



Impact d'un entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle sur la communication : étude de cas

Noëllie Moizard

► To cite this version:

Noëllie Moizard. Impact d'un entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle sur la communication : étude de cas. Sciences cognitives. 2021. dumas-03285862

HAL Id: dumas-03285862

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03285862>

Submitted on 13 Jul 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Année universitaire 2020-2021

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Grade Master

Présenté et soutenu publiquement le 11 Juin 2021
par Noëlie MOIZARD
née le 12 Septembre 1996 à Tours

Impact d'un entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle sur la communication

Etude de cas

Sous la direction de :
Eric SORITA
Mélanie ENGELHARDT

Membres du jury :
Gaëlle BENICHO, Orthophoniste, Centre de Médecine Physique et de
Réadaptation de la Tour de Gassies, Bruges
Armelle KERBRAT, Orthophoniste, Hôpital Robert Boulin, Services de Neurologie et
de Médecine Physique et de Réadaptation, Libourne

Année universitaire 2020-2021

COLLEGE SCIENCES DE LA SANTE
Centre de Formation Universitaire d'Orthophonie

Mémoire (U.E. 7.5) pour l'obtention du

CERTIFICAT DE CAPACITE D'ORTHOPHONISTE

Grade Master

Présenté et soutenu publiquement le 11 Juin 2021
par Noëlie MOIZARD
née le 12 Septembre 1996 à Tours

**Impact d'un entraînement des fonctions exécutives
en réalité virtuelle sur la communication**

Etude de cas

**Sous la direction de :
Eric SORITA
Mélanie ENGELHARDT**

Membres du jury :

Gaëlle BENICHOU, Orthophoniste, Centre de Médecine Physique et de Réadaptation de la Tour de Gassies, Bruges

Armelle KERBRAT, Orthophoniste, Hôpital Robert Boulin, Services de Neurologie et de Médecine Physique et de Réadaptation, Libourne

Remerciements

Je souhaiterais tout d'abord remercier personnellement Mélanie Engelhardt et Eric Sorita pour leur soutien, leur disponibilité, leur implication et leur aide précieuse en tant que directeurs de mémoire. Je remercie également Gaëlle Benichou et Armelle Kerbrat, membres de mon jury, d'avoir accepté d'évaluer ce travail.

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire de fin d'études : Maïlys Bui, pour son implication lors des passations, Vincent et Albane pour leur participation au protocole de rééducation en tant qu'aidants, Bénédicte Darrigrand, Isabelle de Gabory et Gaëlle Benichou pour des informations sur les épreuves de bilan.

Un grand merci à T.N., patient inclus à cette étude, pour sa participation et son investissement.

Je remercie également l'ensemble des membres de l'équipe pédagogique du centre de formation en orthophonie de Bordeaux, ainsi que les intervenants et maîtres de stage qui m'ont accompagnée durant ces années d'études.

Merci à Marie, Anne-Sophie, Thierry, Baptiste, pour leur intérêt pour le sujet et leur relecture.

Merci à toute ma famille et à Victor pour leur présence, leur soutien, leurs encouragements et leur confiance depuis tant d'années. Merci à mes amies de promotion pour ces cinq belles années à leur côté.

Titre : Impact d'un entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle sur la communication - Etude de cas

Résumé : L'aphasie engendre des troubles langagiers et communicationnels. Les répercussions sont nombreuses, et constituent un handicap partagé entre le patient et son entourage. Les études scientifiques montrent l'impact majeur des fonctions exécutives sur les habiletés langagières et communicationnelles. Les évaluations et rééducations traditionnelles montrent leurs limites, entraînant une tendance à vouloir écologiser les prises en soin pour optimiser leur impact dans la vie quotidienne des patients. Cette dimension implique de prendre en compte l'environnement, et de se questionner sur la participation du sujet. L'objectif de ce mémoire est de montrer l'impact d'un entraînement des fonctions exécutives, basé sur un matériel avec une validité écologique, sur les habiletés communicationnelles du patient adulte aphasique. Le protocole de rééducation en trois phases, conçu pour cette étude, vise à comparer l'efficacité d'un entraînement des fonctions exécutives basé sur un outil de réalité virtuelle (supermarché virtuel), à celui basé sur la rééducation traditionnelle. Les résultats de ce cas clinique montrent qu'une amélioration des stratégies exécutives, en bilan comme dans le supermarché virtuel, entraîne une amélioration des habiletés communicationnelles. Ces résultats sont observés dès la phase d'entraînement spécifique des fonctions exécutives. La participation de l'aidant confirme que les stratégies exécutives sont maintenues, et associées à de meilleures performances communicationnelles. La communication non-verbale apparaît comme une compensation fonctionnelle des difficultés verbales. Les productions spontanées sont de plus en plus construites syntaxiquement, et facilitées par les stratégies de réparation mises en place par l'aidant.

Mots-clés : Aphasie - Communication - Fonctions exécutives - Réalité virtuelle

Title : Impact of executive functions training in virtual reality on communication - Case study

Abstract : Aphasia causes language and communication disorders. The repercussions are numerous, and constitute a shared handicap between the patient and his (her) entourage. Scientific studies show the major impact of executive functions on language and communication skills. Traditional evaluations and rehabilitations have shown their limits, leading to a tendency to adapt the treatment to the environmental context in order to optimize their impact on the daily life of the patients. This dimension implies taking into account the environment, and questioning ourselves about the subject's participation. The goal of this thesis is to analyze the impact of a training of the executive functions, based on a material with an ecological validity, on the communication skills of the adult aphasic patient. The three-phase rehabilitation protocol, designed for this study, aims to compare the effectiveness of executive functions training based on a virtual reality tool with one based on traditional rehabilitation techniques. The results of this clinical case show that an improvement in executive strategies, both in assessment and in the VAP-S virtual supermarket, leads to an improvement in communication skills. These results are observed as from the phase of specific training of executive functions. The caregiver's participation confirms that the executive strategies are maintained and associated with better communication performance. Non-verbal communication appears to be an efficient compensation for verbal difficulties. Spontaneous productions are more and more syntactically constructed, and facilitated by the helping strategies put in place by the caregiver.

Key-words : Aphasia - Communication - Executive functions - Virtual reality

Table des matières

Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	3
Table des matières	4
Table des tableaux	6
Table des graphiques	6
Table des figures	6
Table des annexes	6
Introduction	7
Contexte théorique, problématique, hypothèses	8
1. L'aphasie post-AVC et les troubles de la communication	8
1.1. Données épidémiologiques	8
1.2. Définition de l'aphasie	8
1.3. Le handicap de communication partagé	9
1.3.1. Répercussions de l'aphasie sur la communication	9
1.3.2. Le handicap de communication lié à l'aphasie	9
1.3.3. Concept de handicap partagé	9
1.3.4. Rôle de l'aidant dans la rééducation	10
1.4. Stratégies d'intervention orthophonique	10
1.4.1. Cadre conceptuel : notions de rééducation et de réadaptation	10
1.4.2. Objectifs de la rééducation de l'aphasie	11
1.4.3. Rééducation de la communication	11
1.4.4. Approches traditionnelles de rééducation	14
2. Rôle des fonctions exécutives dans les processus langagiers et communicationnels	15
2.1. Définition	15
2.1.1. L'inhibition	16
2.1.2. flexibilité cognitive	16
2.1.3. La planification	17
2.1.4. La mémoire de travail	17
2.2. Lien entre les fonctions exécutives et le langage	17
2.3. Limites de l'évaluation des fonctions exécutives	18
2.4. Le dysfonctionnement exécutif et sa rééducation	19
2.4.1. Impact du dysfonctionnement exécutif sur le langage oral et la communication verbale	20
2.4.2. Impact du dysfonctionnement exécutif sur la communication non-verbale	21
3. Notions de validité écologique et transfert	21
3.1. Définition de validité écologique	21
3.2. Définition de transfert	21
4. La réalité virtuelle	22
4.1. Généralités	22
4.2. Application en santé et en réadaptation	22
4.2.1. Utilité de la réalité virtuelle dans l'évaluation	23
4.2.2. Utilité de la réalité virtuelle dans la rééducation	23
4.2.3. Application spécifique sur la communication et l'aphasie	24
4.2.4. Application spécifique à la rééducation des fonctions exécutives	24
4.2.5. Limites	26
5. Problématiques et hypothèses	26
Méthodologie	27
1. Population	27
1.1. Critères d'inclusion	27
1.2. Critères d'exclusion	27

2. Procédure	27
2.1. Généralités sur la méthodologie SCED	27
2.2. Présentation du protocole de rééducation	28
2.3. Préalable à la passation du protocole	30
2.4. Cadre de passation	30
3. Matériel	30
3.1. Mesures	30
3.1.1. Mesure principale	31
3.1.2. Mesures secondaires	32
3.2. Dispositif de réalité virtuelle	34
3.2.1. Installation du patient	34
3.2.2. Fonctionnement du VAP-S Market	34
3.2.3. Grilles d'observations	35
4. Présentation des résultats	36
4.1. Représentation graphique des résultats	36
4.2. Interprétation statistique des résultats	36
Résultats	37
1. Présentation du patient	37
2. Synthèse des résultats des bilans	38
2.1. Evaluation de la communication	38
2.1.1. Echelle de sévérité de l'aphasie ASRS	39
2.1.2. Epreuve type PACE	39
2.1.3. Questionnaire de communication non-verbale du TLC	40
2.1.4. Questionnaire complémentaire à la famille	42
2.2. Evaluation du langage	43
2.3. Evaluation des fonctions exécutives	43
2.3.1. Mémoire de travail	44
2.3.2. Inhibition	45
2.3.3. Flexibilité	45
2.3.4. Planification	46
3. Résultats au protocole de rééducation	46
3.1. Phase A	46
3.2. Phase B	47
3.2.1. Familiarisation et dépistage	47
3.2.2. Protocole de rééducation	48
3.3. Phase C	50
Discussion	53
1. Rappel et analyse des résultats	53
1.1. Mesure principale	53
1.2. Mesures secondaires	53
1.2.1. Cubes de Corsi	53
1.2.2. Empan numérique	54
1.2.3. BREF	54
1.2.4. TMT A et B	54
1.2.5. Tour de Londres	54
1.3. Discussion des hypothèses	55
2. Limites et perspectives de l'étude	58
2.1. Limites	58
2.2. Perspectives	59
Conclusion	61
Bibliographie	62
Annexes	73

Table des tableaux

Tableau 1 : Prévalence des déficiences suite à un AVC	8
Tableau 2 : Données socio-démographiques du patient	37
Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus aux épreuves de communication	38
Tableau 4 : Evolution des performances de T.N. dans l'utilisation de la communication non-verbale	39
Tableau 5 : Evolution des performances de T.N. au questionnaire de communication non-verbale du TLC	40
Tableau 6 : Evolution des réponses des aidants de T.N. au questionnaire complémentaire à la famille du TLC	42
Tableau 7 : Synthèse des résultats obtenus à l'épreuve de dénomination orale d'images de la BETL43	
Tableau 8 : Evolution des performances de T.N. aux épreuves exécutives	43
Tableau 9 : Evolution des scores de T.N. à la Batterie Rapide d'Efficiency Frontale	45
Tableau 10 : Evolution des performances de T.N. à l'épreuve de la Tour de Londres	46

Table des graphiques

Graphique 1 : Evolution des performances de T.N. aux mesures répétées de communication	38
Graphique 2 : Evolution des performances de T.N. dans l'utilisation des gestes	39
Graphique 3 : Evolution des performances de T.N. aux items de communication non-verbale du TLC41	
Graphique 4 : Moyenne épreuve type PACE et questionnaire de communication non-verbale du TLC	41
Graphique 5 : Evolution de T.N. aux épreuves évaluant la mémoire de travail	44
Graphique 6 : Evolution des scores de T.N. à la Batterie Rapide d'Efficiency Frontale	45
Graphique 7 : Evolution du temps de réalisation des tâches de courses dans le VAP-S Market	48
Graphique 8 : Evolution de la distance parcourue pour les tâches de courses dans le VAP-S Market48	
Graphique 9 : Evolution des performances exécutives dans les tâches de courses du VAP-S Market au cours de la phase B	50
Graphique 10 : Evolution des performances exécutives dans les tâches de courses du VAP-S Market au cours de la phase C	52

Table des figures

Figure 1 : Procédure de l'étude	30
---------------------------------	----

Table des annexes

Annexe 1 : Lettre d'information	73
Annexe 2 : Récapitulatif des tests utilisés et leur étalonnage	74
Annexe 3 : Psychométrie et données normatives des tests	75
Annexe 4 : Grille d'observation	76
Annexe 5 : Grille d'interaction	78
Annexe 6 : Niveaux de difficulté pour les essais dans le VAP-S Market	79
Annexe 7 : Evolution des performances exécutives de T.N. au cours de la phase B	80
Annexe 8 : Evolution des performances exécutives de T.N. au cours de la phase C	81

Introduction

L'aphasie est une conséquence courante de l'Accident Vasculaire Cérébral (AVC) (Palmer et al., 2013). Elle constitue une catastrophe fonctionnelle, psychologique et sociale, pour les patients comme pour leur entourage (Daviet et al., 2007).

L'aphasie entraîne de nombreuses perturbations langagières et communicationnelles, bouleversant les situations de conversation. A ce titre, l'aphasie représente un handicap dit partagé, entre le patient et son entourage.

L'aphasie est souvent définie par rapport au langage, mais elle est rarement isolée et s'associe à d'autres troubles cognitifs. Un dysfonctionnement exécutif peut perturber la communication, limiter la récupération du sujet aphasique, et contribue à la sévérité de l'aphasie (Rousseaux, Lefeuvre, & Kozlowski, 2007; Weill-Chounlamountry et al., 2014).

Dans ce cadre, l'orthophoniste joue un rôle crucial, pour évaluer les limitations d'activités et les restrictions de participation du sujet aphasique, mais aussi restaurer ses compétences communicationnelles en optimisant les échanges, dans différents contextes quotidiens (Brady et al., 2016; Chomel-Guillaume et al., 2010b; Giachero et al., 2020; Mazaux et al., 2014).

Par ailleurs, l'évaluation du fonctionnement exécutif est souvent réalisée avec des outils neuropsychologiques papier-crayon peu sensibles, peu spécifiques et présentant une faible validité écologique (Chevignard et al., 2006; Joseph et al., 2010). Pour pallier ces difficultés, les techniques de réalité virtuelle offrent la possibilité de simuler des activités de la vie quotidienne, tout en obtenant des résultats prédictifs des difficultés rencontrées dans la vie réelle (Burgess et al., 2006; Joseph et al., 2010).

L'objectif de ce mémoire est d'étudier si un entraînement des fonctions exécutives, basé sur un matériel avec une validité écologique, permet d'améliorer les compétences communicationnelles du patient adulte aphasique. La réalité virtuelle est-elle un outil efficace à une rééducation écologique ? Après une présentation de la notion d'aphasie et des troubles de la communication qui lui sont associés, nous présenterons le rôle des fonctions exécutives sur les processus langagiers et communicationnels. Nous développerons ensuite les concepts de validité écologique et de transfert, avant d'aborder le thème de la réalité virtuelle. Nous tenterons de répondre à cette problématique par une étude de cas, reposant sur un protocole de rééducation s'appuyant sur un outil de type supermarché virtuel.

Contexte théorique, problématique, hypothèses

1. L'aphasie post-AVC et les troubles de la communication

1.1. Données épidémiologiques

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), «*un accident vasculaire cérébral résulte de l'interruption de la circulation sanguine dans le cerveau, en général quand un vaisseau sanguin éclate ou est bloqué par un caillot*».

Les répercussions de l'AVC sont nombreuses et multiples, touchant différentes dimensions du fonctionnement, notamment le fonctionnement cognitif (Schnitzler, 2015). La prévalence de l'AVC dans la population française serait de 1,6 % (Schnitzler et al., 2014). En France, l'âge moyen des patients est de 73 ans, cependant 25 % d'entre eux ont moins de 65 ans. Le taux de reprise du travail est de 44%, pour les sujets en âge d'être encore actifs (Schnitzler, 2015).

