». Il s'agit d'un entraînement intensif et répétitif de la fonction lésée.

Cet entraînement connaît des limites d'un point de vue de la généralisation (Lazure et al., 2003).

1.6.2.3. Remédiation cognitivo-comportementale

Cette prise en charge est basée sur des programmes d'entraînement cognitif visant le développement des capacités d'auto-régulation et la résolution de problèmes. L'enfant est amené à prendre conscience des déficits et des problèmes qu'il rencontre pour pouvoir développer ses capacités d'auto-régulation (Lazure et al., 2003).

Dans ce type de rééducation, le langage retrouve son statut de guide. Le « soliloque » permet par exemple de surmonter les difficultés dans un problème logique demandant l'intervention des fonctions exécutives (Albaret, 2006). L'enfant revient sur un discours oral adressé à lui-même, avant qu'il ne soit intériorisé. Il utilise le langage pour l'aider au niveau cognitif.

La prise en charge des habiletés sociales, lorsque les troubles exécutifs entraînent des comportements mal vus par les autres (s'imposer dans les jeux de groupe par exemple), constitue un travail sur l'explication du comportement mal venu. Puis l'enfant et le thérapeute appliquent les notions mises en exergue dans des jeux de rôle (Parent, Turgeon, 2012).

1.6.2.4. Accompagnement parental

Les parents ont un rôle important dans l'efficacité de la rééducation des fonctions exécutives de leur enfant. En effet, leur propre prise de conscience du problème et des solutions ainsi que leur engagement et leur implication dans la prise en charge permettent la cohérence, la continuité de la démarche d'intervention dans la vie quotidienne (Lazure et al., 2003).

La suite de notre travail s'inscrit dans une prise en charge cognitivo-comportementale, avec le support particulier que sont les jeux vidéo. La rééducation par les jeux vidéo permet de s'éloigner des approches de renforcement (type « bottom-up ») pour viser une prise en charge plus écologique (Virole, 2003).

2. Les jeux vidéo gratuits en ligne

Avec le développement et la banalisation d'Internet, l'offre de jeux vidéo gratuits a considérablement augmenté.

2.1. Définition

Les jeux vidéo se déclinent du plus simple au plus complet, d'un classique jeu d'écriture à un véritable jeu de rôle, avec ou non des éléments narratifs (Romo, 2012). Nous allons distinguer les différentes catégories de jeux qui peuvent être au service de l'entraînement des fonctions exécutives chez l'enfant. Le support numérique se présente aujourd'hui comme un support adapté à la pratique rééducative (Wierzbicki, Virole, 2011), au même titre que le matériel plus classique, type « papier-crayon ». Parmi tous les types de jeux vidéo (sur ordinateur, sur consoles, multijoueurs...), le jeu vidéo en ligne est le plus séduisant pour la pratique quotidienne, par sa gratuité et sa multitude d'offres de matériels différents, proche de l'illimité. Il s'agit de jeux accessibles sur Internet, par les navigateurs web, le plus souvent via des applications Flash. Certains jeux, demandant un abonnement payant ou impliquant un fonctionnement multijoueur, ne seront pas exploités dans la suite de cette présentation.

2.2. Les différents types de jeux vidéo en ligne

Les jeux vidéo sont répartis en différentes catégories afin de faciliter le choix du joueur en fonction de ses attentes.

2.2.1. Réflexion

Le jeu dit de réflexion est créé pour faire réfléchir le joueur et le mettre dans des situations problèmes (Le Diberder, 1998). Le joueur est amené à résoudre des situations complexes, présentées sous la forme de casse-tête, d'énigmes ou de labyrinthes par exemple.

Les jeux de type puzzle sont des jeux de réflexion particuliers. Il s'agit de placer des pièces ou des objets de façon précise ou dans un ordre déterminé afin de parvenir à l'objectif donné.

Ce type de jeu demande au patient de mobiliser ses capacités exécutives, notamment en ce qui concerne la planification et le raisonnement (particulièrement le raisonnement visuo-spatial pour les puzzles).

2.2.2. Plates-formes

Les jeux de plates-formes sont des jeux dits d'action. Le joueur contrôle un personnage qu'il doit faire sauter, courir, escalader etc. pour accéder à un endroit particulier de l'interface (Romo, 2012), en général grâce aux flèches du clavier de l'ordinateur. L'objectif premier est simple : accéder au niveau supérieur, en faisant preuve de concentration et en évitant les différents obstacles qui apparaissent au cours du jeu.

Certains jeux de plates-formes se combinent à des jeux de réflexion. Le patient doit ainsi résoudre le problème donné en guidant l'avatar dans le jeu.

2.2.3. Adresse

Ces jeux sont généralement des jeux d'action qui engagent la capacité de précision du joueur (Le Diberder, 1998). Des points sont accordés au joueur lorsqu'il accomplit correctement une tâche donnée, c'est-à-dire lorsqu'il se rapproche le plus possible de la cible ou lorsqu'il évite un maximum d'obstacles.

Pour réussir ce type d'activité, souvent en double tâche, le patient doit être concentré et maintenir son attention jusqu'à l'accomplissement de l'objectif donné ou la fin du temps accordé.

2.2.4. Autres

Certains jeux de simulation tels que les jeux de courses ou de sports peuvent être intéressants dans la pratique clinique. Il s'agit alors pour le patient d'être le meilleur, le plus rapide à effectuer la tâche demandée ou d'améliorer ses propres résultats (Romo, 2012). Cette tâche peut s'apparenter à une activité de la vie réelle et conduit le patient à faire un lien entre ce qu'il connaît et ce que le jeu lui propose. L'utilisation de ce genre de jeu ramène le monde extérieur dans le travail de rééducation.

2.3. L'enfant et les jeux vidéo

Les enfants grandissent aujourd'hui dans un monde extrêmement riche en informations audio-visuelles. Certains chiffres avancent même que 90% des enfants en âge d'être scolarisés jouent aux jeux vidéo (Bavelier, 2012).

La société actuelle plonge les enfants dans un monde d'écrans de toutes sortes, qu'ils apprécient et utilisent avec plaisir. D'après les données recueillies par GfK médiamétrie, en 2013, on dénombre 6,5 écrans par foyers français. En effet, 97,6% des français possèdent une télévision, 3 foyers sur 10 disposent d'une tablette numérique et 8 foyers sur 10 ont un ordinateur portable. L'ordinateur est un médiateur qui peut se montrer efficace pour certains apprentissages. Son utilisation, même la plus basique (ouvrir un programme, cliquer avec la souris etc.), est basée sur des relations de cause à effet (Allard, 2008). En manipulant l'interface d'un ordinateur, l'enfant prend conscience de la notion particulière d'action/réaction qui régit le fonctionnement informatique. Il peut par la suite appliquer ce type d'interaction particulière dans d'autres activités qu'il rencontre dans la vie quotidienne.

Le matériel informatique ne met pas l'enfant dans une position d'échec, ou en tout cas, d'une manière différente de son entourage ou du milieu scolaire. C'est une façon ludique d'améliorer l'estime de soi d'un enfant, qui par ailleurs peut connaître des difficultés. Pour lui, apprendre avec l'ordinateur devient une source de plaisir et perd la notion de contrainte souvent associée à l'apprentissage (Allard, 2008).

Certains logiciels sur ordinateur permettent également des apprentissages spécifiques (Allard, 2008). Les présenter sous cette forme numérique, plus attrayante pour l'enfant, les place en objet d'intérêt. De plus, les jeux vidéo permettent l'acquisition et la transmission de connaissances par des médiations peu exploitées (Virole, 2003). L'utilisation de l'ordinateur demande la mobilisation de schémas cognitifs particuliers, qui peuvent permettre à un enfant d'accéder à un apprentissage de manière différente par rapport à la présentation classique.

L'utilisation du jeu dans la rééducation est une médiation déjà largement répandue. En plus d'être ludique et attrayant, le jeu permet les apprentissages en s'éloignant

des méthodes plus scolaires. De plus, il s'agit d'une activité essentielle à la maturation de l'enfant, à son développement comme être différencié, et l'interface particulier qu'est le jeu vidéo assure les différentes fonctions du jeu décrites par Winnicott (1942) : exprimer son agressivité, maîtriser son angoisse, accroître son expérience, établir des contacts sociaux, affirmer sa personnalité et communiquer avec les autres (Leroux, 2008).

2.4. La rééducation par le jeu vidéo

Les jeux vidéo, dans une utilisation contrôlée, ont un effet positif sur plusieurs fonctions cognitives (Bavelier, 2012). Et l'utilisation du support informatique est intrinsèquement liée à l'utilisation des fonctions exécutives. La rééducation par le biais de l'ordinateur se justifie donc par un travail de manière « *naturelle sans effort et avec un gain de plaisir* » (Wierzbicki, Virole, 2011).

Le plus simple des jeux vidéo demande la mobilisation de fonctions cognitives. Pour jouer, l'enfant doit d'abord analyser l'environnement qui lui est offert pour se le représenter mentalement. Ensuite il choisit les éléments importants et nécessaires pour l'accomplissement de la tâche qui lui est demandée, tout en délaissant les autres informations distrayantes inutiles (inhibition). Puis il doit identifier les buts, ce qui lui est demandé, ce qu'on attend de lui. Pour répondre à cet objectif l'enfant agit soit en fonction de ses connaissances antérieures (planification) soit en passant par la méthode des essais-erreurs. L'enfant a recours à des « *actions réflexes ou réfléchies, uniques ou séquencées* » pour parvenir à l'accomplissement du jeu vidéo (Wierzbicki, Virole, 2011).

Il a été observé que l'enfant a une capacité d'attention augmentée lorsqu'il joue à un jeu vidéo, par rapport à une activité de rééducation « classique » (Wierzbicki, Virole, 2011). Ce phénomène peut s'expliquer entre autre par le fait que le jeu vidéo est une activité plaisante pour l'enfant, qui est prêt à investir plus de temps pour réussir un niveau que pour finir un exercice par exemple.

Le plaisir particulier qu'a un enfant à manipuler l'outil informatique est également un argument en faveur de l'utilisation des jeux vidéo pour la rééducation. La médiation numérique permet plus facilement d'amener l'enfant réfractaire dans la rééducation (Radillo, Virole, 2010). La relation entre l'enfant et son thérapeute est particulière.