La sévérité d'un AVC est variable. Différents degrés sont mis en évidence, entre un accident transitoire n'engendrant pas de séquelles, à l'AVC mortel, en passant par l'AVC laissant des séquelles plus ou moins invalidantes (Schnitzler, 2015). Selon l'OMS en 2016, l'AVC représente la deuxième cause de décès dans le monde (Organisation Mondiale de la Santé, 2020). En France, il constitue la troisième cause de mortalité chez l'homme, la première cause chez la femme, représentant chaque année 40 000 décès (Lecoffre et al., 2017).

A. Schnitzler propose une synthèse des séquelles invalidantes à la phase chronique (Schnitzler, 2015) :

Déficiences	Difficulté pour marcher	Déficit du membre supérieur	Trouble de la sensibilité	Trouble de la déglutition	Aphasie	Déficit visuel	Dépression	Démence	Syndrome dysexécutif
Fréquence	48 à 60%	40%	80%	40%	23 à 33%	66%	26 à 48%	20%	30 à 50%

Tableau 1 : Prévalence des déficiences suite à un AVC

1.2. Définition de l'aphasie

Gil définit l'aphasie comme : «*les désorganisations du langage pouvant intéresser aussi bien son pôle expressif que son pôle réceptif, ses aspects parlés que ses aspects écrits, en rapport avec une atteinte des aires cérébrales spécialisées dans les fonctions linguistiques*» (Gil, 2018). La symptomatologie de l'aphasie exclut toute autre difficulté de communication liée à une perte sensorielle, une démence, ou encore des difficultés d'élocution en lien avec une faiblesse musculaire telle que la dysarthrie (Brady et al., 2016).

L'aphasie a un impact négatif sur l'identité de la personne, la confiance en soi, les

relations sociales, l'engagement et la participation à des activités (Martin, 2018). De manière générale, l'aphasie représente une catastrophe psychologique et fonctionnelle pour le patient, mais également socio-familiale (Guinaud, 2014; Mazaux et al., 2006; Mazaux, 2008).

1.3. Le handicap de communication partagé

1.3.1. Répercussions de l'aphasie sur la communication

L'atteinte étant souvent globale, l'aphasie peut être à l'origine de troubles communicationnels multiples et variés, tant au niveau des processus d'entrée (décodage, compréhension), des processus de sortie (encodage, expression, production), sur le versant du langage oral comme du langage écrit. D'autres troubles phasiques peuvent apparaître, notamment au niveau de la communication : les troubles pragmatiques (Mazaux, 2008).

Les difficultés linguistiques dans le cadre de l'aphasie déterminent la perte d'autonomie, avec des répercussions sur les relations sociales, familiales, et la mise en pratique de compétences linguistiques dans différents contextes de la vie quotidienne (Giachero et al., 2020). Enfin, un dysfonctionnement exécutif peut engendrer ou bien aggraver un trouble de la communication, et contribuer à la sévérité de l'aphasie (Weill-Chounlamountry et al., 2014).

1.3.2. Le handicap de communication lié à l'aphasie

L'OMS propose, en 2001, la Classification Internationale du Fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF). Cette classification décrit l'état de santé d'un individu, en s'intéressant à ses limitations de fonctionnement, son besoin d'aide, ainsi qu'à l'effet de l'environnement (Chapireau, 2001). Dans le cadre de l'aphasie, les symptômes, occasionnés par des lésions cérébrales acquises, représentent des déficiences du langage et des habiletés verbales, qui sont à l'origine d'incapacités (difficultés et limitation d'activité de communication), entraînant de nombreux désavantages (restriction de participation sociale, professionnelle, et modification des rôles sociaux) (Mazaux et al., 2014).

1.3.3. Concept de handicap partagé

L'aphasie constitue un réel handicap communicationnel résultant des perturbations langagières, mais également de la capacité de l'interlocuteur à reconnaître la compétence communicationnelle du sujet aphasique. En ce sens, l'aphasie est considérée comme un handicap personnel, familial et social (Mazaux et al., 2014).

Nous pouvons parler d'un handicap partagé, entre le sujet aphasique et son entourage ou bien son partenaire privilégié de communication. L'aphasie apparaît comme un réel bouleversement familial (Mazaux et al., 2006), entraînant une modification du rôle du conjoint, qui devient l'aidant principal du sujet aphasique. Buck, (cité dans (Ballandras, 2010)) parle de « *maladie de la famille* », ce qui justifie l'impact des troubles aphasiques sur

le système familial.

Les troubles de la communication du sujet aphasique peuvent être à l'origine de modifications du comportement, chez le patient (anxiété, perte de l'estime de soi, solitude, irritabilité), mais également chez son entourage (frustration, épuisement), réduisant les opportunités de communiquer ou les possibilités de s'exprimer (SOFMER & SFNV, 2011).

1.3.4. Rôle de l'aidant dans la rééducation

1.3.4.1. Définition de l'aidant

D'après la Charte Européenne de l'aidant familial, l'aidant représente : *«la personne non professionnelle qui vient en aide à titre principal, pour partie ou totalement, à une personne dépendante de son entourage, pour les activités de la vie quotidienne. Cette aide régulière peut être prodiguée de façon permanente ou non et peut prendre plusieurs formes, notamment : nursing, soins, accompagnement à l'éducation et à la vie sociale, démarches administratives, coordination, vigilance permanente, soutien psychologique, communication, activités domestiques, ...»* (COFACE, 2009). L'aidant est souvent le partenaire de communication privilégié. Le partenaire de communication peut être défini comme une personne avec laquelle le sujet aphasique établit préférentiellement un contact et entre en communication (Benâtre, 2018).

1.3.4.2. Place de l'aidant dans la rééducation

Le patient aphasique ne communique pas seul, mais est un acteur à part entière de la conversation, au même titre que son aidant. La conversation repose sur un principe de coopération implicite selon lequel une communication efficace résulte de l'action conjointe des différents interlocuteurs qui échangent des informations (de Partz, 2014; Rousseaux et al., 2014). L'implication des aidants à la rééducation permet de s'assurer de l'utilisation des stratégies acquises en séances dans les situations de vie quotidienne. L'orthophoniste peut proposer des mises en situation patient / aidant afin d'ajuster les objectifs thérapeutiques (Trauchessec, 2018).

1.4. Stratégies d'intervention orthophonique

1.4.1. Cadre conceptuel : notions de rééducation et de réadaptation

Le Centre National de Ressources Textuelles et Lexicales (CNRTL) définit la rééducation comme *«un ensemble de mesures prises pour permettre à un patient de recouvrer l'usage normal d'une fonction, d'un membre ou d'un organe, atteints par une blessure ou une affection, ou chez un sujet qui souffre d'une déficience ou d'une infirmité»*. La rééducation semble limitée à l'aspect thérapeutique, contrairement au concept de réadaptation.

La réadaptation désigne *«l'ensemble des dispositions thérapeutiques [...] pour*

permettre à un patient de retrouver une place dans la vie sociale, familiale et professionnelle si possible» (Brin-Henry et al., 2011). Le terme de “réadaptation orthophonique” n’est pas utilisé dans la littérature scientifique. En référence aux définitions ci-dessus, nous nous intéressons dans cette étude au champ de réadaptation.

1.4.2. Objectifs de la rééducation de l’aphasie

Les objectifs de rééducation de l’aphasie dépendent de nombreux critères, tels que le degré de sévérité de l’atteinte, les perspectives de récupération, le profil sémiologique du patient, ses besoins et ses attentes (Chomel-Guillaume et al., 2010b).

Elle vise l’adaptation du sujet à son environnement, la restauration des compétences communicationnelles en vie quotidienne, l’optimisation des échanges entre le patient et son entourage, l’activité et la participation (Brady et al., 2016; Chomel-Guillaume et al., 2010b). La rééducation cherche à encourager et ajuster les compétences communicationnelles verbales, mais aussi non-verbales des sujets aphasiques. De plus, il est important de viser une écologie de la rééducation en tenant compte du partenaire de communication privilégié du patient (souvent son conjoint), et d’inclure cette rééducation dans des situations de la vie quotidienne (de Partz, 2016). Une rééducation écologique cherche alors la restauration de la capacité du patient à communiquer dans différents contextes quotidiens (Giachero et al., 2020).

Dans une perspective de rééducation fonctionnelle du langage et de la communication, la prise en soin orthophonique permet d’améliorer la “*communication fonctionnelle*”, c’est-à-dire toutes les habiletés nécessaires à une transmission efficace d’informations, chez le patient aphasique, mais aussi chez son entourage (Martin, 2018).

Enfin, la rééducation de l’aphasie vise une modification des comportements conversationnels des différents interlocuteurs. Une étape de prise de conscience des comportements inadaptés est alors nécessaire, avant d’envisager la mise en place de nouveaux comportements plus appropriés. Cet entraînement permet au patient d’être davantage acteur dans l’interaction, en ayant plus d’opportunités pour s’exprimer, développer ou introduire une thématique, et ce dans différentes modalités communicationnelles (Mazaux, 2008).

1.4.3. Rééducation de la communication

La communication au sens large (conversation, interaction verbale, communication interindividuelle) est un concept difficile à définir, tant elle a été étudiée au regard de disciplines très variées : psychologie clinique, sociologie, neuropsychologie, linguistique pragmatique, mais également sociolinguistique, analyse de la conversation, éthologie du langage ... (Cosnier, 1997; Mazaux et al., 2006). Dans le cadre de ce travail, nous considérons la communication comme «*un comportement social, qui fait participer des*

acteurs avec comme objectif de modifier l'état mental de l'interlocuteur» (Rousseaux et al., 2014).

1.4.3.1. Approches théoriques

Les travaux de Norbert Wiener ont permis de concevoir la communication selon une vision circulaire, où chacun des éléments de la communication est en interaction avec les autres. La notion de “feed-back” ou de rétro-action apparaît : le message de l'émetteur entraîne en retour une réponse du récepteur. Cette rétro-action est caractérisée par les éléments verbaux, mais aussi non-verbaux (regard, expressions faciales, mimo-gestualité, posture ...), qui contribuent à la régulation de la communication (Rousseaux et al., 2014).

Les travaux de l'école de Palo Alto ont permis la conception d'une nouvelle théorie de la communication et des relations humaines. La double dimension de la communication apparaît désormais :

- ❖ une dimension de transaction : transmission d'une information nouvelle
- ❖ une dimension d'interaction : relation entre les partenaires de communication (Mazaux et al., 2006, 2014; Rousseaux et al., 2014)

1.4.3.2. La communication totale

F. Brin-Henry définit la communication de la manière suivante : *«tout moyen verbal ou non verbal utilisé par un individu pour échanger des idées, des connaissances, des sentiments, avec un autre individu»* (Brin-Henry et al., 2011).

J. Cosnier explique que la communication humaine totale comprend un ensemble d'éléments verbaux, paraverbaux et non-verbaux, qui sollicitent différents canaux : le canal auditif (verbalité (parole) et vocalité (paralangage)), canal visuel (statique (posture et attitude) et cinétique (mimogestualité)), le canal olfactif, tactile et thermique (Cosnier, 1977).

1.4.3.2.1. La communication verbale

La dimension verbale de la communication désigne les signes regroupés dans le lexique de la langue, employés à travers le langage oral et écrit (Scherer, 1984). Les individus emploient les symboles spécifiques de leur langue, soit des signes arbitraires permettant d'exprimer une infinité d'énoncés (Rousseaux et al., 2014).

La communication verbale est sous-tendue par la production et la compréhension d'énoncés langagiers, respectant les contraintes sémantiques, syntaxiques, l'emploi d'un discours informatif, cohérent et interprétable par l'interlocuteur (Rousseaux et al., 2014).

1.4.3.2.2. La communication non-verbale

1.4.3.2.2.1. *Les composantes para-verbales*

La communication para-verbale correspond aux accompagnements vocaux porteurs de sens, à la forme du message verbal. Ils sont caractérisés par le timbre de la voix, la hauteur tonale, les accents, l'intonation, le débit de parole, la prosodie, les silences et les pauses (Rousseaux et al., 2014).

1.4.3.2.2.2. *Les composantes non-verbales*

J. Corraze définit la communication non-verbale comme: *«un terme que l'on applique à des gestes, à des postures, à des orientations du corps, à des singularités somatiques, naturelles ou artificielles, voire à des orientations d'objets, à des rapports de distance entre les individus grâce auxquels une information est émise»* (Corraze, 1980).

Ainsi, les composantes de la communication non-verbale sont : l'apparence corporelle ; le tonus, la posture ; la proxémie ; le regard ; les expressions faciales ; les gestes (Rousseaux et al., 2014).

J. Cosnier (Cosnier, 2016) propose une classification des gestes communicatifs, soit directement liés à l'échange discursif. Ils sont réalisés avec différentes parties du corps, notamment les sourcils, la bouche, le buste et les mains. Il distingue trois types de gestes communicatifs, selon leur finalité :

- ❖ les gestes co-verbaux, qui accompagnent le message verbal
 - gestes déictiques, qui désignent ou illustrent
 - gestes expressifs ou mimiques, qui connotent le message
 - gestes para-verbaux, qui rythment la parole
- ❖ les gestes quasi-linguistiques, qui sont substituables à la parole, conventionnels et propres à une culture donnée
- ❖ les gestes synchronisateurs, qui assurent la fonction coordinatrice des échanges

1.4.3.3. *Les troubles de la communication*

Un trouble de la communication est défini comme *«toutes les difficultés de mise en œuvre des compétences langagières en réception comme en production, qu'elles soient verbales ou non verbales, orales ou écrites, non pas du fait qu'elles touchent les capacités de parole et de langage d'une personne mais parce qu'elles provoquent de manière quasi-systématique dans les interactions des troubles de la pragmatique»* (Brin-Henry et al., 2011).

1.4.4. Approches traditionnelles de rééducation

1.4.4.1. Concepts rééducatifs : efficacité et limites

Les concepts rééducatifs ont évolué au fil de l'histoire et des avancées scientifiques.

- ❖ Dès 1945, les progrès théoriques en neurologie, linguistique et psychologie tendent à élaborer des approches rééducatives structurées. Les avancées en neuro-linguistique ont permis d'envisager différents niveaux d'analyse (phonétique, phonémique, sémantique, syntaxique).
- ❖ L'aphasie étant considérée comme un déficit général du langage, la rééducation vise la récupération des troubles par une stimulation appropriée, répétée et intensive, afin de réactiver les circuits neuronaux. Les études scientifiques montrent des effets limités d'une thérapie se focalisant uniquement sur le langage.
- ❖ Dans les années 1960, Luria développe l'idée qu'une multiplicité des facilitations permettrait une réorganisation fonctionnelle du langage. Les programmes de rééducation élaborés en lien avec cette théorie n'ont pas donné de résultats significatifs non plus.
- ❖ Par la suite, l'approche behavioriste, basée sur les théories de Skinner, vise une modification du comportement par des techniques de réapprentissage. Cependant les programmes issus de cette vision manquent de flexibilité, et les améliorations des capacités communicationnelles sont réduites. La généralisation des acquis n'est que rarement décrite.
- ❖ L'approche syndromique, ou "approche classique" est centrée sur les classifications cliniques des aphasies, et l'identification du syndrome aphasique. Elle est considérée comme trop empirique, manquant d'interprétation théorique des troubles, et trop attachée à la sémiologie. Les stratégies de rééducation proposées concernent le symptôme, et non la causalité.
- ❖ Enfin, l'approche cognitive élabore des protocoles de rééducation en fonction de la nature des troubles. Cette approche est aujourd'hui incontournable dans les pratiques contemporaines. Cependant, elle ne s'applique pas à toutes les formes d'aphasie, et les thérapies individualisées proposées ne sont pas généralisables à une population plus large (Chomel-Guillaume et al., 2010a; de Partz, 1994).

1.4.4.2. L'approche pragmatique et psycho-sociale

Dans l'approche pragmatique, les productions linguistiques n'occupent pas la place centrale. La communication est mise au premier plan. Cette approche plus fonctionnelle du langage s'appuie sur tous les moyens efficaces, verbaux et non verbaux, possibles pour faciliter la communication (Lambert, 2008). Cette approche s'intègre dans une vision écologique de la rééducation, en expliquant comment l'individu utilise le langage, en

interaction avec son environnement social (Chomel-Guillaume et al., 2010a). Elle s'adresse aux limitations d'activité, aux restrictions de participation ainsi qu'aux déficiences, en proposant au patient des situations de communication réelles (Lambert, 2008; Mazaux et al., 2007). L'approche pragmatique prend en compte les variables individuelles telles que les besoins et les attentes des patients, qui conditionnent, au même titre que les variables linguistiques, les objectifs thérapeutiques (Chomel-Guillaume et al., 2010c).

2. Rôle des fonctions exécutives dans les processus langagiers et communicationnels

L'aphasie se définit le plus souvent par rapport au langage, mais elle est rarement isolée. Elle s'associe très souvent à une grande diversité de troubles cognitifs, tels que :

- ❖ des difficultés instrumentales (gestes, capacités visuo-spatiales, ...),
- ❖ des troubles exécutifs (planification, inhibition, flexibilité, mémoire de travail)
- ❖ des troubles attentionnels et mnésiques (attention soutenue, attention divisée, attention focalisée) (Rousseaux, Lefeuvre, & Kozlowski, 2007; Weill-Chounlamountry et al., 2014)

Les déficits cognitifs ont des répercussions sur l'aphasie, en majorant les troubles communicationnels (en compréhension comme en production), et en ralentissant la récupération liée à la rééducation. L'association des troubles cognitifs et linguistiques s'explique par le fonctionnement cérébral en réseaux. Certains réseaux sont impliqués à la fois dans les fonctions langagières et dans d'autres fonctions cognitives (Weill-Chounlamountry et al., 2014).

2.1. Définition

Les fonctions exécutives sont définies comme un «*ensemble de processus (inhibition, planification, contrôle, flexibilité ...) mis en jeu dans des tâches nécessitant la mise en œuvre de processus contrôlés, et particulièrement dans les tâches séquentielles dirigées vers un but*» (Joseph et al., 2010).

Selon T. Meulemans, les fonctions exécutives correspondent aux niveaux les plus complexes et sophistiqués du fonctionnement cognitif et psychologique de l'être humain (Meulemans, 2006). Elles sont activées lorsque notre répertoire de routines apprises ne suffit pas à répondre adéquatement à une situation nouvelle. Les fonctions exécutives garantissent l'adaptation du sujet dans des situations nouvelles et complexes. Le fonctionnement exécutif s'opposerait alors au fonctionnement routinier (Chevignard et al., 2006; Meulemans, 2006).

Les perturbations exécutives peuvent affecter d'autres domaines cognitifs, tels que la mémoire, et notamment la mémoire de travail (Baddeley, 1986, cité dans (Allain & Le Gall, 2008)). Un déficit des fonctions exécutives est source de handicap, et a un impact négatif

dans la vie quotidienne, en réduisant l'autonomie, la qualité de vie, les capacités langagières (Krch et al., 2013; Trauchessec, 2018a) ...

Les fonctions exécutives sont utiles au fonctionnement et à la communication du sujet sain, mais sont aussi impliquées dans le phénomène de récupération dans le cadre de l'aphasie. Un dysfonctionnement exécutif contribue à la sévérité de l'aphasie (Weill-Chounlamountry et al., 2014).

2.1.1. L'inhibition

L'inhibition correspond à un mécanisme permettant :

- ❖ d'empêcher que des informations non pertinentes intègrent la mémoire de travail et perturbent la tâche en cours
- ❖ de supprimer des informations précédemment pertinentes stockées en mémoire de travail, mais qui sont devenues non pertinentes pour la tâche en cours (Meulemans, 2008)

En référence aux modèles de Baddeley (1986), et de Norman et Shallice (1986), l'inhibition est contrôlée par l'administrateur central, et le système superviseur attentionnel (SAS) (Meulemans, 2008).

Miyake et Friedman, en 2000, ont montré que l'inhibition est composée de plusieurs fonctions :

- ❖ la fonction de blocage : permet d'inhiber une réponse dominante
- ❖ la fonction de filtrage : permet de résister à l'interférence de distracteurs non pertinents
- ❖ la fonction de suppression : permet de ne plus tenir compte d'une information qui était pertinente pour la tâche précédente (Trauchessec, 2018a)

2.1.2. La flexibilité cognitive

La flexibilité désigne la capacité du sujet à passer d'une pensée ou d'une action à une autre afin de traiter et de répondre à plusieurs sollicitations dans diverses circonstances (Eslinger 1993, cité dans (Trauchessec, 2018a)

La flexibilité cognitive se distingue en deux types :

- ❖ la flexibilité réactive : capacité à déplacer son focus attentionnel d'une classe de stimuli à une autre
- ❖ la flexibilité spontanée : capacité à produire un flux d'idées ou de réponses à une question simple (Allain et al., 2006; Meulemans, 2008)

2.1.3. La planification

Shallice (cité dans (Allain et al., 2006)) définit la planification comme l'analyse des données d'un problème, puis l'établissement et l'exécution contrôlée d'un programme de résolution. La planification désigne la capacité à identifier et organiser les étapes, les objets nécessaires pour atteindre un but, y compris la possibilité d'effectuer un choix parmi plusieurs options possibles (Josman et al., 2014).

2.1.4. La mémoire de travail

La mémoire de travail désigne la partie du fonctionnement cognitif qui stocke temporairement des informations (Meulemans, 2008). Par la suite, les informations sont transférées en mémoire à long terme, utilisées lors d'une activité cognitive ou encore oubliées. La particularité de la mémoire de travail réside en :

- ❖ la durée de maintien de l'information : 20 - 30 secondes
- ❖ la capacité limitée de stockage : 7 +/- 2 informations (Croisile, 2009; Sorita, 2013)

De nombreux travaux ont étudié la mémoire de travail. Le modèle de référence est celui de Baddeley et Hitch (1974). D'après ce modèle, la mémoire de travail serait composée d'un système principal, appelé administrateur central, et de deux systèmes esclaves, appelés boucle phonologique et calepin visuo-spatial (Croisile, 2009; Sorita, 2013; Weill-Chounlamountry et al., 2014).

Chacun de ces éléments joue un rôle spécifique :

- ❖ **l'administrateur central** : alloue les ressources attentionnelles nécessaires à l'exécution de tâches cognitives (raisonnement, langage, calcul, compréhension ...)
- ❖ **la boucle phonologique** : relative au traitement verbal
 - stock phonologique : stockage temporaire des informations liées au langage
 - récapitulation articulatoire : maintien des processus articulatoires impliqués dans la production et réception du langage
- ❖ **le calepin visuo-spatial** : gère les processus impliqués dans l'imagerie mentale (Croisile, 2009; Sorita, 2013; Trauchessec, 2018a; Weill-Chounlamountry et al., 2014)

2.2. Lien entre les fonctions exécutives et le langage

Le langage est intimement lié à d'autres domaines cognitifs, tels que la mémoire, les fonctions exécutives et l'attention (Fonseca et al., 2019). Selon Z. Ye et X. Zhou, les fonctions exécutives sont nécessaires au locuteur et à l'interlocuteur, afin d'organiser leurs pensées en situation de communication. Elles permettent alors au locuteur de sélectionner les mots pertinents, tout en inhibant les autres, avant de coordonner plusieurs idées. Elles sont aussi utiles à la compréhension et l'interprétation du discours (Ye & Zhou, 2009).

L'inhibition est nécessaire pour :

- ❖ la sélection lexicale et l'élimination des items lexicaux non appropriés (Frauenfelder & Nguyen, 2003)
- ❖ la compréhension : l'inhibition évite que des informations non pertinentes soient stockées en mémoire de travail, afin de permettre la manipulation des informations adéquates (Gernsbacher et al., 1990; Hasher & Zacks, 1988)
- ❖ la fluence verbale, dans le sens d'une réduction du débit verbal, ou à l'inverse d'une logorrhée (Godefroy, 2004)
- ❖ la production d'énoncés : plusieurs chercheurs ont comparé les performances de sujets jeunes et de sujets âgés en production de phrases. Les sujets âgés avaient tendance à s'éloigner du sujet de la conversation, occasionnant une diminution de la cohérence globale, qui serait due à un déficit des processus inhibiteurs (Hasher & Zacks, 1988)

La flexibilité est nécessaire pour :

- ❖ l'adaptation du locuteur à l'interlocuteur et à la situation de communication : reformulation, explicitation de ses propos en fonction des réactions de l'interlocuteur
- ❖ la production verbale : lors de l'élaboration d'un message, le locuteur active et manipule des concepts, nécessitant alors des capacités d'abstraction et de flexibilité
- ❖ la gestion du thème : la flexibilité facilite la gestion des changements de thème d'une conversation (Martin & McDonald, 2003)

2.3. Limites de l'évaluation des fonctions exécutives

Le fonctionnement exécutif est généralement testé par des évaluations neuropsychologiques de type papier-crayon. Cette approche traditionnelle montre bien souvent ses failles : les outils neuropsychologiques présentent une faible validité écologique et manquent de sensibilité (Chevignard et al., 2006; Joseph et al., 2010).

Les résultats obtenus par les patients lors de ces évaluations ne sont pas automatiquement prédictifs de leurs difficultés en vie quotidienne (Besnard et al., 2008; Chevignard et al., 2006; Krch et al., 2013) :

- ❖ certains patients peuvent obtenir des scores dans la norme attendue, mais au prix d'un effort cognitif très important (Manchester et al., 2004)
- ❖ de bons résultats obtenus aux tests neuropsychologiques n'excluent pas des dysfonctionnements dans les activités de la vie quotidienne (Joseph et al., 2010)

L'appréciation des conséquences des déficits exécutifs sur la réalisation des tâches quotidiennes est rendue difficile par les limites de la situation de testing : les tests

standardisés ne reproduisent pas exactement la complexité et le caractère dynamique des situations de la vie réelle (Besnard et al., 2008; Krch et al., 2013). Les conditions expérimentales sont souvent peu propices à l'apparition des déficits (bureau calme, absence de distraction, clinicien qui coordonne l'administration des tâches, explique les règles, fixe les objectifs, incite et arrête des comportements, durée courte), tandis que les conditions de vie quotidienne font appel à la motivation du sujet, des durées plus longues, la présence de distracteurs. La nature des tests standardisés empêche la multiplicité des tâches ou la fixation de priorités d'action (Chevignard et al., 2006; Manchester et al., 2004).

L'évaluation des fonctions exécutives ne tient pas compte de toutes les variables. La mise en place de stratégies compensatoires et les demandes cognitives environnementales ne sont pas toujours prises en compte (Besnard et al., 2008). Les exigences de l'environnement varient selon les individus, et peuvent avoir un impact sur la relation entre les performances aux tests neuropsychologiques et le fonctionnement quotidien. Il apparaît important d'évaluer les exigences environnementales de chacun, et de les faire correspondre aux tests cognitifs, afin de prédire précisément les conséquences fonctionnelles (McCue, Pramuka 1998, Sbordone 1997, Sbordone et Guilmete 1999, cité dans (Chaytor et al., 2006)).

La principale limite de ces évaluations réside dans la limite du transfert des performances obtenues lors des tests "en laboratoire" à la vie quotidienne (Lacroix et al., 1994). L'évaluation des fonctions exécutives et l'impact du dysfonctionnement exécutif sur les habiletés du patient en vie quotidienne (capacités et incapacités) est absolument nécessaire. Cette évaluation doit s'intégrer dans une approche écologique, afin de préserver l'autonomie, l'intégration socio-professionnelle des patients (Chevignard et al., 2006).

2.4. Le dysfonctionnement exécutif et sa rééducation

Les déficits cognitifs sont fréquents suite à un AVC. Selon l'étude de Leśniak et al. (Leśniak et al., 2008), sur 200 patients, plus des trois quarts des patients présentent un dysfonctionnement cognitif, dans un ou plusieurs domaines : attention, langage, mémoire à court terme, fonctions exécutives, mémoire à long terme.

Le déficit linguistique n'est pas l'unique origine des troubles de la communication. La communication est également impactée par les troubles moteurs, cognitifs, psychologiques (Joyeux, 2014).

Dans le cadre de ce travail, nous nous intéressons aux répercussions du dysfonctionnement exécutif sur le langage et la communication, bien que les retentissements soient nombreux et divers. Les sujets présentant un dysfonctionnement exécutif peuvent avoir des difficultés à s'adapter dans leur vie quotidienne, sur les plans familial, social et professionnel (Meulemans, 2006). Le trouble exécutif, attentionnel et mnésique a également des répercussions sur le maintien des effets thérapeutiques, l'adaptation du sujet à de

nouvelles situations, et la mise en place de mode communication palliatif (Engelhardt et al., 2014).

Un dysfonctionnement exécutif constituerait un facteur prédictif pour une moins bonne récupération (Trauchessec, 2018a). La rééducation cognitive est définie comme le processus qui permet l'amélioration de la capacité d'une personne à traiter et manipuler l'information, afin de lui permettre un fonctionnement amélioré dans les activités de la vie quotidienne (Sohlberg et Mateer, 1989, cités dans (Klinger, 2014)). En pratique, elle correspond à un ensemble d'interventions visant l'amélioration du fonctionnement cognitif, et de la participation du sujet dans les activités (Cicerone et al., 2011).

2.4.1. Impact du dysfonctionnement exécutif sur le langage oral et la communication verbale

Un dysfonctionnement exécutif entrave les compétences langagières et communicationnelles, en compréhension comme en production. Il se manifeste par :

- ❖ un manque d'organisation, de cohérence et de logique du discours : difficulté à hiérarchiser les idées, difficultés d'initiation et de planification du récit
- ❖ des difficultés à inhiber des énoncés automatisés : discours vague, hésitant, comprenant des formules toutes faites
- ❖ des difficultés à mobiliser sa mémoire de travail : perte du fil conducteur de la conversation, difficultés à préserver la constance du thème, répétitions
- ❖ des difficultés d'inhibition : digressions, importance trop grande donnée aux détails
- ❖ des difficultés de contrôle : persévérations, répétitions d'un mot ou d'une idée
- ❖ la communication : manque d'adaptation à l'interlocuteur et de flexibilité mentale
- ❖ une fatigabilité augmentée
- ❖ une atteinte de l'attention divisée et focalisée : difficultés de communication en groupe, ou dans des atmosphères bruyantes
- ❖ des difficultés de compréhension et traitement des énoncés longs et complexes : déficit de mémoire de travail, de flexibilité (Guinaud, 2014; Rousseaux, Lefeuvre, & Kozlowski, 2007; Weill-Chounlamounry et al., 2014)

Les difficultés du fonctionnement cognitif peuvent aussi avoir des répercussions sur le comportement de communication : les patients aphasiques peuvent être très inhibés en restant mutiques, ou à l'inverse désinhibés, en ne respectant pas les tours de parole (Guinaud, 2014).

2.4.2. Impact du dysfonctionnement exécutif sur la communication non-verbale

Dans la revue de littérature réalisée pour cette étude, nous n'avons pas retrouvé de données traitant de l'impact du dysfonctionnement exécutif sur la communication non-verbale chez le sujet aphasique. En revanche, des études ont été menées auprès de populations avec un traumatisme crânien (Aubert et al., 2004; Sainson, 2007). Les résultats montrent d'importantes difficultés à ajuster leur comportement non-verbal à la communication (inadéquation ou rareté des gestes, regard jugé peu adéquat ...), une gestualité co-verbale réduite, une faible utilisation des gestes synchronisateurs. Le regard ne joue pas son rôle de distribution des tours de rôle.

3. Notions de validité écologique et transfert

3.1. Définition de validité écologique

La notion de validité écologique renvoie à la performance du patient, lors de la passation de tests neuropsychologiques, et à son comportement lors de différentes situations quotidiennes (Sbordone, 1996). La validité écologique désigne le caractère naturel de l'activité proposée et sa capacité à simuler les exigences d'une tâche de vie quotidienne, pour permettre la généralisation des résultats des épreuves cognitives aux performances réelles (Franzen & Wilhelm, 1996).

La validité écologique se définit par deux sous-concepts (Burgess et al., 2006) :

- ❖ la "representativeness", soit le degré de représentativité : la tâche clinique proposée ressemble en forme et en contexte à une situation réelle
- ❖ la "generalisability", soit la généralisation des résultats : le résultat obtenu à un test clinique est prédictif des difficultés rencontrées en vie quotidienne

La validité écologique des outils en réalité virtuelle est connue dans la littérature : par exemple, le V-Mall, supermarché virtuel utilisé pour évaluer et traiter les déficits des fonctions exécutives (planification, organisation, multitâche, résolution de problème) a montré sa validité comme outil d'évaluation des AVC, et son efficacité dans l'amélioration des activités complexes (Krch et al., 2013).