Elle est basée sur la confiance et la complicité. Le support qu'est le jeu vidéo peut aider à renforcer ce lien, notamment lorsque l'enfant ne s'investit plus dans sa propre rééducation. L'ordinateur installe une nouvelle proposition d'aide, connue et appréciée de l'enfant. Il sera reconnaissant envers le rééducateur qui lui aura ainsi proposé de redevenir pleinement acteur de sa prise en charge.

Les jeux vidéo tendent à neutraliser la notion d'échec (Allard, 2008) car ils sont conçus pour permettre de toujours recommencer, de s'améliorer, d'essayer plusieurs solutions. La non-réussite au premier essai fait partie du jeu. Les tentatives consécutives sont prévues et nécessaires à la réussite de l'objectif donné. D'ailleurs, les jeux sont souvent organisés en paliers, en niveaux, si bien que l'enfant ne recommence pas le jeu entièrement lorsqu'une de ses tentatives échoue. Il reprend à l'endroit où il a connu une difficulté et peut tenter une nouvelle fois. Cela permet de ne pas être en réel échec, mais plutôt dans un mécanisme d'essais successifs qui finissent par aboutir. Le rôle du rééducateur sera de guider l'enfant vers des essais plus fructueux, en proposant des stratégies différentes que celles déjà tentées.

Il est toutefois important de préciser qu'aucune rééducation ne peut être basée seulement sur l'utilisation de jeux vidéo (Virole, 2011). Le thérapeute intègre les jeux vidéo dans une dynamique de rééducation plus générale. Le jeu vidéo reste un support et le thérapeute doit adapter sa présentation afin de répondre de façon adéquate aux difficultés du patient. L'enfant ne jouera pas seul face à l'écran. Même s'il lui accorde une relative autonomie, le rééducateur accompagne l'enfant dans l'utilisation du jeu. La méthode de remédiation la plus efficace reste de présenter à l'enfant des supports diversifiés. Nous proposons alors un compromis entre une rééducation traditionnelle d'une part, et l'utilisation de la médiation numérique d'autre part. L'enfant est mis en contact avec les apprentissages de différentes façons et peut s'approprier celle qui est la plus efficace pour lui.

Le médiateur informatique offre au thérapeute une nouvelle approche de la prise en charge. L'ordinateur, et la proposition de certains jeux vidéo adaptés, permet au patient d'appréhender sa rééducation autrement et de fournir un effort en accord avec ses affinités concernant le support numérique.

3. Objectifs et hypothèses

3.1. Objectifs

Au sein de la population rencontrée par les orthophonistes, il n'est pas rare qu'un enfant présentant une pathologie du langage oral ou écrit, voire du calcul, présente également un syndrome dys-exécutif. Cependant, dans la littérature, de même qu'en pratique, peu d'éléments concernant sa prise en charge sont délivrés. Aussi, certains thérapeutes peuvent se sentir démunis face à une demande de remédiation des difficultés exécutives associée à la prise en charge de la pathologie pour laquelle l'enfant est suivi initialement. Les aides que peuvent apporter les orthophonistes face à des troubles des fonctions exécutives chez l'enfant sont pourtant pertinentes. En effet, le syndrome dys-exécutif est en lien direct avec les pathologies traitées en orthophonie et une amélioration des compétences exécutives a un effet positif sur les apprentissages (Mazeau, 2006). Nous souhaitons profiter de ce mémoire de recherche pour apporter un élément de réponse à l'amélioration des compétences exécutives chez l'enfant présentant un syndrome dys-exécutif.

La généralisation de la modalité informatique et d'Internet à usage professionnel nous a encouragées à profiter de cet outil comme support. Il est adapté à l'intérêt des jeunes patients ainsi qu'à leur pathologie, et les thérapeutes sont tenus d'y avoir accès, comme le rappelle l'Avenant n°10 de la convention nationale des orthophonistes concernant l'engagement à la télétransmission des feuilles de soins électroniques.

La problématique qui guide notre réflexion est la suivante : une amélioration des compétences exécutives par l'utilisation d'un protocole basé sur des jeux vidéo gratuits est-elle adaptée? Afin de répondre à cette question, nous avons créé un protocole de vingt-cinq séances, comprenant vingt-huit jeux vidéo en ligne choisis pour répondre aux spécificités d'un déficit des fonctions exécutives.

Ce protocole est proposé à sept enfants pris en charge en orthophonie dans le cadre d'une pathologie du langage (oral ou écrit) ou du calcul, à raison d'une séance hebdomadaire de trente minutes pendant six mois. Par cette étude, nous cherchons à savoir si l'utilisation du support particulier que sont les jeux en ligne est

intéressante pour aider des enfants présentant un syndrome dys-exécutif. La comparaison des résultats obtenus par les patients aux bilans initiaux et finaux, ainsi que les observations qualitatives recueillies par les thérapeutes au cours des séances, visent à objectiver la pertinence de notre travail.

3.2. Hypothèses

Nous avons formulé trois hypothèses principales :

- un protocole d'entraînement basé sur des jeux vidéo en ligne choisis permet une amélioration des capacités exécutives,
- l'entraînement par les jeux vidéo gratuits permet un transfert sur un jeu vidéo non entraîné,
- un questionnaire auprès des orthophonistes impliqués évalue l'intérêt de notre protocole d'entraînement.

Sujets, matériel et méthode

1. Les participants

1.1. Critères d'inclusion et d'exclusion

Nous avons défini des critères d'inclusion et d'exclusion à respecter pour sélectionner notre échantillon de patients :

◆ Critères d'inclusion

- présence d'un syndrome dys-exécutif diagnostiqué par un professionnel, quelle que soit l'étiologie
- possibilité d'association avec une autre pathologie habituellement traitée en orthophonie : TDA/H, troubles du langage oral ou écrit, trouble du calcul, etc...
- existence d'un suivi orthophonique régulier, au moins une fois par semaine
- scolarisation du patient en classe de CE1 à CM2. En effet, les épreuves contenues dans notre bilan pré- et post-programme ont différents étalonnages. Nous les avons pris en compte et avons donc retenu, en fonction de ceux-ci, ce critère d'inclusion concernant la classe.

◆ Critères d'exclusion

- présence d'une déficience intellectuelle
- présence de troubles visuels invalidants. En effet, si l'enfant présentait ce type de troubles, il serait alors impossible d'adapter l'outil informatique.

1.2. Méthode de recherche de l'échantillon

Afin de recruter notre échantillon de participants, nous avons opté pour plusieurs stratégies.

Tout d'abord, nous avons transmis nos critères de recherche à nos différentes maîtres de stage.

Ensuite, nous avons contacté 20 syndicats régionaux d'orthophonistes dans le but de diffuser notre annonce (Annexe 1, page A4) sur leurs sites Internet. Ci-dessous vous trouverez un tableau reprenant nos demandes et les réponses obtenues.

<u>Syndicats contactés</u>	<u>Annnonce lancée sur leur site, ou relayée par mail</u>
Nord Pas de Calais (SRONP)	Oui
Ile de France (SDOP)	Oui
Alsace (SRO Alsace FNO)	Oui
FOF Sud Est	Refus
Pays de Loire (SROPL FNO)	Refus
PACA – Corse (SDORPACAC)	Oui
Isère (SODI 38)	Oui
Centre (SORC FNO)	Pas de réponse
Aquitaine (SROA)	Refus
Bourgogne (SROB FNO)	Pas de réponse
Martinique (SDOM FNO)	Pas de réponse
Rhône-Alpes-Auvergne (SROAA FOF)	Refus
Midi-Pyrénées (SDORMP FNO)	Oui
Guadeloupe (SDOG FNO)	Oui
Réunion (SORR FNO)	Pas de réponse
Charente-Poitou-Limousin (SROC.P.L FNO)	Oui
Lorraine-Champagne-Ardenne (SROLCHA FNO)	Pas de réponse
Normandie (SRON FNO)	Pas de réponse
Picardie (SROPIC FNO)	Pas de réponse
Bretagne (SIOB FNO)	Pas de réponse

Tableau II : Liste des syndicats contactés

Enfin, nous avons également contacté des structures spécifiques susceptibles d'avoir dans leur patientèle des sujets correspondant à nos recherches : le Centre Marc SAUTELET situé à Villeneuve d'Ascq, ainsi que le SESSD de Lille-Villeneuve d'Ascq «Les Prés».

1.3. Présentation des patients

Suite à ces démarches, nous avons pu recruter sept patients.

1. Le patient 1 nommé R., est âgé de 9 ans 6 mois le jour du premier bilan. Il est scolarisé dans une classe adaptée. Il présente un syndrome dys-exécutif diagnostiqué en août 2013, et caractérisé par une impulsivité, un ralentissement du traitement de l'information, un manque d'élaboration de stratégies, un défaut d'anticipation et d'organisation.
De plus, il présente une dysphasie, une dyspraxie et des troubles visuo-spatiaux.
2. Le patient 2 nommé M., est âgé de 11 ans 8 mois le jour du premier bilan. Il est scolarisé en classe de CM2. Il présente un syndrome dys-exécutif diagnostiqué en janvier 2013, et caractérisé par une instabilité, un décrochage attentionnel, un défaut de flexibilité cognitive.
Par ailleurs, il présente une dyslexie-dysorthographe, associée à un trouble logico-mathématique et à une dysgraphie.
3. La patiente 3 nommée C., est âgée de 11 ans 1 mois le jour du premier bilan. Elle est scolarisée en classe de CM2. Elle présente un syndrome dys-exécutif caractérisé par un ralentissement du traitement de l'information, des difficultés d'attention, une impulsivité, des difficultés de planification.
De plus, elle a été diagnostiquée dyslexique-dysorthographique et dyscalculique en 2009, et elle présente une dysgraphie.
4. La patiente 4 nommée K., est âgée de 11 ans 3 mois le jour du premier bilan. Elle est scolarisée en classe de CM2. Elle présente un syndrome dys-exécutif caractérisé par des difficultés sur le plan attentionnel, un défaut de planification et de raisonnement.
De plus, elle présente des difficultés de compréhension.
5. Le patient 5 nommé G., est âgé de 8 ans 1 mois le jour du premier bilan. Il est scolarisé en classe de CE2. Il présente un syndrome dys-exécutif diagnostiqué en juin 2014, et caractérisé par des difficultés attentionnelles,

une impulsivité, des stratégies d'exploration fragiles, un défaut d'inhibition, la présence de digressions, des difficultés de planification, et une faiblesse de la flexibilité mentale.