3.2. Définition de transfert

Le transfert désigne *«le déplacement d'une capacité ou d'un apprentissage à un autre domaine ou à une autre activité que celle qui a permis l'apprentissage.»* (Brin-Henry et al., 2011)

La question de la validité écologique des outils utilisés est fondamentale dans le

contexte de la réadaptation, visant à réduire le retentissement des dysfonctionnements et incapacités cognitives du patient dans sa vie quotidienne (Le Thiec et al., 1999).

L'intérêt de l'approche virtuelle en rééducation est le transfert en vie quotidienne. De nombreuses études ont cherché à valider ce transfert entre le virtuel et le réel (Glize et al., 2014). L'exploration d'un environnement virtuel et sa mémorisation permettent un transfert dans le réel avec des performances équivalentes maintenues 48 heures (Wallet et al., 2010). D'autres travaux constatent des capacités d'apprentissage, et des erreurs similaires au niveau de l'exploration dans un environnement virtuel et réel, chez des patients avec un traumatisme crânien (Sorita et al., 2013). Ces études sont en faveur d'un lien fort et d'un possible transfert entre le travail réalisé en réalité virtuelle et les compétences en vie quotidienne (Glize et al., 2014).

4. La réalité virtuelle

4.1. Généralités

Les nouvelles technologies, et plus particulièrement la réalité virtuelle, s'intègrent dans une approche pragmatique et écologique de la rééducation, en créant un environnement virtuel plus ou moins proche de la réalité (Glize et al., 2014).

La réalité virtuelle est une expression utilisée pour décrire les environnements artificiels, conçus par ordinateur, dans lesquels les individus explorent et interagissent avec des objets dans un espace-temps virtuel (Cherniack, 2011). Les techniques de réalité virtuelle stimulent le fonctionnement cognitif et sensori-moteur, en temps réel, dans un monde artificiel, et offrent la possibilité de simuler des activités de la vie quotidienne, nécessaires à l'exploration et à la réadaptation des fonctions exécutives (Joseph et al., 2010). L'immersion du sujet dans l'environnement virtuel est permise grâce à une stimulation multisensorielle, qui imite l'expérience humaine, à travers les différents sens (auditif, visuel, tactile) (Bryant et al., 2020; Camara Lopez & Cleeremans, 2018). Cette immersion permet alors aux rééducateurs d'appréhender l'efficacité cognitive et sensori-motrice du sujet, dans une tâche complexe, incluant les aspects motivationnels et émotionnels (Glize et al., 2014).

L'étude de Gamito et al. (Gamito et al., 2014) démontre une amélioration des fonctions cognitives, peu importe le type de dispositif de réalité virtuelle utilisé. Dans cette étude, nous nous intéressons à des outils de réalité virtuelle non-immersifs, c'est-à-dire à partir d'outils conventionnels (ordinateur, clavier, souris) (Besnard et al., 2016).

4.2. Application en santé et en réadaptation

L'utilisation des techniques de réalité virtuelle dans les domaines de la réadaptation est de plus en plus fréquente, pour répondre à des questionnements sur le fonctionnement physique, cognitif et psychologique de l'individu (Joseph et al., 2014).

Des preuves cliniques sont en faveur de l'efficacité de la thérapie sur la réadaptation,

à condition qu'elle soit intensive et intégrée à des tâches dirigées vers un but. Les systèmes de santé ne peuvent pas proposer des rééducations dans de telles conditions. L'élaboration de techniques de réadaptation qui améliorent les conditions des personnes aphasiques est nécessaire. Plusieurs études suggèrent que des méthodes basées sur des outils informatiques pourraient être bénéfiques pour la réadaptation des patients aphasiques post-AVC (Grechuta et al., 2019).

4.2.1. Utilité de la réalité virtuelle dans l'évaluation

Dans une perspective d'évaluation, les épreuves utilisées doivent respecter le critère de fidélité, selon lequel les résultats obtenus à une même épreuve doivent être équivalents selon les passations et les évaluateurs. Ce critère n'est pas toujours respecté lors des évaluations standardisées neuropsychologiques (conditions variables de l'examen, qualité des stimuli présentés ...). La réalité virtuelle offre l'avantage précieux du contrôle des contraintes expérimentales, d'une présentation rigoureuse des stimuli, mesure de certaines variables (temps de latence, stratégies de réponse) en temps réel (Besnard et al., 2008).

Par ailleurs, la réalité virtuelle permet de créer virtuellement des scénarios concrets, simulant des situations proches de celles vécues par le patient en vie quotidienne. Le testing par le biais de la réalité virtuelle rend possible l'évaluation des habiletés fonctionnelles du patient, dans la réalisation d'actes du quotidien (Besnard et al., 2008, 2016).

4.2.2. Utilité de la réalité virtuelle dans la rééducation

La réalité virtuelle propose des exercices de rééducation qui sont :

- ❖ contrôlables, permettant une analyse fine des résultats
- ❖ complexes, tentant de reproduire les exigences des situations quotidiennes (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003)

La réalité virtuelle permet au thérapeute une analyse détaillée des performances des patients, ainsi que de l'impact de chaque stimulus sur les performances du patient. Le thérapeute peut configurer les paramètres du scénario (distracteurs, feedbacks ...), tout en mesurant précisément les actions du participant (temps de réponse, type et nombre d'erreurs, hésitations ...) (Pietro et al., 2014).

Les activités proposées en réalité virtuelle utilisent des stimuli écologiques et multimodaux, plus proches des situations réelles que les exercices conventionnels. Les patients font face à des stimuli dynamiques, comme ceux rencontrés en vie quotidienne, dans un contexte sécurisé et familier (Joseph et al., 2014).

L'expérimentation des conséquences fonctionnelles, causées par les déficits cognitifs, dans un cadre contrôlé favoriserait la prise de conscience du sujet de ses difficultés

dans la vie quotidienne (Shin & Kim, 2015). De plus, la réalité virtuelle apparaît comme un outil attractif, encourageant la motivation du patient dans la prise en soin (Camara Lopez & Cleeremans, 2018; Joseph et al., 2010; Marshall et al., 2016; Shin & Kim, 2015).

Une rééducation utilisant l'outil "supermarché virtuel" permet une amélioration des activités de la vie quotidienne, chez des patients cérébrolésés (Lee et al., 2003). Cet outil s'intègre dans une approche globale, sollicitant plusieurs fonctions cognitives, de manière écologique. L'outil de réalité virtuelle encourage la répétition des essais, une visualisation des erreurs, la possibilité d'élaborer des stratégies nouvelles dans des conditions se rapprochant de celles de la vie réelle. L'utilisation de la réalité virtuelle dans un contexte de rééducation, aurait un bénéfice égal voire supérieur à une prise en soin traditionnelle des troubles cognitifs (Glize et al., 2014).

4.2.3. Application spécifique sur la communication et l'aphasie

La réalité virtuelle a le potentiel de recréer des interactions et des situations de communication, dans des environnements virtuels, et a des implications pour l'évaluation et la rééducation de la communication (Bryant et al., 2020).

Des environnements virtuels ont été conçus pour permettre aux personnes aphasiques de rencontrer d'autres individus, avec un objectif d'amélioration des contacts sociaux, et de limitation du sentiment d'isolement. L'île virtuelle EVA PARK a été créée selon un processus collaboratif avec des personnes aphasiques. L'île contient de nombreux lieux simulés, tels qu'un café, un restaurant, un centre de santé, un salon de coiffure, des espaces verts ... Plusieurs personnes, représentées par un avatar, peuvent naviguer dans le parc en même temps, et interagir en temps réel, par la parole par le biais d'un casque et d'un micro, ou bien par écrit.

La population de l'étude concerne des patients présentant une aphasie modérée, et qui sont volontaires pour y remédier en suivant l'intervention avec EVA PARK. L'intervention se déroule sur cinq semaines, au cours desquelles chaque participant a reçu une stimulation linguistique assistée. Des séances quotidiennes (25 séances au total), d'une durée d'une heure, avec un accompagnateur ont été proposées. Un accompagnateur, orthophoniste le plus souvent, à l'exception de deux bénévoles, a été attribué à chaque participant. L'objectif des auteurs vise à étudier si cet environnement virtuel permet aux patients avec une aphasie modérée de s'entraîner à l'expression orale. Des résultats positifs ont été observés sur les plans émotionnel, social et thérapeutique (Giachero et al., 2020; Marshall et al., 2016).

4.2.4. Application spécifique à la rééducation des fonctions exécutives

4.2.4.1. Généralités

Les environnements virtuels ont été sollicités dans la rééducation des fonctions exécutives, notamment en s'appuyant sur l'activité de « faire les courses », par la création de

supermarchés virtuels (Camara Lopez & Cleeremans, 2018).

L'exécution d'une tâche de courses requiert une planification des comportements du patient, afin de respecter les contraintes imposées par l'activité.

4.2.4.2. Le VAP-S Market : Virtual Action Planning Supermarket

E. Klinger et R.-M. Marié ont conçu et développé le Virtual Action Planning Supermarket (VAP-S), en 2002 (Klinger, 2014). Le VAP-S Market apparaît comme un outil d'évaluation et de rééducation en réalité virtuelle non-immersive, dans lequel le patient agit dans le supermarché virtuel avec les touches du clavier et la souris (Besnard et al., 2016; Klinger, 2014).

Le VAP-S Market simule un supermarché, de taille moyenne, avec de nombreux rayons, dans lesquels la majorité des produits trouvés dans un supermarché réel apparaissent (Josman et al., 2014; Klinger et al., 2009). L'objectif de cet outil est d'évaluer, et d'entraîner la planification, par l'exécution d'une tâche d'achat d'articles au sein d'un supermarché virtuel. Le patient est alors amené à réaliser une tâche de courses, à partir d'une liste prédéfinie, au cours de laquelle il doit mettre en place des stratégies nouvelles, tout en tenant compte de certaines contraintes (effectuer le trajet le plus court, respecter la liste d'articles ...). Cette tâche de courses permet une observation précise de l'activité du patient, à partir de l'enregistrement de nombreuses variables, telles que la distance parcourue, le temps de réalisation de la tâche, le nombre d'actions appropriées, le temps passé à la caisse ... Cet outil offre alors des réponses au thérapeute sur les stratégies de planification du patient, ses capacités spatio-temporelles et de catégorisation sémantique, sa vitesse de traitement (Klinger, 2014).

N. Josman et al. (Josman et al., 2014) ont montré la faisabilité et la validité écologique du VAP-S Market chez une population de 26 adultes ayant subi un AVC. Les performances au sein du supermarché virtuel, mises en relation avec les résultats obtenus à l'item de recherche de clé de la BADS (Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome), confirment que la tâche du VAP-S Market sollicite la planification. Cette information est en lien avec la littérature scientifique, qui affirme que les fonctions exécutives sont utiles à la réalisation d'activités complexes de la vie quotidienne (Godefroy, 2003).

La validité écologique du VAP-S Market comme outil d'évaluation, ou de rééducation de la planification est reconnue. Cette tâche de courses permet au thérapeute d'avoir des informations concernant les capacités réelles du patient (Josman et al., 2014).

4.2.5. Limites

Il existe un certain nombre de revues systématiques qui étudient l'efficacité de la réalité virtuelle dans la réadaptation des victimes d'AVC (Lohse et al., 2014). Les études

réalisées concernant majoritairement l'amélioration de la fonction motrice, plutôt que l'activité cognitive (Klinger et al., 2010).

Bien que les avantages offerts par la réalité virtuelle dans la rééducation soient nombreux, des limites importantes sont malgré tout présentes. La possibilité d'un auto-entraînement et d'une répétition illimitée des tâches en réalité virtuelle constitue un avantage précieux. Néanmoins, les études cherchant à substituer un orthophoniste réel par un thérapeute virtuel, pour pallier les contraintes humaines et faciliter l'auto-rééducation montrent un faible niveau de preuve scientifique (Cherney et al., 2008). A ce titre, la réalité virtuelle s'intègre au panel d'outils thérapeutiques à disposition des professionnels (Glize et al., 2014).

Les autres limites résident dans : le coût de conception des applications de réalité virtuelle, nécessitant un cadre théorique bien explicité, de nombreux essais, une validation rigoureuse, justifiant scientifiquement l'efficacité de ces outils (Glize et al., 2014).

5. Problématiques et hypothèses

D'une part, l'entraînement des fonctions exécutives, basé sur un matériel avec une validité écologique, diminue-t-elle la charge cognitive en lien avec le fonctionnement exécutif? D'autre part, la diminution de la charge exécutive, par cet entraînement, permet-elle d'améliorer les habiletés communicationnelles du patient adulte aphasique en situation réelle ?

Objectif de l'étude : montrer l'efficacité d'une intervention utilisant la réalité virtuelle et ciblant l'amélioration du fonctionnement exécutif, sur l'amélioration et le transfert en situation réelle des compétences de communication chez le patient adulte aphasique.

Nous émettons les hypothèses suivantes :

- ❖ du fait de sa validité écologique et comparativement à une rééducation traditionnelle, l'intervention sous réalité virtuelle améliore le fonctionnement exécutif
- ❖ du fait de sa validité écologique et comparativement à une rééducation traditionnelle, l'intervention sous réalité virtuelle améliore les habiletés communicationnelles
- ❖ l'amélioration du fonctionnement exécutif n'est pas suffisant pour améliorer la communication
- ❖ les habiletés communicationnelles sont améliorées par un entraînement spécifique introduisant la participation d'un aidant.

Méthodologie

1. Population

1.1. Critères d'inclusion

La population ciblée pour participer à cette étude concerne des patients adultes aphasiques, au-delà de 3 mois après l'AVC (afin que la récupération spontanée soit plus stable). Le patient doit présenter une plainte concernant les habiletés communicationnelles, et une envie d'améliorer ces dernières. Un diagnostic de troubles aphasiques, objectivés par la BDAE, a été posé. Le dysfonctionnement exécutif a été objectivé par le Cognitive Assessment Scale for Stroke Patients (CASP) et le Trail Making Test. Les troubles aphasiques et exécutifs ne doivent pas être expliqués par des troubles associés (sensoriels, neuropsychologiques et psychiatriques).

1.2. Critères d'exclusion

Les troubles associés mentionnés ci-dessus pouvant aggraver les troubles de la communication ou les difficultés langagières sont à exclure. Des troubles de compréhension qui empêchent le patient de comprendre des consignes simples sont à éliminer. D'autres troubles neurologiques ou psychiatriques antérieurs sont également à exclure, ainsi que des troubles sensitifs tels qu'une surdité, ou bien une cécité. Enfin, la présence d'une apraxie qui empêche l'utilisation de la souris et du clavier de l'ordinateur est éliminatoire.

2. Procédure

2.1. Généralités sur la méthodologie SCED

La méthodologie Single Case Experimental Design (SCED), et plus spécifiquement le modèle "Multiple Baseline Design" (MBD) permet de réaliser une étude exploratoire, sur un nombre restreint de sujets, en l'absence d'un groupe contrôle. La méthodologie SCED constitue une recherche de haute qualité, avec un petit nombre de patients, en milieu clinique, chez une population hétérogène. Cette méthodologie favorise l'adaptation de l'intervention proposée aux besoins uniques d'un patient, et d'évaluer son efficacité grâce aux mesures répétées.

L'objectif est de démontrer les effets d'une technique de rééducation, d'un point de vue qualitatif, tout en suivant une méthodologie rigoureuse. Afin d'évaluer les effets d'une intervention, cette méthodologie s'appuie sur des mesures répétées et fréquentes tout au long du protocole. Les mesures répétées permettent aux sujets d'être leur propre contrôle, en reflétant l'évolution des performances avant et après l'intervention. La procédure recommande de réaliser 5 mesures au moins avant l'introduction de la thérapie, afin d'établir une tendance des performances des participants, préalablement aux phases d'intervention

du protocole. Les effets de l'intervention sont alors évalués grâce à la comparaison entre la tendance observée lors de la phase sans intervention spécifique, et celle observée lors des phases d'intervention (Krasny-Pacini & Evans, 2018).

Cependant, en raison du temps imparti limité, du coût cognitif pour le patient occasionné par les nombreuses passations, et de l'effet re-test qui serait majeur, nous avons choisi de réaliser 2 à 4 mesures répétées.

2.2. Présentation du protocole de rééducation

La littérature scientifique donne de nombreuses informations sur la validité écologique de l'outil virtuel, et son intérêt dans la rééducation des fonctions exécutives et de la communication. Cependant, l'utilisation de techniques écologiques, associée à la participation de l'aidant semble peu explorée. De ce fait, la réalisation d'une étude exploratoire, tel que le schéma d'étude SCED, semble pertinente.

Cette expérimentation vise à montrer l'efficacité de cette pratique en rééducation dans la facilitation du transfert des acquis dans la vie quotidienne. Il apparaît essentiel de tenir compte de la réalité clinique orthophonique, selon laquelle nos pratiques sont adaptées aux variabilités individuelles des patients : personnelles (histoire personnelle du patient, façon de penser, acceptation de la pathologie, conséquences fonctionnelles ...), mais également environnementales (exigences de l'environnement, acceptation et investissement de l'aidant, ...). La méthodologie SCED offre la possibilité d'introduire des régulations au sein de la pratique, qui respectent ces variabilités individuelles.

L'analyse des résultats de la SCED tient compte de la grande disparité individuelle des patients suivis en orthophonie, et permet d'étudier les effets de l'intervention d'un point de vue qualitatif, tout en respectant une méthodologie rigoureuse (qui limite les biais), et une lecture des résultats fiable, bien que non généralisables.

Le modèle utilisé dans cette étude est un schéma "ABC", dont les trois phases sont distinctes. Le Multiple Baseline Design ne nécessite pas un retour systématique à la baseline, et est donc particulièrement adapté à l'évaluation des interventions dans le cadre de rééducation.

Les patients inclus intégreront trois phases de rééducation :

- ❖ **une phase A de référence** : d'intervention traditionnelle (basée sur la routine clinique de rééducation des fonctions exécutives avec des outils papier-crayon)

- le patient suit sa rééducation habituelle des fonctions exécutives (mêmes conditions, mêmes outils ...).
- ❖ **une phase B d'intervention** : rééducation écologique des fonctions exécutives en réalité virtuelle dans le VAP-S Market
 - le patient agit dans l'environnement virtuel : il réalise seul ses tâches de courses (progression dans la difficulté). L'examineur l'avertit lorsqu'il réalise une erreur afin de voir si le patient s'adapte aux corrections apportées, et s'il ne les reproduit pas les fois suivantes.
- ❖ **une phase C d'intervention** : rééducation écologique des fonctions exécutives en réalité virtuelle dans le VAP-S Market, avec inclusion de l'aidant
 - le patient, qui s'est lui-même entraîné dans l'environnement virtuel durant la phase B, "pilote" son aidant dans le supermarché virtuel. Le patient doit verbaliser son cheminement de pensée, et son aidant agit dans l'environnement virtuel. L'aidant doit alors être présent tous les jours lors de la phase C. Pour des raisons de faisabilité, nous nous adaptons aux disponibilités des aidants, et acceptons que les thérapeutes occupent la place de l'aidant dans le protocole.

Les trois phases proposées ci-dessus sont indépendantes les unes des autres et répondent à une stratégie thérapeutique. Chaque phase a un objectif spécifique mais nécessaire pour atteindre le but final. Il s'agit d'une continuité et d'une progression de la rééducation. C'est pourquoi à l'issue de la phase B, il n'est pas demandé au patient de se projeter, soit d'anticiper ce qu'il fera dans la phase C. Nous nous attendons à observer des résultats différents à l'issue de chaque phase. Lors de la phase B, une automatisation et une auto-régulation du comportement du patient aphasique sont attendues grâce à l'immersion. L'examineur propose un simple feed-back lors de cette phase B. L'objectif de la phase C est d'observer une diminution de la charge exécutive, par une meilleure automatisation des actions, et une amélioration des capacités communicationnelles (pertinence des informations, cohérence, ...). L'orthophoniste examineur propose également à chaque séance un moment d'échange dans le but d'améliorer la conscience des difficultés et des stratégies mises en œuvre pour les contourner.

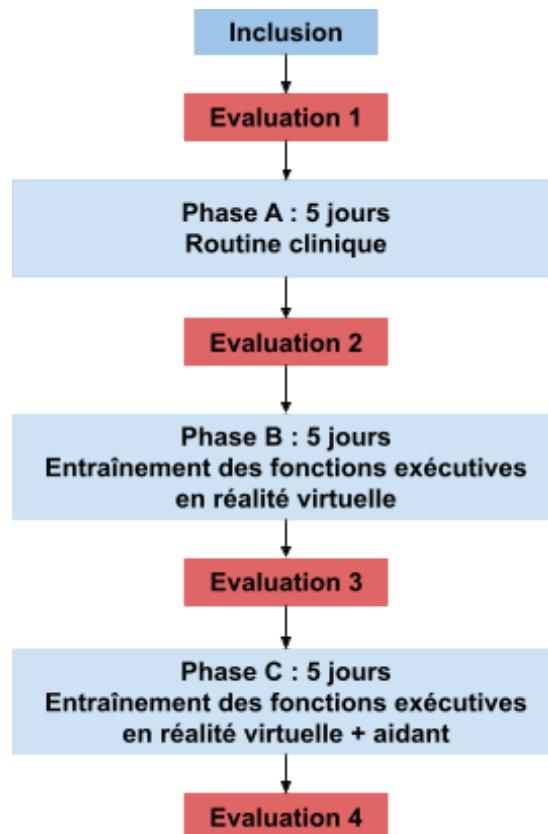


Figure 1 : Procédure de l'étude

2.3. Préalable à la passation du protocole

Avant de débiter la passation du protocole de rééducation, l'orthophoniste doit obtenir l'accord des patients aphasiques pour participer à cette étude. L'orthophoniste prend le temps d'expliquer aux patients le contenu du protocole, ses objectifs. Le thérapeute les rassure sur la protection de leurs données personnelles. Le thérapeute s'assure que les patients ont bien compris les différents éléments, et que ces derniers affirment être d'accord pour participer. Une lettre d'information est distribuée aux patients (voir annexe 1).

2.4. Cadre de passation

Les séances individuelles se déroulent dans les bureaux des orthophonistes, qui se veulent les plus calmes possibles, au sein de l'hôpital Tastet Girard à Bordeaux. Les patients bénéficient de 5 séances d'orthophonie hebdomadaires de 45 minutes, durant trois semaines, soit 15 séances au total.

3. Matériel

3.1. Mesures

Les références des différents tests utilisés sont présentés dans un tableau en annexe 2. Les évaluations ont été réalisées en aveugle : l'orthophoniste qui réalise les bilans n'est pas celui (celle) qui fait les passations du protocole de rééducation. Il n'y a pas d'échange

sur l'intervention entre les orthophonistes pendant le déroulement des trois phases de l'intervention. Les tests utilisés ont fait l'objet de validation et normalisation, dont les informations sont regroupées dans un tableau en annexe 3.

3.1.1. Mesure principale

La mesure principale concerne une analyse des compétences communicationnelles du patient adulte aphasique, à partir des épreuves issues du Test Lillois de Communication (TLC). Le TLC sert à évaluer les mécanismes des perturbations de la communication. Cette batterie se fonde sur les théories générales de la communication, en considérant cette dernière comme un processus social permanent, sollicitant différents canaux (gestes, parole, mimique, espace individuel). Le TLC évalue trois domaines : l'attention, la motivation à la communication, la communication verbale et non-verbale (Rousseaux, Lefeuve, Mackowiak, et al., 2007). Le TLC n'est pas utilisé dans son intégralité, seules quelques épreuves sont proposées.

3.1.1.1. *Epreuve type PACE*

Les situations de communication inspirées de la PACE (Promoting Aphasia Communication Effectiveness, créé par G. Albyn Davis et M. Jeanne Wilcox) intègrent les paramètres d'une conversation naturelle : échange d'informations nouvelles, alternance des tours de rôle, émission de feed-backs et emploi d'une communication multicanale (langage oral, ou tout autre moyen de communication : gestes, dessin, langage écrit, pointage ...). Cette épreuve permet d'apprécier la compréhension et l'utilisation de la communication non-verbale du patient (Rousseaux et al., 2001). L'épreuve type PACE est cotée dans la grille de communication non-verbale, dans les items de l'informativité au niveau lexical. Le score maximum est 12 points.

3.1.1.2. *Grille d'observation de la communication non verbale du TLC*

Cette grille d'observation évalue la communication non-verbale, qui peut avoir une fonction sémantique ou pragmatique. La communication non-verbale accompagne souvent le langage verbal, mais elle peut également le substituer lorsque les difficultés sont majeures. La cotation de cette grille s'appuie sur la situation de communication inspirée de la PACE, et des situations de communication spontanées (Rousseaux et al., 2001). Cette grille est cotée sur 30 points.

3.1.1.3. Questionnaire complémentaire à la famille du TLC

Le questionnaire à la famille permet de vérifier s'il existe un lien entre les habiletés communicationnelles du patient aphasique observées par l'entourage dans l'environnement quotidien, et celles relevées par le thérapeute en situation de bilan (Rousseaux et al., 2001). Ce questionnaire qualitatif se compose de questions fermées évaluant l'envie du patient aphasique à communiquer, son intelligibilité, sa prise d'initiative, son degré de compréhension, le maintien du sujet de conversation ... Il est rempli par l'aidant, mais également par un autre professionnel de santé afin de voir la progression du patient aphasique.

3.1.2. Mesures secondaires

3.1.2.1. Echelle ASRS de sévérité de l'aphasie

L'échelle Aphasia Severity Rating Scale (ASRS) permet d'apprécier la gravité de l'aphasie. Elle se base sur les épreuves de conversation (donner son nom, son âge, son adresse ...) et de langage spontané (profession, raison de l'hospitalisation) de la batterie d'évaluation de l'aphasie HDAE, adaptation française de la BDAE par J.-M. Mazaux et J.-M. Orgogozo. Cette échelle ordinale distingue six degrés allant d'une impossibilité conversationnelle (0) à une communication verbale normale (5).

3.1.2.2. Epreuve langagière : la dénomination orale d'images de la BETL

L'activité de dénomination orale d'images constitue l'une des épreuves les plus traditionnelles utilisées pour évaluer le fonctionnement lexical. A partir d'un référent imagé, cette épreuve permet d'apprécier la présence éventuelle d'un manque du mot. Le patient doit produire oralement le mot correspondant à l'image qu'il voit. Il s'agit d'une épreuve incontournable dans l'évaluation des troubles aphasiques (Tran, 1997). La Batterie d'Evaluation des Troubles Lexicaux (BETL : O. Godefroy et T.-M. Tran) propose une épreuve de dénomination orale de 54 images. Les items proposés sont équilibrés, en termes de fréquence (basse, moyenne et haute), de longueur (uni, bi et trisyllabiques), et de catégorie sémantique (objets naturels et manufacturés) (Tran & Godefroy, 2015).

3.1.2.3. Épreuves cognitives

3.1.2.3.1. Tâche de n-back de la PASAT

Cette épreuve est issue de la batterie anglo-saxonne PASAT (Paced Auditory Serial-Addition Task), élaborée par Gronwall et Sampson en 1974, et validée par Stuss et al. en 1988. Cette batterie évalue l'attention soutenue, donnant alors des indications sur les capacités de mémoire de travail des patients. Cette épreuve sollicite les capacités de

maintien de l'information, de mise à jour et de traitement d'informations en mémoire à court terme. L'avantage de ce test est sa courte durée (5 minutes) et sa facilité d'utilisation. L'adaptation française (par B. Naëgelé et S. Mazza) de ce test a montré une bonne sensibilité chez des patients victimes d'un accident vasculaire cérébral ischémique à la phase subaiguë et chronique (Naëgelé & Mazza, 2005).

3.1.2.3.2. Cubes de Corsi

Cette épreuve est largement utilisée pour l'évaluation de la mémoire visuelle à court terme, dans la pratique clinique comme en recherche expérimentale. Cette épreuve a été imaginée par Corsi en 1972. Il s'agit d'une tâche d'empan, analogue à l'épreuve d'empan de chiffres. Le matériel se compose de 10 cubes, fixés à un support. L'examineur tape sur des blocs afin de produire une séquence visuelle, que le patient doit reproduire. En augmentant la longueur des séquences, la capacité de la mémoire visuo-spatiale à court terme peut alors être mesurée.

3.1.2.3.3. Empan numérique

La tâche d'empan de chiffres consiste en la répétition verbale de séquence de chiffres. Le niveau d'empan reflète la longueur de la séquence la plus longue, qui conduit à une répétition correcte, pour 50% ou 75% des séquences de la même longueur prononcées (Majerus, 2010).

3.1.2.3.4. BREF

La Batterie Rapide d'Efficience Frontale (BREF) a été mise au point par Dubois et al. en 2000 pour évaluer rapidement la présence d'un syndrome dysexécutif cognitif et comportemental. L'avantage de cette échelle est la facilité de son administration et sa brièveté (approximativement 10 minutes). Chacun des subtests est coté de 0 à 3, avec un score total sur 18, qui évalue la sévérité du syndrome dysexécutif, et donne un aperçu du dysfonctionnement exécutif chez un patient (Dubois et al., 2000). Le score de 16/18 est considéré comme pathologique pour les patients ayant un brevet, et le score de 15/18 est pathologique pour les patients avec un certificat d'études (Thomas-Antérion & Krolak-Salmon, 2010).

3.1.2.3.5. TMT A et B

Le Trail Making Test est l'un des tests neuropsychologiques les plus utilisés. Ce test donne des informations sur : le balayage et exploration visuelle, la vitesse de traitement, la flexibilité mentale, et les fonctions exécutives. Ce test est issu de l'Army Individual Test Battery (1944).

Il se compose de deux parties :

- ❖ TMT A : le patient relie dans l'ordre croissant des chiffres de 1 à 25
- ❖ TMT B : le patient relie alternativement des chiffres dans l'ordre croissant et des lettres dans l'ordre alphabétique (ex : 1A2B3C ...).

Le TMT A mobilise essentiellement des ressources attentionnelles et de vitesse de recherche visuelle, alors que le TMT B sollicite plutôt la flexibilité cognitive (Sánchez-Cubillo et al., 2009). Le score obtenu représente le temps mis pour réaliser la tâche. Le GREFEX propose des normes pour ce test (Tombaugh, 2004).

3.1.2.3.6. Tour de Londres

Le test de la Tour de Londres a été développé par Shallice (1982) pour évaluer la résolution de problèmes. Cette épreuve estime la qualité des stratégies d'anticipation, de planification ainsi que du contrôle de l'action volontaire (Schaefer-Courcot et al., 1996). Il a été conçu pour répondre au besoin de comprendre les mécanismes sous-jacents à certains dysfonctionnements exécutifs, consécutifs à l'atteinte des lobes frontaux, en particulier, les difficultés de planification. Ce test constitue une mesure de performance (succès/erreur) mettant en évidence les conséquences d'une planification insuffisante avant l'action (Vanier et al., 1991).

3.2. Dispositif de réalité virtuelle

3.2.1. Installation du patient

Un dispositif de réalité virtuelle est utilisé dans le cadre de cette étude. Les patients agissent dans un supermarché virtuel (Virtual Action Planning Supermarket : VAPS-Market). La mise en place technique requiert : un ordinateur, un écran, une souris, un clavier, l'application de réalité virtuelle.

Le patient est assis devant l'écran de l'ordinateur, et se déplace dans le supermarché grâce aux flèches du clavier, et peut saisir des produits avec la souris. Dans l'application virtuelle, le patient est situé derrière son caddie, comme dans la vie réelle, dont il peut vérifier le contenu.

3.2.2. Fonctionnement du VAP-S Market

L'objectif pour le patient est d'agir dans le supermarché virtuel comme il le ferait en situation réelle. Les différentes étapes d'une tâche de courses apparaissent dans le VAPS-Market :

- ❖ acheter différents produits, apparaissant dans une liste de courses

- ❖ se rendre à la caisse
- ❖ payer
- ❖ sortir du magasin

Une première séance est dédiée à la familiarisation, identique pour tous les patients. Au cours de cette séance, les patients découvrent et agissent dans l'environnement virtuel. Ils réalisent une tâche de courses, à partir d'une liste prédéfinie, se dirigent vers les caisses, paient et sortent du magasin. Cette première étape est importante, car elle permet aux patients de comprendre le fonctionnement de l'application, manipuler le matériel informatique (maniement souris et clavier directionnel), appréhender l'objectif de l'outil. Suite à cette séance de familiarisation, nous pouvons alors proposer des séances adaptées aux difficultés de nos patients. A l'issue de chaque séance, de nombreuses variables sont calculées :

- ❖ le temps mis pour réaliser la tâche
- ❖ la distance parcourue
- ❖ le nombre de bonnes actions
- ❖ les erreurs de produits (intrusions, persévérations), ou bien de réalisation du paiement
- ❖ le temps mis pour payer ...