Il faut préciser qu'il souffre d'un Trouble Déficitaire de l'Attention avec Hyperactivité (TDAH). Il présente également des difficultés en langage écrit et en graphisme.

6. Le patient 6 nommé L., est âgé de 11 ans 8 mois le jour du premier bilan. Il est scolarisé en classe de CM2. Il présente un syndrome dys-exécutif diagnostiqué en décembre 2011, et caractérisé par un trouble de la planification, une flexibilité déficitaire, une impulsivité, un manque d'inhibition, et un défaut d'organisation.

Par ailleurs, il présente des troubles du graphisme, des troubles visuo-spatiaux, et un retard dans le langage écrit.

7. Enfin, la patiente 7 nommé A., est âgée de 8 ans 3 mois le jour du premier bilan. Elle est scolarisée en classe de CE1. Elle présente un syndrome dys-exécutif diagnostiqué en février 2014, et caractérisé par un défaut de l'inhibition, un déficit de mise à jour de l'information, des difficultés d'attention et de représentation mentale.

De plus, il faut noter que son orthophoniste suspecte une dysphasie chez A., qui présente un retard de langage et des difficultés d'encodage phonologique.

	Patient 1	Patient 2	Patient 3	Patient 4	Patient 5	Patient 6	Patient 7
Nom	R.	M.	C.	K.	G.	L.	A.
Département	17	59	31	31	76	62	97
Sexe	masculin	masculin	féminin	féminin	masculin	masculin	féminin
Âge	9 ans 6 mois	11 ans 8 mois	11 ans 1 mois	11 ans 3 mois	8 ans 1 mois	11 ans 8 mois	8 ans 3 mois
Classe	adaptée	CM2	CM2	CM2	CE2	CM2	CE1
Troubles associés	- Dyspraxie - Dysphasie - Troubles visuo-spatiaux	- Trouble logico-mathématique - Dyslexie et dysorthographe - Dysgraphie	- Dyslexie et dysorthographe - Dyscalculie - Dysgraphie	- Difficultés de compréhension	- TDAH - Difficultés de langage écrit - Trouble du graphisme	- Retard dans le langage écrit - Troubles visuo-spatiaux - Troubles du graphisme	- Retard de langage - Suspicion de dysphasie
Date du pré-test	25/11/14	08/10/14	01/12/14	26/11/14	12/11/14	15/10/14	06/01/15
Date du post-test	15/03/15	18/03/15	27/03/15	31/03/15	23/03/15	28/03/15	20/03/15
Remarques	- Contexte de prématurité - Enfant non lecteur	- Anxiété	- Port de lunettes - Langage tardif - Anxiété	- Manque de confiance	- Difficultés sociales et comportementales	- Contexte de prématurité - Troubles du comportement	- Traumatisme crânien léger

Tableau III : Présentation des participants

1.4. Présentation du sujet témoin

Nous avons également décidé de faire passer ce protocole à un sujet témoin, qui ne présente pas de troubles des fonctions exécutives, pour pouvoir effectuer une comparaison post-programme.

Le sujet témoin se nomme T. Il est âgé de 10 ans le jour du premier bilan, et est scolarisé en classe de CM2. Il ne présente pas de troubles du langage ou du calcul, et il n'est pas suivi en orthophonie.

Nous lui avons fait passer le bilan pré-test, puis lui avons transmis le protocole d'entraînement à effectuer une fois par semaine à son domicile.

2. Le protocole expérimental

2.1. Description et déroulement du protocole

Ces sept patients composant notre population d'étude ont suivi le même protocole. Il est composé d'un pré-test, d'un entraînement ciblé sur les fonctions exécutives par une sélection de jeux gratuits en ligne, et d'un post-test.

2.1.1. Bilan pré-test

Nous tentons d'examiner l'ensemble des fonctions exécutives grâce à la présentation de six épreuves, issues de différents bilans standardisés, aux enfants. La passation de ces épreuves dure 45 minutes en moyenne. Nous nous chargeons ensuite de la cotation et de l'analyse des résultats. Le bilan complet est composé du Stroop, des épreuves 6, 9, 10 et 12 de la batterie d'Évaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages de l'enfant (EDA), de l'épreuve de fluence phonologique de la Batterie Analytique du Langage Écrit (BALE), du Trail Making Test (TMT), de la copie de la figure de Rey ainsi que du jeu vidéo en ligne « Monkey Go Happy » pour objectiver la notion de transfert à un jeu vidéo non entraîné. Comme pour tout bilan, les remarques qualitatives offertes par les orthophonistes participant à notre projet sont aussi précieuses que les résultats quantitatifs obtenus.

2.1.2. Entraînement des fonctions exécutives par les jeux vidéo

2.1.2.1. Modalités pratiques

Commence ensuite la prise en charge orthophonique, à raison d'une séance d'une demi-heure par semaine. Les séances s'étendent idéalement d'octobre 2014 à mars 2015 et le protocole d'entraînement complet comporte vingt-cinq séances.

2.1.2.2. Modalités d'accompagnement orthophonique

Nous avons demandé aux orthophonistes de suivre le rythme de chaque patient et de ne passer au jeu vidéo suivant que lorsque le précédent est maîtrisé, peu importe le niveau atteint. L'important est de conserver l'ordre de présentation des jeux. En effet, nous avons agencé les séances de façon à ce que deux jeux similaires (plateformes, puzzles...) ne se suivent pas directement, chaque séance étant composée

de deux jeux différents. Ainsi, il est intéressant d'observer comment le patient s'adapte d'un jeu à l'autre et s'il réutilise des stratégies acquises lors d'un jeu identique, proposé quelques séances auparavant. Les orthophonistes participant à notre projet ont été invités à nous décrire l'attitude de l'enfant à chaque séance : ses réactions à la découverte des jeux, ses stratégies pour réussir, la façon dont ils ont adapté le support proposé face au comportement particulier de chaque patient. La liberté d'adaptation laissée aux thérapeutes est nécessaire. Il s'agit de conserver le lien entre l'orthophoniste et son patient, tout en ajoutant l'intermédiaire qu'est l'écran de l'ordinateur, ou tout autre support numérique choisi, comme le rappellent Radillo et Virole (2010).

2.1.3. Bilan post-test

Le bilan proposé à la fin du programme est identique à celui présenté avant la prise en charge. Pour éviter un effet d'apprentissage, il est prévu à 6 mois du bilan pré-test. Nous pouvons ainsi comparer les résultats obtenus aux épreuves avant et après le suivi du protocole de jeux vidéo et en tirer des conclusions interprétables.

D'autre part, nous avons également élaboré un questionnaire de satisfaction à destination des orthophonistes (Annexe 7, page A33). Celui-ci nous permet de savoir si les professionnels trouvent nos choix pertinents, et notre étude utile dans leur pratique clinique. Mais il est surtout intéressant pour la réponse à notre troisième hypothèse : « Évaluation de l'intérêt de notre protocole d'entraînement ». Les retours obtenus grâce à ce questionnaire constituent la seule manière d'avoir un avis clinique des professionnels qui suivent les participants de notre projet.

Pour ce questionnaire, nous avons choisi une diffusion via Google Drive, pour son aspect pratique.

Ainsi, nous avons conçu un questionnaire pourvu de 16 questions fermées, réparties dans 4 grands domaines :

- L'évaluation des fonctions exécutives
- Le support numérique
- Le protocole
- Satisfaction générale

2.2. Choix des épreuves

L'efficacité de notre protocole d'entraînement a donc été étudiée par une démarche comparative entre le pré-test et le post-test. Nous devons choisir des épreuves qui respectent divers critères : les épreuves doivent tester les composants exécutifs, elles doivent être reconnues par le panel scientifique et standardisées, elles doivent être adaptées aux âges de nos différents participants, et leur passation effectuée par des orthophonistes doit être permise.

De plus, nos choix devaient s'orienter vers des épreuves dont la passation est facile et courte, pour permettre aux orthophonistes participant au projet d'accéder rapidement au bilan, et de le faire passer en une seule séance.

Ainsi, pour construire notre bilan, nous avons sélectionné :

- Le test Stroop

Il s'agit d'une tâche d'inhibition verbale qui permet d'évaluer l'inhibition d'une activité automatisée : la lecture.

- Le Trail Making Test

C'est une tâche de flexibilité mentale qui apprécie la capacité de l'enfant à considérer une nouvelle consigne au cours d'une activité. Comme rappelé dans la partie théorique, elle évalue également les capacités d'inhibition du patient.

- Fluence phonologique de la Batterie Analytique du Langage Écrit (BALE)

La Batterie Analytique du Langage Écrit (2010) a été élaborée et étalonnée sur des groupes représentatifs d'élèves du CE1 au CM2 et aide au diagnostic de trouble spécifique du langage écrit.

L'épreuve choisie dans le cadre de ce mémoire est celle de la fluence phonologique, qui examine les capacités de planification et de génération d'informations du sujet. Il est intéressant de noter qualitativement si l'enfant s'organise et utilise des stratégies efficaces afin de trouver le plus de termes possible.

- Évaluation Des fonctions cognitives et des Apprentissages (EDA)

Créé en 2012 par Catherine BILLARD, neuropédiatre, et Monique TOUZIN, orthophoniste, l'Évaluation Des fonctions cognitives et des Apprentissages est une

batterie évaluant les fonctions verbales et non-verbales ainsi que les apprentissages chez les enfants de 4 à 11 ans.

Pour notre protocole, nous avons retenu 4 épreuves :

- épreuve 6 : fluence sémantique
- épreuve 9 : labyrinthe
- épreuve 10 : raisonnement visuo-spatial – complétion de formes
- épreuve 12 : contrôle de l'inhibition (Go/No Go)

Comme détaillé dans notre partie théorique, les épreuves de fluences verbales et de labyrinthes testent la planification tandis que l'épreuve de Go/No Go est utile pour à l'examen du contrôle de l'inhibition. L'épreuve de complétion de formes est sensible aux capacités visuo-attentionnelles du patient, qui peuvent être perturbées dans le syndrome dys-exécutif, de même que le raisonnement et la déduction de l'enfant.