L'enregistrement de toutes ces données permet au thérapeute de les comparer au fil des séances, mais également de proposer aux patients de visualiser leur performance. Un mode dépistage est également disponible, correspondant à une phase d'évaluation.

Cet outil présente des intérêts, car le thérapeute peut adapter la difficulté des séances aux progrès des patients. Certains paramètres peuvent être modifiés tels que le nombre de produits dans la liste, leur ordre, le masquage de la liste de courses, la densité de clients dans le magasin ... (Klinger et al., 2009)

3.2.3. Grilles d'observations

Une grille d'observation et une grille d'interaction (voir annexes 4 et 5) sont conçues, à l'occasion de cette étude, afin de faciliter les observations cliniques aux phases B et C. Elles permettent de noter les informations relatives au fonctionnement exécutif travaillées spécifiquement dans le VAP-S Market, mais également des informations sur la communication du patient.

4. Présentation des résultats

4.1. Représentation graphique des résultats

La méthodologie SCED s'appuie sur des règles spécifiques en matière de présentation des résultats. Ils sont généralement présentés sous la forme d'une série

chronologique. L'unité utilisée sur l'axe des abscisses est préférentiellement en unité de temps réel (jour, semaine), plutôt que numéro de session. Le changement de phase est représenté par une ligne verticale. Nous avons choisi de conserver les essais comme unité, car nous comparons les performances du patient d'un essai à un autre et que plusieurs essais font l'objet d'une séance.

Des aides à l'analyse visuelle des graphiques peuvent être proposées. Dans le cadre de la réadaptation, la ligne de tendance est un outil intéressant. Les patients sont rarement stables au cours d'une phase de réadaptation, mais montrent une tendance générale à l'amélioration ou au déclin. Une ligne de tendance est considérée représentative des données au cours d'une phase uniquement si 80% des données s'inscrivent dans cette tendance (Krasny-Pacini & Evans, 2018).

4.2. Interprétation statistique des résultats

Un seul cas a pu être inclus à cette étude, limitant l'interprétation statistique des résultats. Sur un cas unique avec peu de mesures répétées (ici de 2 à 4), il n'est pas possible de faire un traitement statistique des informations. Une stratégie aurait pu être prendre en considération dans la psychométrie la différence minimale cliniquement pertinente (ou en anglais : Minimal Clinically Important Difference ou MCID). Cette mesure a un intérêt pour le clinicien concernant la pertinence clinique de l'amélioration d'un score. Cette mesure d'intérêt clinique est à distinguer de la différence significative calculée statistiquement. Cependant, ce type de mesure n'existe pas concernant les tests qui constituent les mesures principales utilisées ici. Pour ces raisons, dans notre étude nous prendrons en considération les pourcentages d'amélioration des mesures de résultats sur lesquels nous notons des progrès, sans pouvoir dire cependant si cette progression est significative ou non. Pour le TLC qui est notre mesure principale nous comparerons les progrès du patient aux données normatives existantes en fonction de l'évolution du score en centiles.

Résultats

1. Présentation du patient

Patient	Genre	Âge	Etiologie	Date de la lésion cérébrale	Niveau socio-culturel
T.N.	Homme	59 ans	AVC	18/11/2020	NSC 1*

*CAP/brevet

Tableau 2 : Données socio-démographiques du patient

T.N. est accueilli dans le service des urgences de l'hôpital de Bordeaux en novembre 2020, en raison d'un infarctus sylvien postérieur gauche. Ce patient présente des antécédents d'insuffisance cardiaque et de dyslipidémie. L'infarctus a été traité en première intention par une thrombolyse intraveineuse deux heures après les premiers symptômes de l'AVC. L'échelle National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) a été proposée, afin d'obtenir un score diagnostique et de gravité de l'AVC. Les scores sont compris entre 5 et 15, correspondant à un AVC modéré. T.N. fait une complication, de type pneumopathie avec choc septique, le conduisant en service de réanimation.

Suite à cet épisode, T.N. est admis dans une Unité Neuro-Vasculaire. Les premières évaluations de l'aphasie sont effectuées :

- ❖ Language Screening Test (LAST) : Batterie d'évaluation rapide de l'aphasie.
 - Il obtient un score de 8/15. Nous observons de bonnes capacités de compréhension orale, mais des difficultés majeures en expression. Son discours est peu fluent, et caractérisé par un manque du mot important ainsi que des paraphrasies phonémiques et verbales. Les ébauches orales et aides sémantiques ne sont pas facilitantes. Il présente un manque d'informativité en expression spontanée, malgré une compensation gestuelle possible pour désigner des objets dans la pièce. Le langage automatique est préservé.
- ❖ Batterie d'Évaluation Simplifiée des Troubles Aphasique (BESTA)
 - Il obtient un score de 3/5 aux praxies. Le langage automatique est préservé pour le comptage, mais nous notons une persévération de la comptine numérique pour l'évocation des jours de la semaine. La dénomination d'objets, de substantifs et d'actions est échouée. Les ébauches orales et aides sémantiques ne sont pas facilitantes. La répétition est possible pour des items courts.

Il est transféré dans un Service de Soins de suite et de Réadaptation (SSR) neurologique à Bordeaux en janvier 2021. A son arrivée dans le service, T.N. présente une aphasie non fluente, associée à une dysarthrie et une ataxie. Un bilan orthophonique, évaluant le langage, la communication et les fonctions exécutives, a été proposé au patient par les orthophonistes du service. Les épreuves suivantes ont été réalisées : Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE), Batterie d'Evaluation Cognitive du Langage (BECLA), Cognitive Assessment Scale for Stroke Patients (CASP), Trail Making Test A (TMT A), Batterie d'Evaluation du Nombre au Quotidien (BENQ).

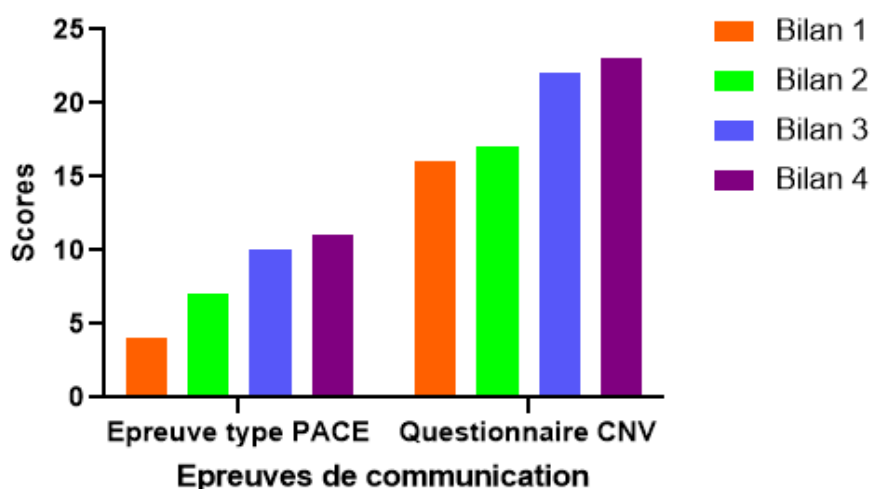
Les résultats obtenus à ce bilan sont en faveur d'une aphasie non fluente. La compréhension orale est préservée pour les items courts, et les énoncés syntaxiquement peu complexes. L'expression orale est marquée par un manque du mot, ainsi que des paraphrasies phonologiques, des néologismes. L'ébauche orale n'apparaît pas comme une aide efficace. Sur le plan neuropsychologique, les épreuves exécutives mettent en évidence un défaut de flexibilité, une lenteur d'exécution, ainsi que des décrochages attentionnels. Les processus mnésiques sont partiellement préservés, lorsqu'ils ne sollicitent pas la boucle phonologique.

2. Synthèse des résultats des bilans

2.1. Evaluation de la communication

Epreuves de communication	Scores			
	Bilan 1	Bilan 2	Bilan 3	Bilan 4
Score ASRS	1	/	/	2
Epreuve type PACE	4/18	7/18	10/18	11/18
Questionnaire de communication non-verbale du TLC	16/30	17/30	22/30	23/30

Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus aux épreuves de communication



Graphique 1 : Evolution des performances de T.N. aux mesures répétées de communication

2.1.1. Echelle de sévérité de l'aphasie ASRS

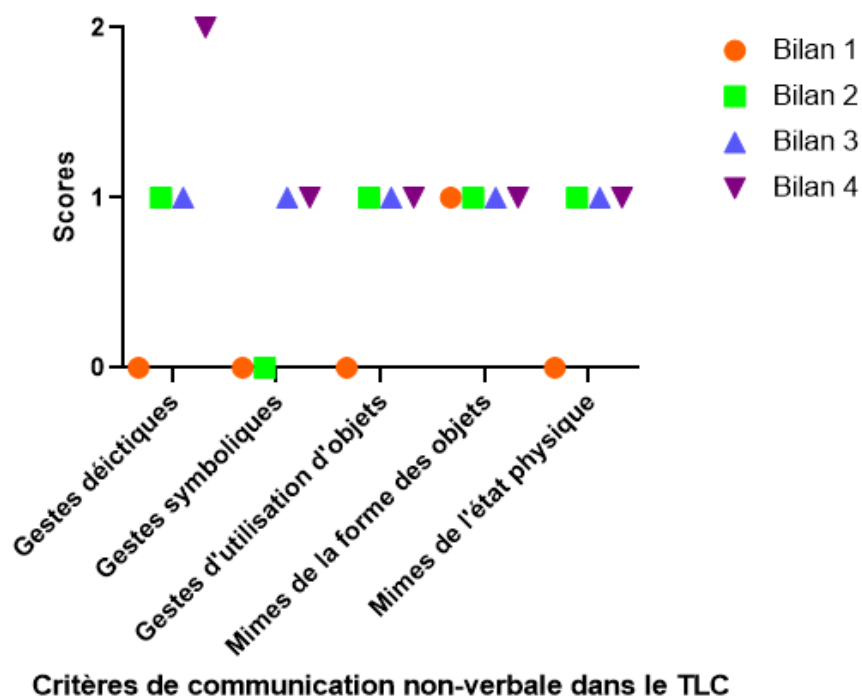
Nous notons une amélioration de la conversation et du langage spontané de T.N. évoluant de 1 à 2 d'après l'échelle ASRS :

- ❖ 1 : Communication par expressions très fragmentaires, nécessitant de la part de l'auditeur beaucoup de déductions, de questions et d'attention. Peu d'informations peuvent être échangées et c'est l'auditeur qui mène la conversation
- ❖ 2 : Une conversation sur des sujets familiers et concrets est possible avec l'aide de l'auditeur. Le malade est souvent incapable de se faire comprendre, mais il participe au déroulement de la conversation.

2.1.2. Epreuve type PACE

Items	Bilan 1	Bilan 2	Bilan 3	Bilan 4
Recours à la communication non-verbale spontanée, en association ou non à la communication verbale	Non	Non	Oui	Oui
Utilisation de gestes déictiques (geste ou regard)	0/2	1/2	1/2	2/2
Utilisation de gestes symboliques	0/2	0/2	1/2	1/2
Utilisation de gestes d'utilisation d'objets ou d'action	0/2	1/2	1/2	1/2
Utilisation du mime de la forme des objets	1/2	1/2	1/2	1/2
Utilisation des mimes pour évoquer un état physique ou émotionnel	0/2	1/2	1/2	1/2

Tableau 4 : Evolution des performances de T.N. dans l'utilisation de la communication non-verbale



Graphique 2 : Evolution des performances de T.N. dans l'utilisation des gestes

Le score de l'épreuve type PACE a augmenté de 7 points entre la première et la dernière mesure (gain de 38,9% rapporté au score sur 18). Nous notons une évolution dans les scores obtenus aux différents items, mais également dans les stratégies utilisées pour faire deviner les items. T.N. se présente très silencieux lors du premier bilan. Sa gestualité apparaît de plus en plus informative au fil des bilans. T.N. parvient à utiliser tous les types de gestes et de mimes à l'issue des 4 bilans. Cependant, un trouble de l'exécution, lié à son apraxie en limite la compréhension. T.N. présente de moins en moins de difficultés pour changer de canal de communication : les observations qualitatives de l'épreuve type PACE montrent qu'il emploie des gestes, des onomatopées, et le langage oral.

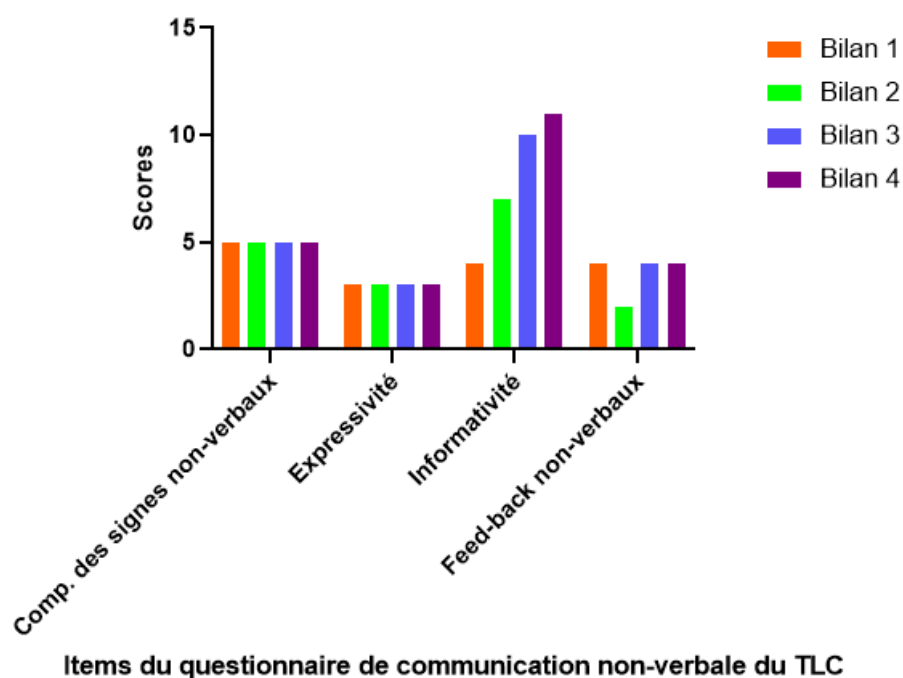
De manière générale, nous observons une amélioration des compétences de T.N. en compréhension non-verbale, mais également dans l'utilisation de canaux de communication plus variés.

2.1.3. Questionnaire de communication non-verbale du TLC

Items	Bilan 1	Bilan 2	Bilan 3	Bilan 4
Compréhension des signes non-verbaux	5/5	5/5	5/5	5/5
Expressivité	3/3	3/3	3/3	3/3
Informativité	Au niveau pragmatique interactionnel	3/4	3/4	3/4
	Au niveau lexical	1/12	4/12	8/12
	Au niveau idéique	0/2	0/2	0/2
Feed-back non verbaux	4/4	2/4	4/4	4/4
Dessin	Non	Non	Non	Non
Score total	16/30	17/30	22/30	23/30

Tableau 5 : Evolution des performances de T.N. au questionnaire de communication non-verbale du TLC

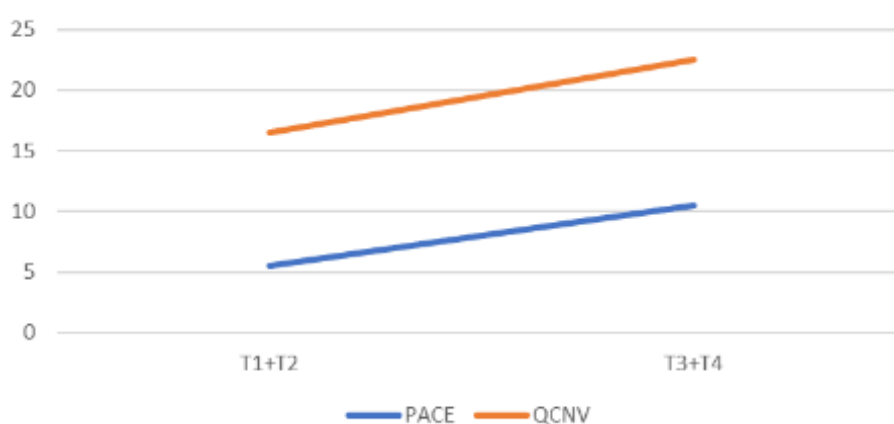
Le score de communication non verbale a augmenté de 7 points entre la première et la dernière mesure (gain de 23,3% rapporté au score de 30). Selon les données normatives établies pour ce test (Rousseaux et al., 2001), le score de communication pour T.N se situe entre le 50^{ème} et le 80^{ème} percentile (entre 0 et 1 écart-type au-dessus de la moyenne) en baseline et à la fin de la phase A. Il se situe au-delà du 99^{ème} percentile, soit 3 écarts-types au-dessus de la moyenne à l'issue de la phase B et se maintient à l'issue de la phase C.