- La copie de la figure de Rey

Cette tâche de copie de figure nous permet de connaître l'organisation spatiale et la stratégie mise en place par l'enfant.

- Monkey Go Happy

→ Lien Internet : <http://www.jeuxvideo-flash.com/jeu-8019-monkey-go-happy.php>

Le jeu vidéo en ligne « Monkey Go Happy » demande de résoudre une énigme différente à chaque niveau. Ces différentes aventures permettent de mobiliser l'ensemble des fonctions exécutives de façon relativement spécifique, en quinze niveaux.

Le tableau suivant regroupe les niveaux en fonction de la compétence qu'ils mobilisent principalement.

Planification	- scène 1 - scène 2 - scène 5 - scène 6 - scène 13 - scène 15	Chaque action doit être effectuée dans un ordre précis et logique afin de pouvoir passer au tableau suivant.
Inhibition	- scène 3 - scène 4 - scène 12	Pour réussir, le patient doit cliquer au bon endroit et au bon moment. Ces niveaux examinent également les composantes de l'initiation de l'action.

Raisonnement visuo-spatial	- scène 9	Le patient doit compléter le puzzle correctement afin de passer au niveau suivant.
	- scène 14	Une seule combinaison de chiffres est possible pour ouvrir le coffre, les indices étant disséminés dans la pièce.
Attention visuelle	- scène 8	L'ensemble des champignons doivent être ramassés.
	- scène 11	L'enfant doit suivre les pointillés de la carte jusqu'au bout.
Vérification	- scène 10	L'enfant ne propose son parcours que lorsqu'il est certain que la boule va parvenir à la cible.
Flexibilité mentale	- scène 7	Le patient doit incliner le canon de façon à ce que le boulet atteigne la cible.

Tableau IV : Description du jeu « Monkey Go Happy »

De plus, le changement de règle du jeu à chaque niveau est aussi intéressant pour évaluer les capacités de flexibilité mentale de l'enfant. Ce jeu est donc relativement complet en ce qui concerne l'évaluation des fonctions exécutives.

L'évaluation du transfert du bénéfice de l'entraînement est possible par la comparaison des progrès dans le jeu vidéo non entraîné. Les seuls éléments sur lesquels nous pouvons nous appuyer sont les niveaux atteints par l'enfant aux pré et post-tests, ainsi que les commentaires rapportés par les orthophonistes à propos de son comportement.

2.3. Choix des jeux vidéo

Les jeux vidéo en ligne sont un matériel particulier qui reste adapté à la fois à la population cible de notre mémoire et à la pathologie que nous approchons. Devant la multitude d'offres d'activités gratuites présentes sur internet, nous nous sommes attachées à garder des thèmes adéquats pour les jeunes patients. Ensuite, nous avons tenté de ne choisir que des jeux nécessitant la mobilisation d'une capacité exécutive, le plus spécifiquement possible. En effet, la mobilisation exclusive d'une seule fonction exécutive est impossible mais certaines activités peuvent les mobiliser de façon plus importante (Mazeau, 2013).

Le tableau suivant regroupe les jeux en fonction de la compétence qu'ils mobilisent principalement.

Fonction exécutive	Jeu	Principe
Inhibition	- Avalanche	L'enfant doit maîtriser la vitesse du pingouin et donc ne pas appuyer ni trop, ni trop peu sur la flèche d'accélération.
	- Box clever - Upbot goes up	Le patient doit contrôler ses manipulations pour éviter les obstacles.
	- Fruit Ninja - Lenny the lizard - Tasty planet	L'enfant doit réagir à certaines cibles et inhiber sa réponse motrice pour les autres.
	- Galaxy Jumper	Le patient doit faire sauter le personnage à un moment précis s'il veut passer au niveau supérieur.
	- Sticky Lincky	Le nombre de « clics » est limité.
Planification	- Avalanche - Box clever - Mining Truck - Pour the fish - WonderPutt - Zoo Transport	L'enfant doit suivre le parcours indiqué et éviter les éventuels obstacles. Il doit donc prévoir la trajectoire du personnage.
	- Bob l'escargot - Color Instinc - Continuity - Factory Balls - Galaxy Jumper - Rings - Storage - The adventure of two - Topsy Turvy - Upbot goes up - Were box - Zeba	La réussite de chaque niveau n'est possible que si l'enfant accomplit les différentes actions attendues dans un ordre précis.
	- L'ami Pancho - Iso Ball - Jake et Steak - Simple Motion 2 - Tree of life	Le parcours doit être matérialisé par l'enfant qui doit poser les éléments, ou les ôter, correctement pour pouvoir avancer.
Flexibilité mentale	- Bob l'escargot - Box clever - Continuity - Jake et Steak - Pour the fish - Rings	Au cours des différents niveaux les commandes restent les mêmes mais les éléments apportés à l'enfant répondent à des exigences différentes. Le patient doit donc comprendre le fonctionnement de chaque épreuve et

	<ul style="list-style-type: none"> - Tasty planet - The adventure of two - Topsy Turvy - WonderPutt - Zoo Transport 	s'adapter à ces nouveaux outils ou à ce nouveau parcours.
Vérification	<ul style="list-style-type: none"> - Factory Balls - Iso Ball - Simple Motion 2 - Tree of life 	Avant la validation de sa réponse, l'enfant dispose d'une possibilité de corriger sa proposition.

Tableau V : Récapitulatif des jeux vidéo

Chaque séance de trente minutes contient deux jeux différents. L'agencement des séances est organisé de façon à ce que deux jeux impliquant les mêmes modalités de présentation ne se suivent pas. Nous avons tenté de respecter de façon intuitive un certain ordre de difficulté croissante au sein du protocole, en se basant notamment sur le nombre de tâches à accomplir en même temps. Ce classement reste intuitif. L'organisation au sein même d'une séance est laissée libre au thérapeute, la demande principale étant le respect de la succession des jeux vidéo fournie dans le protocole d'entraînement.

Les remarques des orthophonistes sont essentielles. Elles permettent d'apprécier les progrès du patient au fur et à mesure de la poursuite du protocole. Ainsi, lorsque l'enfant découvre un jeu dont la règle et l'objectif sont similaires à un jeu rencontré précédemment, il est intéressant de savoir s'il y fait référence, s'il utilise les stratégies qu'il avait acquises ou s'il reprend son raisonnement. La mise en évidence de l'acquisition progressive de nouvelles stratégies est un élément important dans l'analyse de l'intérêt de notre expérimentation.

Résultats

1. Résultats quantitatifs

Les sept participants, ainsi que le sujet témoin, ont donc bénéficié de deux bilans : un bilan pré-protocole et un bilan post-protocole. Nous avons recueilli leurs différents scores aux épreuves proposées.

1.1. Comparaison des résultats pré et post-tests des patients

Nous effectuons une comparaison des scores obtenus pour apprécier l'évolution des performances exécutives des patients. La différence entre les deux bilans est exprimée en pourcentages et présentée dans le tableau suivant.

		Patients			
		pré-test	post-test	pourcentage	
Stroop	Couleurs	22,5	24,3	+8%	↗
	Erreurs	2,7	2,5	+8%	↗
Fluence phonologique		5,7	7,7	+36%	↗
Fluence sémantique		10,3	9,9	-4%	
Labyrinthe		7,4	8,7	+18%	↗
Complétion de formes		21,3	23	+8%	↗
Go / No Go		8,4	9;3	+11%	↗
TMT partie B		86,1 s	67,7 s	+ 22%	↗
Figure de Rey	Temps	4 min 13 s	3 min 19 s	+21%	↗
	Type	IV	III	-	

Tableau VI : Moyennes des résultats des patients par épreuve et pourcentages d'évolution

Les résultats montrent une amélioration de l'inhibition, de la planification, du raisonnement visuo-spatial, de la flexibilité mentale, et de la vérification après le protocole d'entraînement.

1.2. Comparaison des résultats des patients et du sujet témoin

Nous effectuons une comparaison des pourcentages d'évolution des patients et du sujet témoin. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant.

		Sujet témoin			Patients
		pré-test	post-test	pourcentage	pourcentage
Stroop	Couleurs	30	32	+7%	+8%
	Erreurs	0	0	0%	+8%
Fluence phonologique		7	9	+30%	+36%
Fluence sémantique		16	16	0%	-4%
Labyrinthe		9/10	9/10	0%	+18%
Complétion de formes		26/30	27/30	+4%	+8%
Go / No Go		10/10	10/10	0%	+11%
TMT partie B		33 s	35 s	-6%	+ 22%
Figure de Rey	Temps	2 min 40 s	2 min 36 s	+3%	+21%
	Type	IV (c.50)	IV (c.50)	-	-

Tableau VII : Moyenne des résultats et pourcentages d'évolution du sujet témoin par épreuve et pourcentages d'évolution des patients

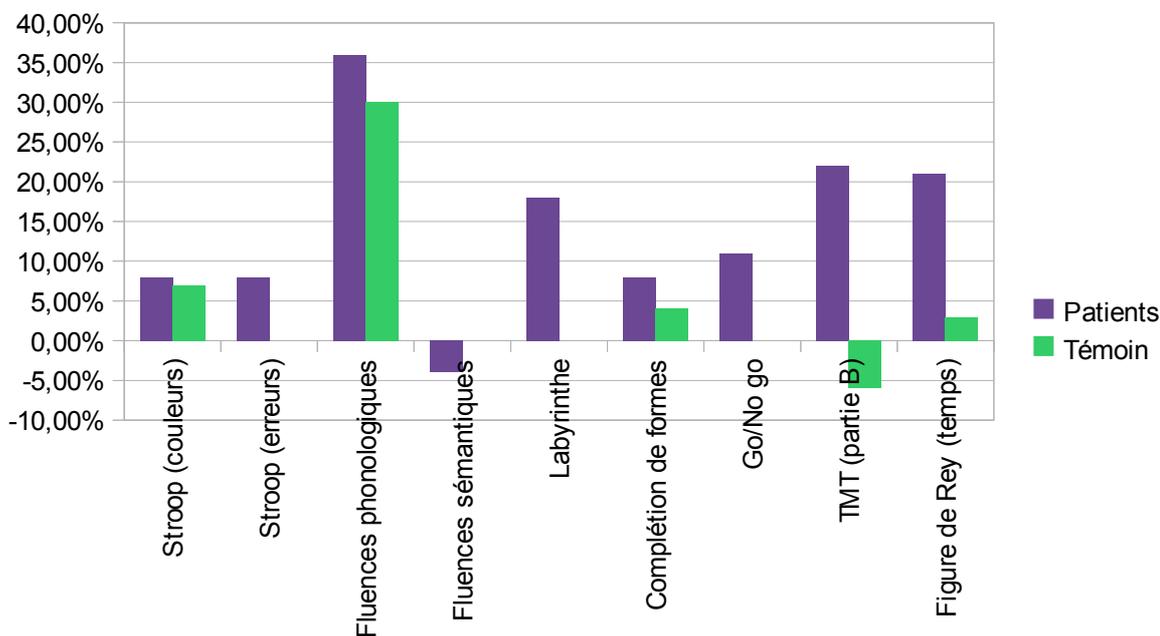


Figure 4 : Graphique de comparaison des pourcentages d'évolution par épreuve entre les patients et le sujet témoin

La comparaison des pourcentages d'évolution entre le sujet témoin et les patients montre un progrès plus important des capacités exécutives chez ces derniers, ce qui

est en faveur d'une efficacité spécifique de notre protocole de jeux vidéo sur la population choisie pour cette expérimentation.

Des progrès plus importants sont observés chez les patients que chez le sujet témoin. Ainsi, les jeux vidéo choisis semblent plus sensibles à l'amélioration des capacités exécutives chez des enfants présentant un syndrome dys-exécutif que chez des enfants tout-venant.

1.3. Comparaison entre les résultats pré et post-tests au jeu vidéo non entraîné « Monkey go happy »

Nous effectuons une comparaison des niveaux atteints au jeu vidéo « Monkey go happy » pour apprécier le transfert des compétences exécutives des patients à un jeu non entraîné. La différence entre les deux bilans est exprimée en pourcentages et présentée dans le tableau suivant.

Patient	Pré-test	Post-test	Pourcentage
1	Niveau 15	Niveau 15	0%
3	Niveau 12	Niveau 12	0%
4	Niveau 13	Niveau 13	0%
7	Niveau 12	Niveau 15	+25%

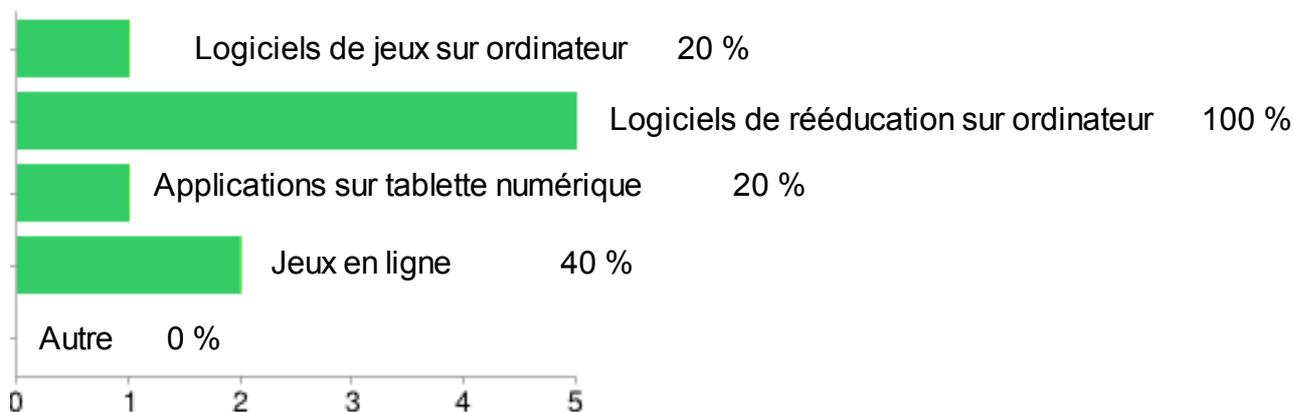
Tableau VIII : Détails des niveaux atteints au jeu vidéo non entraîné et pourcentages d'évolution

Le peu de retour que nous avons obtenu, dû à des difficultés pratiques, ne nous a pas permis de calculer une moyenne des résultats. Toutefois, ceux-ci montrent une amélioration pour 1 patient sur 4 lors de la passation du jeu vidéo non entraîné au post-test.

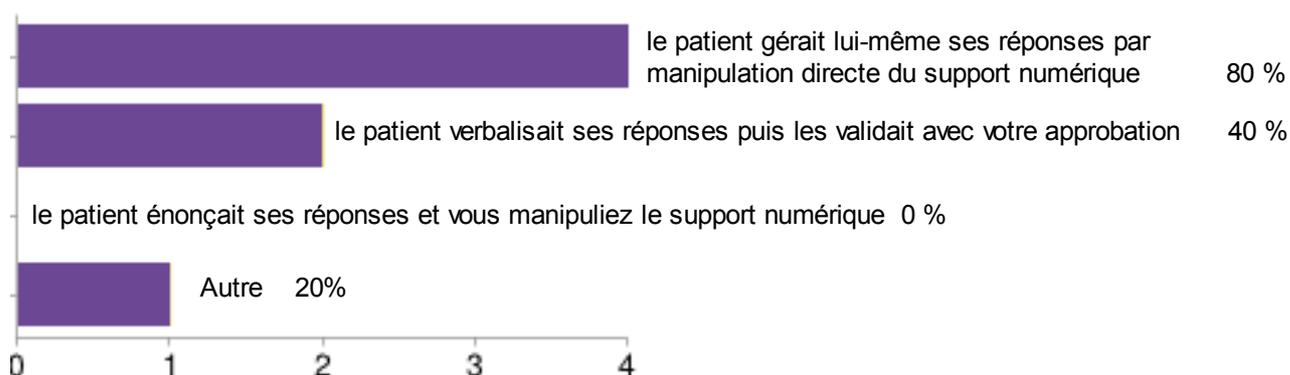
1.4. Réponses au questionnaire

Nous avons interrogé les orthophonistes impliqués afin de connaître l'évolution de leurs patients ainsi que leurs avis concernant notre travail.

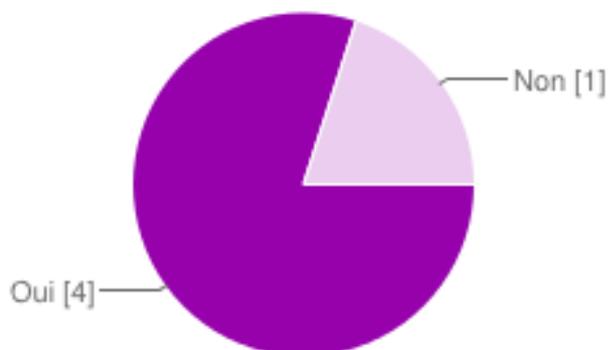
A la question « Auparavant, utilisiez-vous les jeux vidéo dans votre pratique orthophonique ? », 100% des orthophonistes ont répondu « oui », et notamment par le biais de logiciels de rééducation sur l'ordinateur et de jeux en ligne sur Internet.



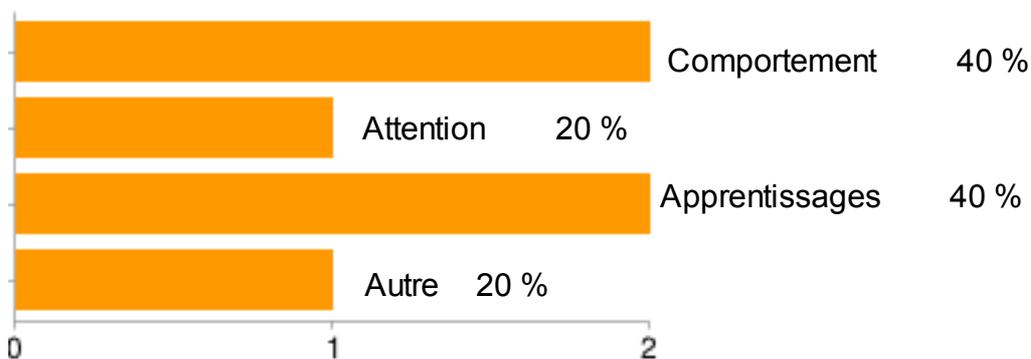
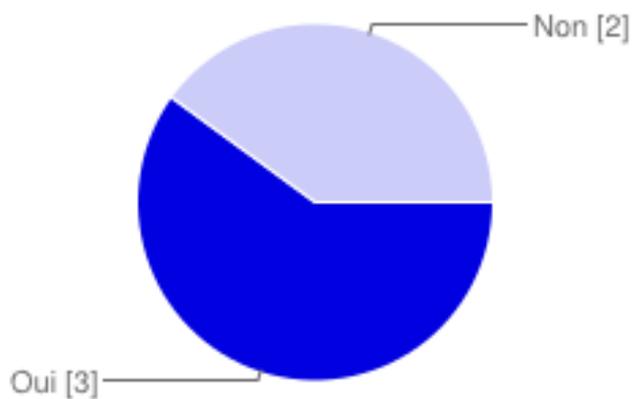
100% des professionnels préfèrent utiliser un support non-spécifique qui nécessite leur intervention auprès du patient, comme proposé au sein de notre protocole.



A la question « Estimez-vous que sa participation à notre projet a pu aider votre patient sur le plan des capacités exécutives ? » les orthophonistes ont répondu « oui » à 80%.



A la question « Avez-vous constaté une amélioration plus globale chez votre patient ? » les orthophonistes ont répondu « oui » à 60%.



100% des professionnels participant à notre étude comptent réutiliser certains des jeux vidéo proposés dans notre protocole d'entraînement au cours de leurs futures prises en charge.

Les orthophonistes impliqués trouvent donc un intérêt à notre protocole d'entraînement.