Graphique 3 : Evolution des performances de T.N. aux items de communication non-verbale du TLC

Graphiquement, nous observons une tendance stable évolutive avec un point d'inflexion plus marqué entre la fin de la phase A et la fin de la phase B pour le questionnaire de communication non verbale.

Si nous moyennons les scores sans réalité virtuelle (baseline et Phase A) et avec réalité virtuelle (phase B et phase C) pour l'épreuve type PACE et le questionnaire de communication non-verbale, nous obtenons une tendance croissante parallèle entre les deux courbes.



Graphique 4 : Moyenne épreuve type PACE et questionnaire de communication non-verbale du TLC

Les scores obtenus par T.N. au questionnaire de communication non-verbale du TLC se maintiennent selon les différentes passations. L'item d'informativité est le seul à s'être amélioré, en particulier en ce qui concerne le niveau lexical. Lors du premier bilan, T.N.

n'avait pas recours à la communication verbale spontanément, avec l'unique possibilité de mimer la forme des objets, dont l'apraxie limite la compréhension de l'interlocuteur. Lors du dernier bilan réalisé, T.N. s'appuie spontanément sur la communication non-verbale, en utilisant des gestes déictiques (gestes, regard), symboliques, d'utilisation d'objets ou d'actions, ainsi que des mimes pour la forme des objets et pour évoquer un état physique et émotionnel.

2.1.4. Questionnaire complémentaire à la famille du TLC

Items	Bilan 1	Bilan 3	Bilan 4	
	Soeur	Infirmière	Soeur	Infirmière
Envie de communiquer	Oui	Oui	Oui	Non
Initiative à engager une conversation	Non	Non	Non	Non
Attention lors de l'échange	Oui	Oui	Oui	Non
Pratique des mêmes activités qu'auparavant	Non	Non	Oui	Oui
Compréhension de sa parole par autrui	Non	Oui	Oui	Non
Compréhension d'autrui	Non	Non	Non	Oui
Compréhension améliorée avec des gestes ou expressions faciales	Ne sait pas	Non	Oui	Non
Maintien du thème de conversation	Oui	Oui	Oui	Oui
Coupe la parole	Non	Non	Non	Non
Amène des sujets de conversation	Non	Non	Oui	Non
Facilité à suivre de le fil de ses idées	Ne sait pas	Oui	Non	Oui
Difficultés pour trouver ses mots	Oui	Oui	Oui	Oui
Gêne engendrée par la mauvaise construction des phrases	Non	Non	Non	Oui
En cas de difficultés, utilisation d'autres canaux de communication	Oui	Non	Oui	Oui

Tableau 6 : Evolution des réponses des aidants de T.N. au questionnaire complémentaire à la famille du TLC

Les résultats obtenus aux questionnaires complémentaires à la famille sont variables selon les aidants (aidant naturel versus aidant professionnel), et le lieu de l'échange (hôpital versus lieu familial en permission). Globalement, T.N. manifeste un désir de communiquer, bien qu'il soit gêné par un manque du mot important. Il présente un important défaut d'initiative pour engager une conversation : il attend qu'on le sollicite. Il est relativement bien compris par autrui. Les aidants estiment qu'il ne comprend que rarement ce qu'on lui dit. Il n'a aucune difficulté à maintenir le thème des conversations, et ne coupe jamais la parole. Il est attentif lors des échanges.

Les réponses apportées par la sœur de T.N. et les infirmières révèlent quelques modifications dans les comportements de communication du patient. T.N. parvient désormais à s'appuyer sur la communication non-verbale pour pallier les difficultés verbales et son manque du mot. La communication reste plus aisée avec un aidant de confiance, que représente sa sœur : la compréhension entre les deux interlocuteurs est facilitée, T.N. s'autorise à amener des sujets de conversation (sur des besoins personnels notamment).

2.2. Evaluation du langage de la BETL

	Bilan 1		Bilan 2		Bilan 3		Bilan 4	
Epreuve	Score	Temps (en s)	Score	Temps (en s)	Score	Temps (en s)	Score	Temps (en s)
Dénomination d'images (BETL)	10	927	10	866	5	819	13	807

Tableau 7 : Synthèse des résultats obtenus à l'épreuve de dénomination orale d'images de la BETL

Les résultats de T.N. restent dans la zone pathologique, en termes de score et de temps de réalisation, comparativement à une population de même âge et de niveau socio-culturel équivalent. Cependant, nous notons une diminution du temps de réalisation de l'épreuve à chaque passation. De plus, T.N. parvient à dénommer davantage d'items lors du dernier bilan.

2.3. Evaluation des fonctions exécutives

Domaines explorés	Epreuves		Bilan 1	Bilan 4
	Tâche de n-back (PASAT)		NA	NA
Mémoire de travail	Cubes de Corsi	Ordre direct	4	4
		Ordre indirect	3	2
	Empans numériques	Ordre direct	2	2
		Ordre indirect	0	0
Inhibition	BREF	Item de Go - No Go	3/3	3/3
		Score global	8/18	8/18
	TMT A	Nombre erreurs	2	2
Flexibilité	TMT B	Temps	314	184
		Nombre erreurs	NA	5
		Temps	NA	390

Tableau 8 : Evolution des performances de T.N. aux épreuves exécutives

La batterie exécutive n'a été appliquée que 2 fois, en début (baseline) et en fin des 3 phases d'intervention, ce qui limite l'interprétation que nous pouvons en avoir et notamment l'effet spécifique de la phase B sur le fonctionnement exécutif. L'essentiel des tests de la batterie cible des composantes isolées du fonctionnement exécutif (inhibition, flexibilité, actualisation et mémoire de travail, empan verbal et empan visuo-spatial).

2.3.1. Mémoire de travail

2.3.1.1. Tâche de n-back de la PASAT

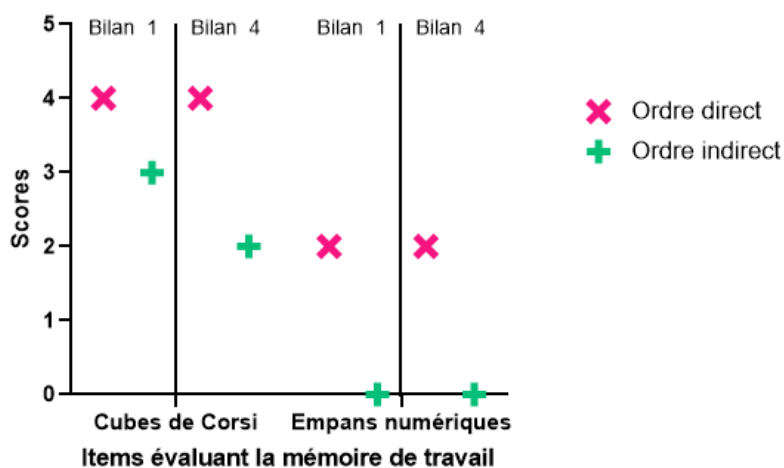
La tâche de n-back, issue de la PASAT n'a jamais pu être réalisée, malgré la mise en place d'aides. La consigne est mal comprise par T.N., qui de ce fait ne dépasse pas l'étape d'exemple de cette épreuve. Les aides proposées visent à limiter la charge cognitive, et faciliter la compréhension de la consigne : mettre en pause l'étape d'exemple (limiter la rapidité de l'épreuve), répéter la consigne à chaque pause, écrire la série de chiffres énoncée, donner la réponse de l'addition, proposer un choix multiple de réponses à l'écrit pour s'affranchir des difficultés phasiques.

L'étape d'exemple et l'épreuve de la PASAT ont été proposées avec les aides dans un premier temps, puis sans les aides. Les aides n'ont pas permis à T.N. d'effectuer cette épreuve. Nous ne notons aucune amélioration au fil des passations.

2.3.1.2. Cubes de Corsi et empan numériques

Nous notons une différence entre les scores obtenus à cette épreuve lors des bilans 1 et 4. T.N. présente une fragilité de la mémoire de travail en modalité visuelle. L'empan endroit sollicite le calepin visuo-spatial, alors que l'empan envers stimule l'administrateur central. Les deux sous-systèmes sont atteints.

Nous notons que les résultats obtenus par T.N. à l'épreuve des empan numériques sont dans la zone pathologique, en comparaison aux sujets de même âge.

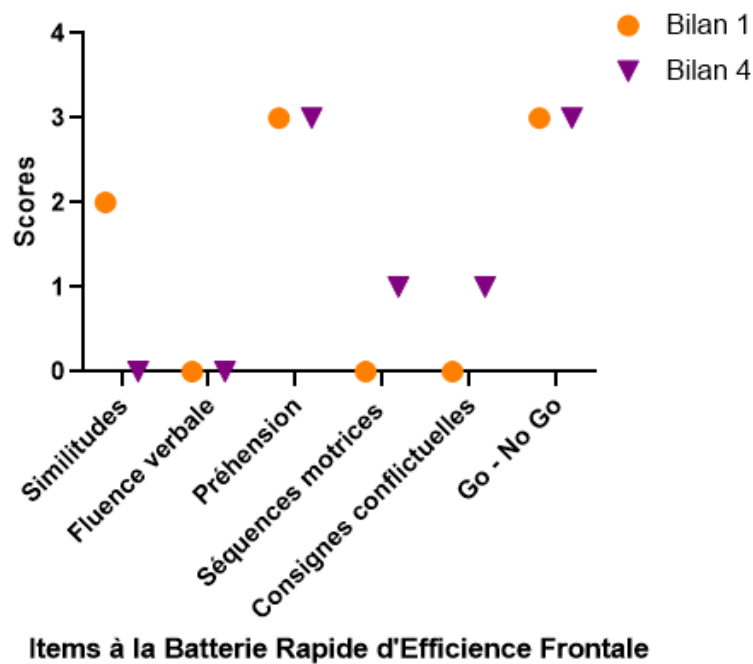


Graphique 5 : Evolution de T.N. aux épreuves évaluant la mémoire de travail

2.3.2. Inhibition

Epreuves	Bilan 1	Bilan 4
Similitudes	2	0
Fluence verbale	0	0
Comportement de préhension	3	3
Séquences motrices de Luria	0	1
Consignes conflictuelles	0	1
Go - No Go	3	3

Tableau 9 : Evolution des scores de T.N. à la Batterie Rapide d'Efficiency Frontale



Graphique 6 : Evolution des scores de T.N. à la Batterie Rapide d'Efficiency Frontale

T.N. a obtenu le même score total à la BREF. Cependant, les items réussis ne sont pas les mêmes selon les passations. L'épreuve de Go - No Go, testant l'inhibition, est réussie dans les deux cas.

2.3.3. Flexibilité

2.3.3.1. **TMT A**

Le temps de réalisation du TMT A diminue de 40% entre la baseline et l'évaluation post-programme.

Les résultats obtenus par T.N. se situent dans la zone pathologique (-12 écarts-types), en précision (-12 écart-type) comme en temps (-12 écarts-types au bilan 1, -6,5 écarts-types au bilan 4), en comparaison aux sujets de même âge et de niveau socio-culturel équivalent. Le nombre d'erreurs reste identique.

2.3.3.2. TMT B

Les scores obtenus par T.N. à cette épreuve se situent dans la zone pathologique (-7 écarts-types pour le temps, et -6 écarts-types pour les erreurs), en comparaison aux sujets de même âge et de niveau socio-culturel équivalent. Cependant, T.N. est parvenu à effectuer cette épreuve lors du bilan 4, alors qu'elle n'a pu être réalisée au bilan 1.

2.3.4. Planification

Bilans	Items		Temps (en secondes)			Mouvements
	Cible	Type	Temps total	Temps de latence	Temps subséquent	Nombre total
Bilan 1	3 mouvements	Normal	53	4,5	48,5	8
	4 mouvements	Normal	16	4,3	12	4
		Normal	45,5	3,3	42	6
	5 mouvements	Incitateur positif	56	4,3	52	12
		Incitateur négatif	31,5	5,3	26,3	6
	6 mouvements	Normal	48,3	6,3	42	10
Bilan 4	3 mouvements	Normal	16,6	5,6	11	4
	4 mouvements	Normal	20,3	4,6	15,6	7
		Normal	33,6	8	25,6	6
	5 mouvements	Incitateur positif	21	5	16	5
		Incitateur négatif	17,3	2,6	14,6	5
	6 mouvements	Normal	38	6,3	31,6	8

Tableau 10 : Evolution des performances de T.N. à l'épreuve de la Tour de Londres

La Tour de Londres montre des améliorations dans les deux conditions : 5 mouvements et 6 mouvements. Une amélioration du temps total de 60% pour la condition 5 mouvements (56 vs 21 sds) et de 20% pour la condition 6 mouvements (48,3 vs 38 sds) est observée. Par ailleurs le nombre total de mouvements diminue de 60% dans la condition 5 mouvements (12 vs 5 mouvements) et de 20% dans la condition 6 mouvements (10 vs 8 mouvements).

3. Résultats au protocole de rééducation

3.1. Phase A

Lors de la phase A de routine clinique, les orthophonistes ont proposé 5 séances au patient. Les activités suivantes ont été réalisées :

- ❖ Rush Hour (Ravensburger)
- ❖ Jeux à la carte (Ortho Edition)
- ❖ le matériel “tâches attentionnelles” : activité de barrage (Mot à mot)
- ❖ n-back (à partir du logiciel Covirtua)
- ❖ Inhibition de chiffres (à partir du logiciel Covirtua)

Les orthophonistes ont relevé des difficultés de compréhension des consignes. Un étayage a été suggéré, afin de faciliter la compréhension : des simplifications des tâches, un support écrit synthétisant les consignes, un rappel fréquent des consignes, une répétition de l'activité. T.N. a présenté des difficultés d'adhésion aux activités, en lien avec ses difficultés de compréhension des consignes, qui sont restées, malgré les étayages, difficiles à appréhender. Une amélioration rapide des performances en planification a été observée (jeu Rush Hour, tâches visuo-attentionnelles de barrage), mais pas en mémoire de travail, et en traitement des consignes multiples. Aucune utilisation de la communication verbale n'a été notée lors de ces différentes activités.

3.2. Phase B

Lors de la phase B, 5 séances ont été réalisées, dont la première correspond à la familiarisation et au dépistage du VAP-S Market. T.N. a réalisé 14 essais de tâches de courses dans le VAP-S Market au cours des 4 séances suivantes.