2. Résultats qualitatifs

2.1. Présentation des résultats par patient

2.1.1. Patient 1

Pré-test

- clique de façon impulsive
- réussite souvent due au hasard
- persévération des schèmes d'actions
- puzzle difficile
- manque d'auto-contrôle
- difficultés de flexibilité mentale

Post-test

- baisse de la fréquence des clics impulsifs
- planification des actions pour réussir
- disparition des persévérations
- puzzle difficile
- flexibilité mentale efficiente

2.1.2. Patient 2

Pré-test

- agitation et impulsivité
- pas d'auto-correction
- réussite souvent due au hasard

Post-test

- baisse de l'impulsivité
- auto-correction
- procède par essai-erreur
- amélioration de la rapidité d'exécution

2.1.3. Patient 3

Pré-test

- clique de façon impulsive
- réussite souvent due au hasard
- procède par essai-erreur
- persévération des schèmes d'actions

Post-test

- baisse de la fréquence des clics impulsifs
- diminution des réussites dues au hasard
- procède par essai-erreur
- disparition des persévérations
- amélioration de la rapidité d'exécution

2.1.4. Patient 4

Pré-test

- clics aléatoires
- réussite souvent due au hasard
- procède par essai-erreur
- échec à l'épreuve du labyrinthe

Post-test

- planification des actions pour réussir
- réussite à l'épreuve du labyrinthe
- amélioration de la rapidité d'exécution

2.1.5. Patient 5

Pré-test

- agitation perte de concentration
- persévération des schèmes d'actions
- réussite souvent due au hasard
- impulsivité
- existence d'un auto-contrôle
- puzzle difficile

Post-test

- disparition de l'agitation
- amélioration de la concentration
- persévérations encore présentes
- planification des actions pour réussir
- absence de clics impulsifs
- auto-correction
- puzzle plus facile
- amélioration de la rapidité d'exécution

2.1.6. Patient 6

Pré-test

- réponses impulsives
- difficultés d'organisation visuo-spatiale
- puzzle difficile

Post-test

- baisse de la fréquence des clics impulsifs
- meilleure organisation visuo-spatiale
- planification des actions pour réussir
- puzzle difficile
- amélioration de la rapidité d'exécution

2.1.7. Patient 7

Pré-test

- clique de façon impulsive
- persévération des schèmes d'actions
- existence d'un auto-contrôle
- puzzle réussi

Post-test

- baisse de la fréquence des clics impulsifs
- planification des actions pour réussir
- présence de la capacité de vérification
- puzzle réussi
- amélioration de la rapidité d'exécution

Même si l'on ne peut valider une amélioration quantitative en terme de niveaux franchis au jeu vidéo « Monkey go happy », l'analyse qualitative des comportements des patients montre une amélioration de leur fonctionnement exécutif.

2.2. Étude clinique de l'entraînement par les jeux vidéo d'un patient

Nous avons choisi d'étudier plus précisément le parcours de M. durant notre protocole d'entraînement par les jeux vidéo. Il est le patient ayant bénéficié du plus grand nombre de séances, dont les bilans pré et post-test sont à 6 mois d'intervalle et dont les résultats sont compatibles avec une certaine efficacité de notre protocole.

Nous remarquons que M. présente des difficultés avec les jeux faisant intervenir ses capacités d'inhibition. Dans un premier temps, il ne parvient pas à compléter les niveaux et s'énerve en verbalisant « il est trop dur ce jeu ». Or, lors d'une seconde présentation d'un même jeu à quelques séances d'intervalle, ses résultats sont meilleurs. Il gère le clavier plus facilement et ne clique plus ou ne se déplace plus au hasard sur l'interface. D'ailleurs, lorsque le même jeu est présenté à la séance suivante, ses progrès sont encore plus manifestes. Il exprime oralement ses stratégies pour lui-même et ne pose plus autant de questions au professionnel.

Dans un premier temps, M. répond au hasard. Il n'écoute pas la consigne et ne s'aide pas des indications apportées au sein du jeu ou par le thérapeute. Mais dès lors que l'orthophoniste lui demande de verbaliser son projet, d'expliquer oralement ce qu'il prévoit de faire, ses résultats s'améliorent. Cette interaction avec le patient en difficulté face à la situation proposée dans le jeu permet à l'orthophoniste de garder sa place de thérapeute dans la prise en charge. L'enfant qui oralise les problèmes rencontrés et les solutions proposées met en place des stratégies ou les modifie plus aisément. Dans la suite du protocole de jeux vidéo M. verbalise plus spontanément ses intentions avant d'entreprendre une réponse et il réussit les niveaux plus facilement. Cette oralisation des étapes du raisonnement permet d'explicitier la séquentialité des schèmes d'actions à réaliser et de travailler la notion de cause à effet avec des phrases complexes telles que « si...alors », ainsi que la temporalité.

Les capacités de vérification de M. seraient impossibles à mettre en évidence sans auto-évaluation orale à propos de sa production. Lorsque M. ne prend pas le temps d'expliquer à son orthophoniste comment il a organisé sa réponse et pourquoi il a essayé cette méthode, nous notons qu'il se précipite pour répondre et ne parvient pas à résoudre le niveau. En revanche, quand il explicite sa pensée ses résultats semblent meilleurs, au cours d'une même séance, mais également lors d'une autre séance à distance de la première.

Lorsqu'un enfant ne parvient pas à changer de stratégie et continue d'échouer car il manque de flexibilité mentale, l'orthophoniste vient alors lui proposer d'autres solutions, sans pour autant lui donner la réponse. Au départ, M. s'obstine à utiliser sa stratégie initiale malgré les conseils de son orthophoniste. Mais lors de la deuxième présentation du jeu à la séance suivante, il parvient à compléter les niveaux plus rapidement car il a changé de stratégie. Ainsi, si les injonctions du thérapeute ne sont pas mises en application immédiatement, il semble qu'elles soient tout de même utilisées par la suite, voire intériorisées pour être mises en pratique spontanément. La réussite d'un jeu qui le mettait en difficulté dans un premier temps permet au patient de prendre confiance en lui et d'augmenter son estime de soi.

Comme le rappelle Coquet (2004), l'interaction entre le patient et son thérapeute doit rester au coeur de la rééducation. Notre protocole d'entraînement permet de maintenir ce lien entre l'enfant et l'orthophoniste par le langage.

Discussion

1. Synthèse des résultats et validation des hypothèses

Pour rappel, notre première hypothèse est qu'un protocole d'entraînement basé sur des jeux vidéo en ligne choisis permet une amélioration des capacités exécutives. L'analyse des résultats révèle une amélioration des compétences d'inhibition, de planification, de raisonnement visuo-spatial, de flexibilité mentale, et de vérification après le protocole d'entraînement. Donc cette hypothèse est validée.

Les passations du jeu vidéo « Monkey go happy » aux bilans montre peu d'effet de transfert sur un jeu vidéo non entraîné. Toutefois, nous constatons une amélioration des comportements des patients. En effet, d'un point de vue subjectif, nous notons une diminution des comportements impulsifs et persévératifs, une augmentation des stratégies d'anticipation des actions à réaliser, et un accroissement de la rapidité de résolution des niveaux. Notre deuxième hypothèse est donc partiellement validée.

Notre protocole d'entraînement a plu aux orthophonistes et leurs réponses à notre questionnaire le mettent en évidence. Ils ont perçu une amélioration chez leurs patients et réutiliseront les jeux vidéo proposés dans leur future pratique. Notre dernière hypothèse est donc validée.

2. Critiques méthodologiques

2.1. Organisation générale

Pour permettre à notre étude d'être significative, nous avons la volonté d'engager notre protocole avec un maximum d'enfants possible. Seulement, les critères d'inclusion à notre population, notamment la demande d'un diagnostic neuropsychologique du syndrome dys-exécutif, ont réduit les opportunités offertes aux orthophonistes de participer à notre projet. Ce critère d'inclusion nous semble indispensable afin de justifier le travail de l'orthophoniste sur les fonctions exécutives auprès de ces enfants. En effet, les troubles des fonctions exécutives sont rarement décelés chez les enfants porteurs d'autres pathologies associées (trouble du langage oral, trouble du langage écrit, trouble du calcul, etc...). Ils sont donc peu souvent

traités par les orthophonistes. De plus, même lorsque ces troubles sont diagnostiqués, certains professionnels peuvent penser que l'entraînement des fonctions exécutives n'est pas primordial dans le traitement orthophonique. La priorité est alors donnée à la rééducation des troubles habituellement pris en charge par l'orthophoniste.

L'analyse de la validité de notre protocole nécessiterait une population de patients plus large pour permettre une étude statistique.

Malgré notre recherche active, nous avons reçu peu de réponses. L'implication des fonctions exécutives dans le traitement des troubles du langage semble être peu connu des orthophonistes. Moret et Mazeau (2013), présentent pourtant les fonctions exécutives comme un pré-requis aux apprentissages. Ainsi, nous incluons un patient non-lecteur dans notre population. Nous avons modifié le protocole de bilan pour lui en permettre la passation.

Pour les mêmes raisons pratiques, les sept patients que comporte notre étude ne présentent pas tous les mêmes symptômes du syndrome dys-exécutif. En effet, ce syndrome se traduit au travers de divers troubles tels que l'impulsivité, la distractibilité ou la difficulté à gérer les doubles-tâches (Fournet, Le Gall, Roulin, Roy, 2012). Il serait intéressant de proposer notre protocole à une population plus homogène. Toutefois, cette diversité au sein de notre population nous permet de laisser aux orthophonistes la liberté d'adapter la passation du protocole d'entraînement à leur patient. Les thérapeutes ont d'ailleurs été invités à modifier les modalités de présentation des jeux aux enfants, en leur proposant par exemple de verbaliser leur réflexion avant de manipuler l'interface numérique. La relation entre l'orthophoniste et son patient reste ainsi au cœur de la rééducation.

Cependant, cette possibilité d'individualisation de la passation de notre protocole s'est révélée chronophage. Nous avons construit notre protocole autour de vingt-cinq séances, soit 6 mois d'entraînement. Mais, même les thérapeutes qui ont commencé à la date prévue, dès le mois d'octobre 2014, n'ont pu le terminer. Finalement, aucun orthophoniste n'a proposé l'ensemble du contenu prévu à son patient.

Afin d'éviter un effet d'apprentissage et de permettre une interprétation valide des données recueillies, nous avons fixé la date de passation du bilan post-entraînement à mars 2015, permettant idéalement une période de 6 mois entre les bilans pré et post-entraînement, les bilans initiaux étant prévus en octobre 2014. Nous avons recruté sept patients : six d'entre eux ont débuté le programme dans le courant des mois d'octobre et de novembre 2014, tandis qu'un patient n'a commencé qu'en janvier 2015. Pour ce dernier, nous avons hésité à l'intégrer dans notre étude, mais les retours positifs et encourageants de son orthophoniste nous ont convaincus. Ainsi, l'écart entre les bilans pré et post-entraînement est, pour certains patients, inférieur à 6 mois. Nous prenons en compte un possible effet d'apprentissage dans l'analyse des résultats obtenus.

2.2. Limites du bilan

2.2.1. Critique pratique

Lors de la constitution de notre protocole de bilan, nous nous sommes attachées à sélectionner des épreuves dont la passation et l'interprétation des données sont accessibles aux orthophonistes. Seulement la plupart des batteries de tests analysant les fonctions exécutives sont réservées aux neuropsychologues. Nous avons donc choisi plusieurs épreuves plutôt qu'une batterie unique.

Pour chacune de ces épreuves, nous avons sélectionné la version enfant. Cependant, trouver des tests correspondant à une tranche d'âge la plus large possible n'a pas été aisée. Nous avons donc ouvert notre projet aux enfants de CM2 qui ont obtenu des scores faibles par rapport aux cotations de CM1. En effet, s'ils sont sous la norme des enfants de CM1, nous supposons qu'ils seront d'autant plus en difficultés par rapport aux enfants de leur classe de CM2.

2.2.2. Critique des conditions de passation

Malgré notre volonté de rester les plus objectives possibles, les modalités pratiques de passation du bilan, telles que le temps nécessaire ou la facilité de la prise en main des épreuves, nous ont contraintes à réduire la précision de l'examen. Nous sommes conscientes que le nombre d'items de nos épreuves est limité. Notre protocole de bilan permet ainsi un état des lieux des capacités exécutives de l'enfant, avant puis après la passation du protocole d'entraînement, plutôt qu'un réel bilan. Il s'agit

également de la raison pour laquelle nous avons demandé aux thérapeutes le compte-rendu neuropsychologique objectivant le syndrome dys-exécutif de l'enfant.

2.2.3. Critique des épreuves de bilan

En ce qui concerne le choix des épreuves de notre protocole de bilan, celles de l'Évaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages de l'enfant (EDA) testant la planification, le raisonnement visuo-spatial ainsi que le contrôle de l'inhibition ne comportent pas assez d'items pour pouvoir tirer des réelles conclusions diagnostiques sur les capacités de l'enfant. Elles sont toutefois suffisamment sensibles pour apprécier la présence ou non d'une amélioration de ces capacités post-entraînement.

L'épreuve du Stroop n'est pas accessible à un enfant non-lecteur.

La cotation du Trail Making Test s'effectue par rapport au temps de passation nécessaire à l'enfant pour terminer l'épreuve. Ce temps est certes augmenté en cas de difficultés, mais le score final ne permet pas une réelle analyse des erreurs d'un point de vue des capacités de flexibilité mentale du patient (Amieva et al., 2009). En effet, ce score ne renseigne pas uniquement sur la flexibilité mentale car le temps de passation de l'épreuve peut être augmenté pour d'autres raisons (exemple : trouble graphique, déficit moteur, défaut d'attention, autre raison personnelle, etc...).

Concernant la figure de Rey, nous avons choisi de la coter par rapport au type de copie effectuée. Malgré la mise en place d'un code chronologique des couleurs et les informations apportées par les orthophonistes, une interprétation des stratégies utilisées par l'enfant dans la construction et l'organisation de sa figure est difficile sans avoir assisté à sa production.

Notre protocole de bilan se termine par la présentation d'un jeu vidéo. Nous avons sélectionné le jeu « Monkey Go Happy » car chaque niveau mobilise une fonction exécutive de façon relativement spécifique. Seulement la résolution de certaines situations problèmes demande des connaissances sociales. Par exemple, pour le niveau 2, l'enfant doit cliquer sur la boîte d'allumettes pour l'ouvrir, prendre une allumette et la frotter sur la boîte pour l'allumer, puis l'apporter sur la mèche de la

fusée. Ces tâches peuvent sembler difficiles pour un enfant qui ne s'est jamais servi d'allumettes, qui ne sait pas comment les utiliser, ou qui n'a jamais allumé de fusée. Les performances à ce jeu vidéo, et notamment le numéro du niveau atteint, le temps nécessaire et les stratégies adoptées, peuvent donc varier selon les connaissances sociales de l'enfant. Ce paramètre ne peut être contrôlé ni par une sélection particulière de la population ni dans la passation du jeu. En effet, il est impossible de passer au niveau suivant sans avoir réussi le précédent. Ainsi, lorsqu'un enfant ne parvient pas à terminer une scène, l'orthophoniste doit jouer à sa place et réussir pour lui permettre d'accéder à la suite.

2.3. Limites du protocole d'entraînement

Comme rappelé par Mazeau (2013), la mobilisation d'une seule fonction exécutive spécifique au sein d'une activité est impossible. Ainsi la plupart des jeux vidéo composant notre protocole d'entraînement mettent en jeu plusieurs fonctions exécutives à la fois voire, pour certains, d'autres processus cognitifs tels que la mémoire, la compréhension, la logique, le repérage dans l'espace, etc... Chaque activité travaille tout de même un domaine exécutif particulier. Nous avons ainsi agencé les jeux vidéo sélectionnés au sein du protocole afin qu'une même capacité exécutive ne soit pas activée plusieurs fois de suite dans une même séance.

Il est un paramètre sur lequel nous n'avons pas d'emprise : la façon de présenter les jeux en fonction des professionnels. En effet, chaque orthophoniste possède sa propre façon d'amener le travail de rééducation, de proposer les activités et de concevoir son métier. Nous avons laissé la liberté aux thérapeutes de choisir la modalité de présentation et d'adaptation des jeux. Les progrès observés sont donc directement dépendants de ce paramètre. Le questionnaire proposé aux orthophonistes ayant participé à notre protocole nous permet de vérifier qu'il y a une certaine homogénéité de présentation des différents jeux entre les professionnels.

De plus, il reste parfois difficile d'apprécier la stratégie réelle que l'enfant a utilisée. Il a pu parvenir à passer au niveau suivant du jeu « par chance ».

2.4. Limites des jeux vidéo gratuits

La totalité de notre matériel est basée sur une offre de jeux vidéo en ligne sur Internet. L'aspect pratique de ce choix de support réside dans sa gratuité. Cependant, certains paramètres ne sont pas maîtrisables par le professionnel tels que le temps de chargement de l'interface, l'absence de calibrage en fonction du patient, ou l'impossibilité de combiner l'enregistrement des résultats de plusieurs patients sur un même jeu. Nous avons proposé une solution en ce qui concerne l'apparition des publicités avant le lancement du jeu, sous la forme de l'installation de l'application *AdBlock*.

3. Discussion des résultats

Pour toutes les raisons évoquées, l'amélioration des compétences exécutives décrites précédemment reste subjective.

Certaines données, telles que la poursuite de la prise en charge orthophonique ou l'existence d'autres rééducations associées (psychomotricité, ergothérapie), n'ont pu être maîtrisées. Nous ne pouvons donc affirmer que les résultats observés sont le fruit de notre protocole d'entraînement. Nous devons tenir compte de tous les thérapeutes gravitant autour du patient ainsi que de sa progression spontanée.

4. Intérêt en orthophonie et ouverture

Le rôle de l'orthophoniste auprès des enfants présentant un trouble du langage ou du calcul est central. Il est l'un des thérapeutes que les enfants rencontrent le plus régulièrement. Face à ces troubles, le traitement orthophonique a pour objectif de rendre l'enfant autonome, et de lui permettre d'accéder à un niveau de langage ou de calcul fonctionnel. Par conséquent, l'orthophoniste doit trouver divers supports, aussi efficaces qu'attrayants, pour améliorer leurs compétences en langage et calcul, ainsi que les pré-requis à ces aptitudes, dont les fonctions exécutives font pleinement partie.

Nous voulions donc proposer aux professionnels un moyen innovant de prendre en charge les troubles du fonctionnement exécutif des enfants.

Ainsi, ce travail nous a permis d'élaborer un protocole d'entraînement des fonctions exécutives, basé sur des jeux en ligne, dans le but de permettre d'améliorer chez les enfants certains pré-requis (planification, inhibition, flexibilité, raisonnement, vérification notamment) aux compétences rééduquées en orthophonie. Ces jeux vidéo gratuits peuvent devenir une source d'inspiration pour la création de jeux spécifiques au traitement orthophonique.

Afin de prolonger notre étude, nous pourrions proposer notre travail à une population adulte, qui serait sensibilisée à l'utilisation de l'outil informatique et des jeux en ligne. En effet, le syndrome dys-exécutif est plus souvent diagnostiqué dans des pathologies qui concernent les patients adultes (traumatismes crâniens, accidents vasculaires cérébraux, maladies neurodégénératives, etc...). Cet entraînement des fonctions exécutives pourrait permettre d'améliorer des compétences nécessaires à des tâches travaillées en orthophonie : le langage oral et écrit, tant en production qu'en réception. En effet, selon Chomel-Guillaume et al. (2010), le langage fonctionne en lien avec d'autres fonctions cognitives, y compris les fonctions exécutives, et « *le diagnostic aphasiologique devrait être complété par une évaluation neuropsychologique des autres domaines de la cognition, et tout particulièrement les capacités attentionnelles, les fonctions exécutives, et les troubles neuro-visuels* ». Ainsi, chez ces patients, un entraînement des fonctions exécutives pourrait permettre d'améliorer leurs facultés langagières.

Nous pourrions également penser à créer un unique jeu mieux « protocolé », qui comporterait différents niveaux. Il faudrait alors posséder les moyens de réaliser cette création, pour pouvoir ensuite proposer aux patients un entraînement exécutif peut-être plus court, mais plus ciblé.

Conclusion

La rééducation orthophonique des pathologies du langage, oral ou écrit, et des troubles logico-mathématiques connaît de plus en plus d'approches différentes. Le traitement des pré-requis associés à ces compétences est aujourd'hui largement répandu. Les fonctions exécutives en sont une part importante, pourtant il existe encore peu d'éléments concernant leur prise en charge. Nous avons créé un protocole d'entraînement de ces capacités particulières, basé sur des jeux vidéo gratuits, et nous sommes interrogées sur son intérêt.

Les résultats obtenus sont en faveur d'une amélioration des capacités exécutives des patients. En effet, d'un point de vue quantitatif et qualitatif, la majorité des enfants, testés par un bilan post-entraînement, ont progressé, malgré la population restreinte qu'il nous a été donnée d'étudier. Et bien qu'il y ait une absence d'évolution significative au jeu vidéo non entraîné, nous pouvons noter une amélioration comportementale chez les patients. De plus, les orthophonistes participant à cette étude ont apprécié notre travail, et comptent s'en inspirer pour leur future pratique professionnelle.

Une recherche théorique détaillée doit impérativement précéder toute tentative d'élaboration d'un matériel rééducatif, afin de permettre un maximum de précision et d'adéquation avec la pathologie ciblée. La rééducation du syndrome dys-exécutif chez l'enfant étant peu présente dans la littérature, le choix, l'agencement ainsi que la modalité de présentation des jeux vidéo a été une part importante de réflexion de notre mémoire.

La cohérence de notre protocole se base sur un choix de jeux précis, qui offrent toutefois une liberté suffisante au thérapeute pour conserver l'interaction avec son patient, sans perdre l'intention initiale de mobilisation d'une fonction exécutive donnée.

La création de notre protocole d'entraînement des fonctions exécutives basé sur les jeux vidéo amène à réfléchir sur les possibilités innombrables qu'offre Internet en tant que source de supports rééducatifs. Si ce support est déjà investi dans certaines prises en charge orthophoniques, il gagnerait à se développer dans d'autres domaines, notamment dans les rééducations chez l'enfant, qui reste toujours friand de ce type de prise en charge 2.0.

Bibliographie

-
- ALBARET J-M., (2006), Note de synthèse sur les programmes d'auto-instructions dans la prise en charge de l'enfant TDA/H, *A.N.A.E*, n°90, p. 324-329
 - ALLAIN P, AUBIN G., LE GALL D., (2001), Le langage : un carrefour d'interactions cognitives, in *Rééducation orthophonique*, numéro 208, Paris : FNO, p. 139-190
 - ALLARD C., (2008), L'enfant et l'ordinateur : avantages et inconvénients, *Journal de Pédiatrie et de Puériculture*, n°21, p. 209-213
 - AMIEVA H., DARTIGUES J-F, FABRIGOULE C., LAFONT S., LE GOFF M., RITCHIE K., STOYKOVA R., TZOURIO C., Trail Making Test A et B (version sans correction des erreurs) : normes en population chez des sujets âgés, issues de l'étude des trois Cités, *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, volume 1, numéro 3, Montrouge : J. Libbey Eurotext, p.210-220
 - AUCLAIR L., SIEROFF E., (2008), L'attention préparation, in *Neuroscience cognitive de l'attention visuelle*, Marseille : Solal, p. 83-112
 - BARKLEY R., (1997), *ADHD and the nature of self-control*, New-York : Guilford Press
 - BILLARD C., TOUZIN M., (2011), Évaluation Des fonctions cognitives et Apprentissages, Isbergues : OrthoEdition
 - CHOMEL-GUILLAUME S., BERNARD I., LELOUP G., (2010), *Les aphasies*, Paris : Masson
 - COLLETTE F., (2004), Exploration des fonctions exécutives par imagerie cérébrale, in *Neuropsychologie des fonctions exécutives*, Marseille : Solal, p. 25-51
 - COQUET F., (2004), *Troubles du langage oral chez l'enfant et l'adolescent: méthodes et techniques de rééducation*, Isbergues : OrthoEdition
 - DESGRANGES B., EUSTACHE F., FAURE S., (2013), *Manuel de neuropsychologie*, Paris : Dunod
 - EUSTACHE F., LECHEVALIER B., VIADER F., (2008), *Traité de neuropsychologie clinique, neurosciences cognitives et cliniques de l'adulte*, Bruxelles : De Boeck
 - FLESSAS J., LUSSIER F., (2009), *Neuropsychologie de l'enfant: Troubles développementaux et de l'apprentissage*, Paris : Dunod
 - FOURNET N., LE GALL D., ROULIN J-L., ROY A., (2012), Les fonctions exécutives chez l'enfant : approche épistémologique et sémiologie clinique, *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, volume 4, numéro 4, Montrouge : J. Libbey Eurotext, p. 287-297

-
- GAGNÉ P-P., LEBLANC N., ROUSSEAU A., (2008), Colloque du centre François Michelle sur la déficience intellectuelle légère et troubles associés
 - GEORGE F., (2009), Évaluation neuropsychologique dans les troubles spécifiques d'apprentissage, *Orthophonie pratique, pratique orthophonique*, Marseille : Solal, p. 9-16
 - GIOIA G.A., ISQUITH P.K., GUY S.C., KENWORTHY L., (2000), *Behavior Rating Inventory of Executive Function*, Odessa, FL: Psychological Assessment Resources
 - GODEFROY O., (2008), *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques*, Marseille : Solal
 - JACQUIER-ROUX M., LEQUETTE C., POUGET G., VALDOIS S., ZORMAN M., (2010), Batterie Analytique du Langage Écrit, Grenoble : UPMF
 - JAMBAQUÉ I., (2008), *Épilepsies de l'enfant : troubles du développement cognitif et socio-émotionnel*, Marseille : Solal
 - KEMP S., KIRK U., KORKMAN M., (2012), *NEPSY-II*, Montreuil-sous-Bois : ECPA
 - LABRUYÈRE N., (2006), *Approche neuropsychologique de l'autisme infantile : entre théorie de l'action et théorie de l'esprit*, Thèse de doctorat en Neuropsychologie (directeur : Georgieff N.), Lyon
 - LAZURE M., LUSSIER F., MENARD A., (2003), Proposition d'une intervention métacognitive contre TDA/H, *Rééducation Orthophonique* n°214 Juin 2003, Paris : FNO, p. 69-9
 - LE DIBERDER A., LE DIBERDER F., (1998), *L'univers des jeux vidéo*, Paris : Edition La Découverte
 - LE GALL D, ROY A., ROULIN J-L., (2007), Capacités de mémoire de travail chez l'enfant cérébro-lésé, in *Neuropsychologie de la mémoire de travail*, Marseille : Solal, p. 295-322
 - LEROUX Y., (2008), Le jeu vidéo, un ludopaysage, *Enfances & Psy*, n°38, Toulouse : ERES, p. 129-136
 - LURIA A., (1961), *The Role of Speech in the Regulation of Normal and Abnormal Behavior*, New-York : Liveright Publishing Corporation
 - MAZEAU M., (2005), *Neuropsychologie et troubles des apprentissages*, Paris : Masson
 - MAZEAU M., (2008), *Conduite du bilan neuropsychologique chez l'enfant*, Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson
 - MAZEAU M., MORET A., (2013), *Le syndrome dys-exécutif chez l'enfant et l'adolescent*, Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson

-
- MONNIER M. et al., (2014), Suivi neuro-développemental à 5 ans des extrêmes prématurés et détection des difficultés sur le plan des fonctions exécutives, *Archives de pédiatrie*, volume 21, numéro 9, Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, p. 944-952
 - NOËL M-P., (2007), *Bilan neuropsychologique de l'enfant*, Bruxelles : Mardaga
 - RABBITT P., (1997), *Methodology of executive functions*, Hove : Psychology Press
 - RADILLO A., VIROLE B., (2010), *Cyberpsychologie : Remédiation des apprentissages, pratiques thérapeutiques, analyse des comportements*, Paris : Dunod
 - REITAN R-M., (1955), *Reitan Neuropsychology Laboratory* (fait partie, à l'origine, de l'Army Individual Test Battery)
 - REY A., (1960), Test de la figure complexe de Rey, Montreuil-sous-Bois : ECPA
 - ROMO L., BIOULAC S., MICHEL G., KERN L., (2012), *La dépendance aux jeux vidéo et à l'Internet*, Paris : Dunod
 - SERGEANT J.A., GEURTS H., OOSTERLAAN J., (2002), *How specific is a deficit of executive functioning for Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder ?*, *Behavioural Brain Research*, p. 3-28.
 - SERON X., (2009), L'individualisation des fonctions exécutives : historique et repères, *Revue de neuropsychologie, neurosciences cognitives et cliniques*, volume 1, numéro 1, Montrouge : J. Libbey Eurotext, p. 16-23
 - SORIAT-BARRIERE B., MARTINOD R., (2008), Prise en charge du syndrome dysexécutif. Aspects cognitifs de la communication, *Orthophonie et handicaps* (p.69-88), Marseille : Solal
 - STROOP J-R., (1935), *Journal of Experimental Psychology*
 - TOUSSAINT-THORIN M. et al., (2011), Évaluation des fonctions exécutives des enfants présentant une dyspraxie développementale : comparaison d'une approche neuropsychologique classique et d'une approche plus écologique, *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, volume 54, numéro S1, Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson, p. 210
 - VAN HOUT A., MELJAC C., FISCHER J-P., (2005), *Troubles du calcul et dyscalculies chez l'enfant*, Paris : Masson
 - VIROLE B., (2003), *Du bon usage des jeux vidéo et autres aventures virtuelles*, Paris : Hachette

- VIROLE B., (2011), Psychothérapie et réalité virtuelle, *La complexité de soi*, Orsay : Charielleditions
- WINNICOTT D., (1942), « Pourquoi les enfants jouent-ils ? », *L'enfant et le monde extérieur*, (Janvier 1989), Lausanne : Payot

Sites web consultés :

- BAVELIER D., (2012), : Your brain on video games [consulté le 12 novembre 2014]

http://www.ted.com/talks/daphne_bavelier_your_brain_on_video_games#t-8508

- WIERZBICKI C., VIROLE B., (2011), Remédiations cognitives et ateliers de jeux vidéo, dans *Les Entretiens de Bichat* [consulté le 12 novembre 2014]

<http://www.lesentretiensdebichat.com/liste-publications-premium/orthophonie/remediation-cognitive-et-ateliers-de-jeux-video>

Liste des annexes

Liste des annexes :

Annexe n°1 : Annonce de recherche d'une population

Annexe n°2 : Lettre d'information destinée aux orthophonistes

Annexe n°3 : Lettre d'information destinée aux parents ou tuteurs légaux

Annexe n°4 : Consentement de participation

Annexe n°5 : Protocole de bilan

Annexe n°6 : Protocole d'entraînement

Annexe n°7 : Questionnaire