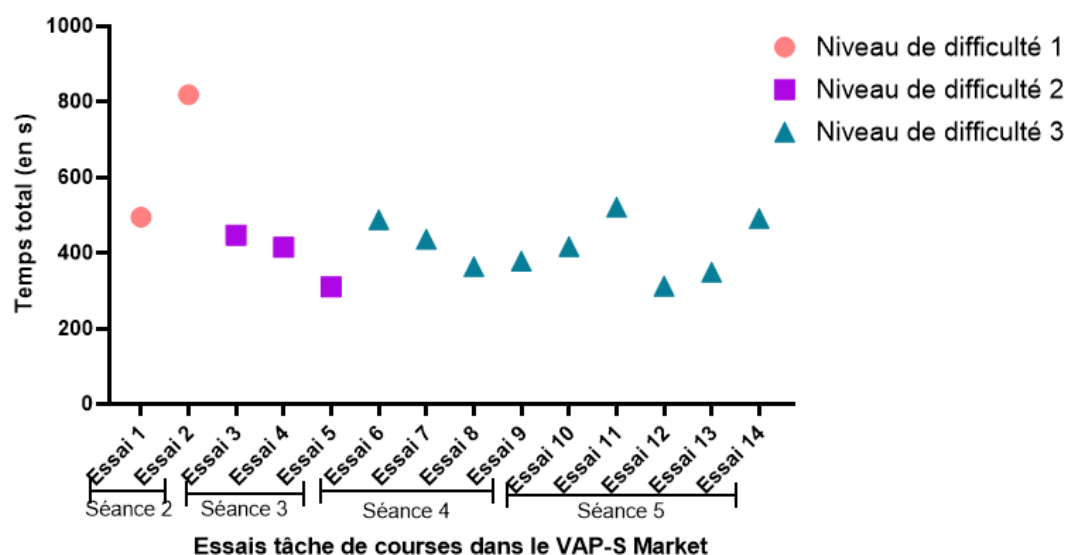
3.2.1. Familiarisation et dépistage

- ❖ **Se familiariser** : la découverte de l'outil virtuel est coûteuse cognitivement pour T.N., caractérisée par : un temps de réalisation très long (1303 secondes), 8 appels à la liste, 9 collisions, 3 intrusions et 1 persévération. De plus, la manipulation de la souris et du clavier directionnel est difficile, en lien avec l'apraxie de la main droite présentée par le patient. La consigne est globalement comprise et maintenue durant toute l'activité. Nous notons cependant un manque de confiance en ses capacités, et une forme de perplexité concernant l'objectif de l'activité, malgré une explication orale de ses enjeux.
- ❖ **Dépistage** : les difficultés de manipulation de l'outil virtuel sont identiques à celles observées lors de la familiarisation. Les stratégies mises en place pour réaliser la tâche de courses ne sont pas efficaces, engendrant : un temps de réalisation très long (1366 secondes), 4 appels à la liste, 2 appels au caddie, 17 collisions, une sortie sans payer, 1 intrusion et 3 persévérations. Nous notons un oubli des consignes supplémentaires. De plus, nous notons une exploration visuelle inefficace, ainsi qu'un manque d'initiative chez le patient, qui ne sollicite pas spontanément les aides à sa disposition.

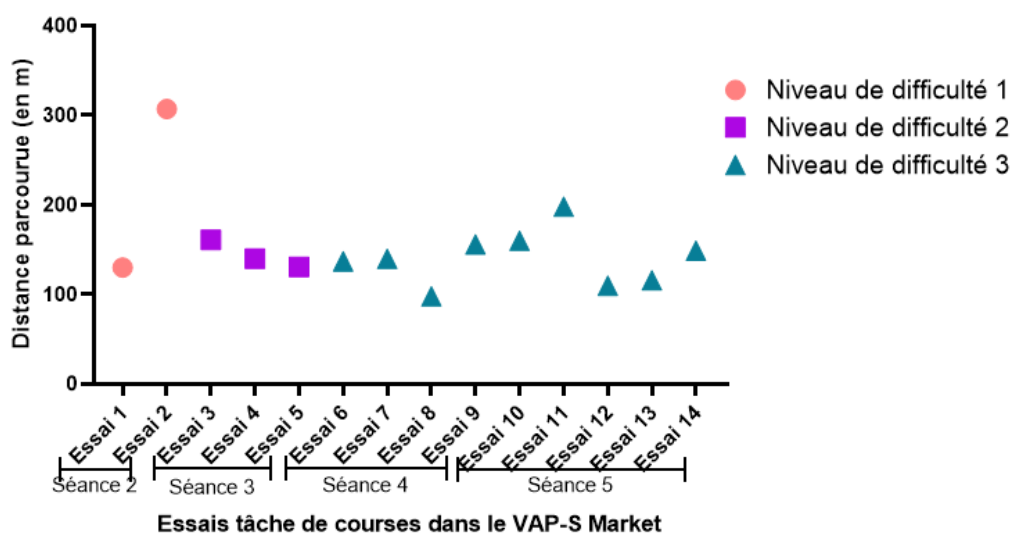
3.2.2. Protocole de rééducation

Les paramétrages des séances créées pour T.N. dans le VAP-S Market peuvent être synthétisés en trois niveaux de difficultés, répertoriés dans un tableau en annexe 6.

- ❖ **Stratégies :** Nous observons une évolution dans les stratégies de T.N. pour réaliser ses tâches de courses. La stratégie d'ordre de la liste est utilisée durant les 2 premières séances, induite par le paramétrage choisi. Les stratégies utilisées pour les deux dernières séances sont plutôt celles de l'ordre des rayons (selon le déplacement), et la catégorisation, lorsque plusieurs produits se trouvent dans un même rayon. T.N. a réorganisé spontanément sa liste de courses pour optimiser ses déplacements (ex : 307m pour 3 produits à la séance 2, et 149m pour 6 produits à la séance 5) et limiter le temps de réalisation (ex : 818 secondes pour 3 produits à la séance 2 et 491 secondes pour 6 produits à la séance 5).



Graphique 7 : Evolution du temps de réalisation des tâches de courses dans le VAP-S Market

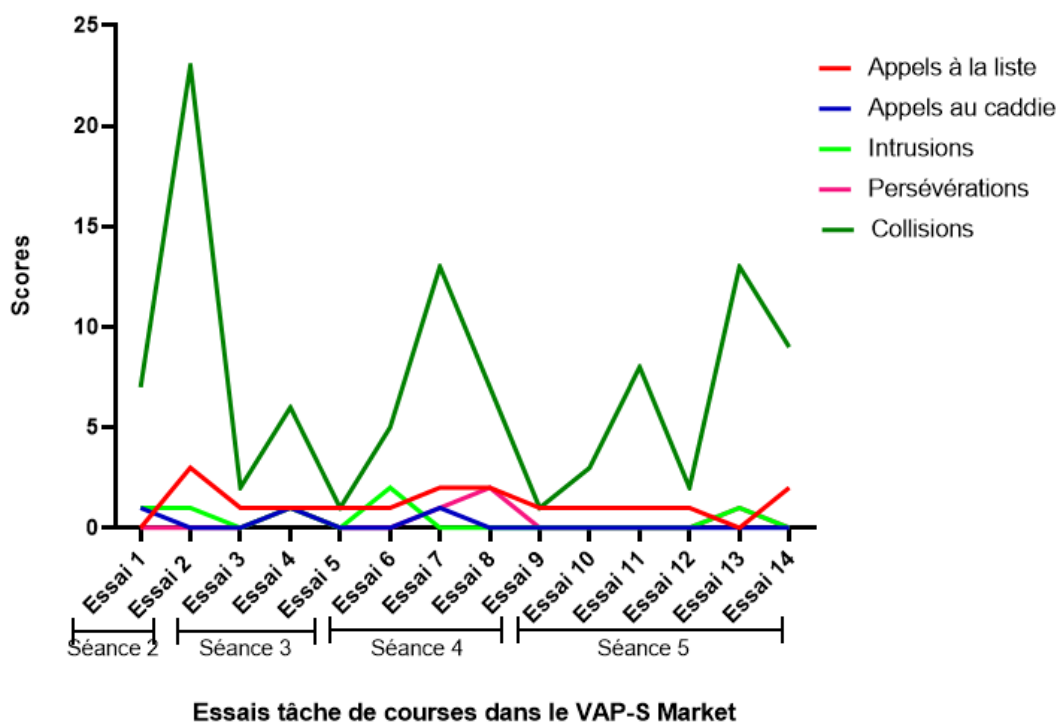


Graphique 8 : Evolution de la distance parcourue pour les tâches de courses dans le VAP-S Market

Globalement, nous observons une diminution du temps de réalisation des tâches de courses, et de la distance totale parcourue, malgré un niveau de difficulté croissant. Malgré une augmentation du nombre de produits dans la liste, une nécessité de réorganiser la liste pour optimiser les déplacements, catégoriser pour prendre les produits se trouvant dans les mêmes rayons, T.N. parvient à mettre un temps similaire entre l'essai 1 (3 produits, niveau de difficulté 1), et l'essai 14 (6 produits, niveau de difficulté 3).

- ❖ **Comportement global** : T.N. est plutôt inhibé lors des premières séances. Les paroles et réactions spontanées sont très limitées. Les temps d'échange sont brefs, il ne pose pas de question sur le fonctionnement du logiciel à l'issue de la familiarisation. Il est de plus en plus motivé au fil des jours et prend confiance en ses capacités, en prenant conscience de ses progrès. Nous observons une modification au niveau thymique.
- ❖ **Fatigabilité** : T.N. se dit très fatigué à la fin de la séance 1 de familiarisation et dépistage. Il est de moins en moins fatigable au fil de la semaine de passation, et dit ne plus l'être du tout lors des séances 4 et 5.
- ❖ **Verbalisations** : Les tâches de courses dans le VAP-S Market ne suscitent que peu de productions spontanées lors des premières séances. T.N. apparaît peu fluent, et nous notons des paraphrasies lors des productions spontanées (ex : "on poche" pour "on paie"; "une paire de chou" pour "une paire de chaussettes", "en bas" pour "derrière"). Nous notons une diminution des paraphrasies en fin de semaine, ainsi qu'une complexification de la morphosyntaxe, avec des productions spontanées plus élaborées (ex : "c'est à droite", "on a tout", "ça c'est bon"). De plus, nous observons une meilleure cohérence dans le discours : T.N. parvient à dire qu'il est conscient de ses progrès, qu'il est content de lui et justifier pourquoi.
- ❖ **Fonctions exécutives** : Le maintien des informations concernant la liste de courses pourrait être en lien avec le maintien de l'information en mémoire de travail, incluant la capacité à retrouver l'information malgré les multiples distracteurs du supermarché (ce qui renvoie aussi à la capacité à diviser son attention). Le fait d'introduire un produit ne faisant pas partie de la liste de courses (intrusions), et de ne pas éviter les obstacles (collisions), pourrait être en lien avec les capacités à inhiber des stimuli non pertinents pour la tâche en cours. Les persévérations pourraient être en lien avec la flexibilité.

Les résultats obtenus par T.N. dans la VAP-S Market sont synthétisés dans un tableau en annexe 8.



Graphique 9 : Evolution des performances exécutives dans les tâches de courses du VAP-S Market au cours de la phase B

- ❖ **Communication :** Nous observons une augmentation du volume verbal au fil des séances, avec des productions spontanées plus nombreuses. La prise d'initiative verbale est de plus en plus aisée : T.N. engage une conversation dès la fin de la séance 2 sur ce qu'il apprécie acheter habituellement. De plus, les moments d'échange entre les essais sont de plus en plus constructifs, avec une meilleure prise de conscience de la part du patient de ses difficultés, et des stratégies qu'il pourrait mettre en place pour s'améliorer. Les productions spontanées sont plus informatives à la fin de la semaine, et T.N. n'abandonne plus l'acte de communication lorsqu'il présente un manque du mot ou en cas de paraphasie. Par ailleurs, nous notons que T.N. a su s'appuyer sur la communication non-verbale, et plus spécifiquement sur les gestes, afin de compenser son manque du mot (ex : mime du geste de la brosse à dent pour évoquer le dentifrice). Les demandes d'aides sont également de plus en plus fréquentes au fil des essais, soit par une demande verbale, ou bien un geste, en particulier pour les manipulations de la souris.

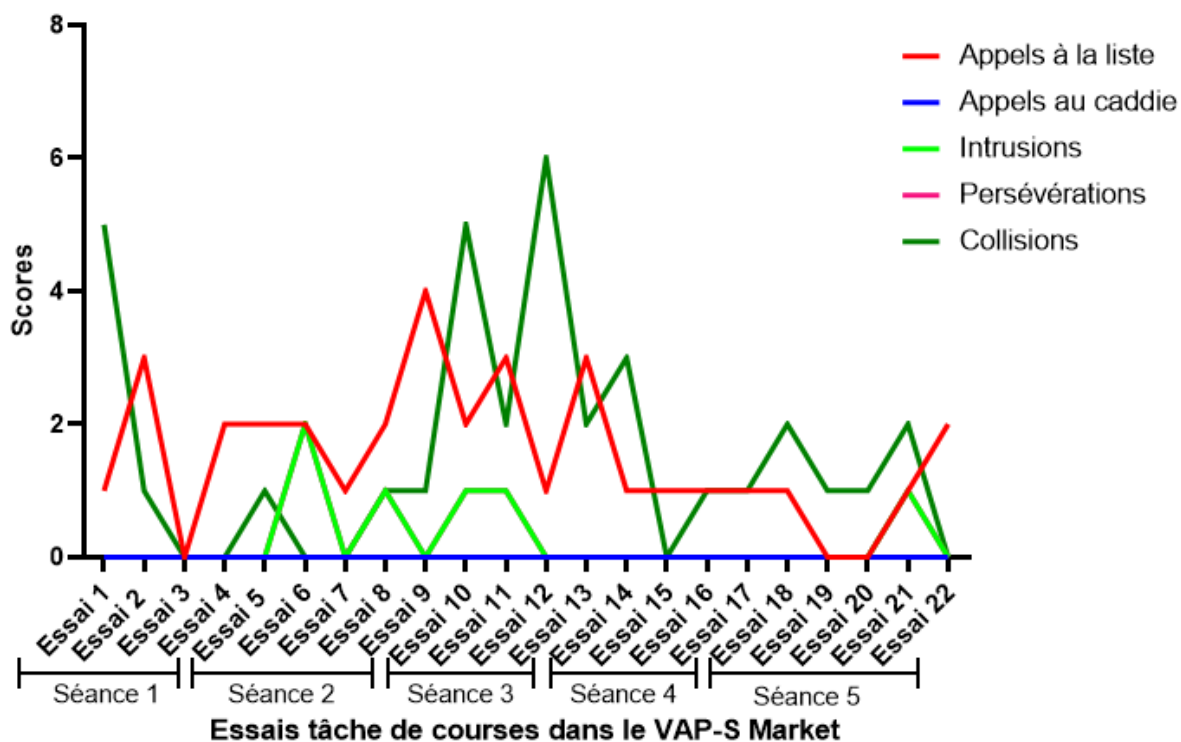
3.3. Phase C

Lors de la phase C, 5 séances d'entraînement dans le VAP-S Market introduisant la participation de l'aidant ont été proposées. T.N. a réalisé 22 essais de tâches de courses, avec son aidant V., dans le VAP-S Market au cours des 5 séances.

- ❖ **Compréhension entre les deux interlocuteurs** : Dès la première séance, les deux interlocuteurs se comprennent bien. Les échanges sont de plus en plus fluides au fil des séances, car les interlocuteurs se connaissent mieux. Grâce à l'alliance thérapeutique créée entre le patient, son aidant et le clinicien, la communication est de meilleure qualité.
- ❖ **Comportement des deux interlocuteurs** : Les deux interlocuteurs sont volontaires pour participer à chaque séance. Ils échangent facilement. Nous notons une prise d'initiative de la part de T.N. dans diverses tâches (gestion des déplacements, et du planning). Sa participation et sa motivation sont fluctuantes d'une séance à l'autre.
- ❖ **Attitude d'écoute** : Nous observons une bonne attitude d'écoute, chez les deux participants. Le maintien du contact visuel témoigne de la position d'acteur des deux interlocuteurs lors des échanges. T.N. et son aidant tiennent compte de l'intervention de l'autre. T.N. parvient à adapter ses stratégies aux conseils de son aidant. Quant à V., il parvient à percevoir le changement de prosodie de T.N., signifiant qu'il est sûr de lui, et sa volonté de se diriger dans tel rayon plutôt qu'un autre.
- ❖ **Tours de parole et aspects temporels** : Nous ne notons aucune particularité dans la gestion des tours de parole, qui sont respectés. Les échanges sont plutôt fluides, sans chevauchements ni interruptions.
- ❖ **Gestion du thème** : Le thème des échanges est respecté à toutes les séances. Les indications directionnelles sont précises, malgré des erreurs parfois sur la droite et la gauche, mais compensées par un geste adapté. Les productions spontanées sont également en lien avec la tâche en cours.
- ❖ **Stratégies de réparation** :
 - **Ajustements linguistiques** : Le débit est similaire à toutes les séances. Il n'est pas ralenti, et parfaitement compris par les deux interlocuteurs. La longueur et la complexité des énoncés ont évolué au cours des séances : l'aidant a su adapter la complexité de ses énoncés aux productions de T.N.. Lors des premières séances, les énoncés produits par le patient sont courts, de type mots-phrases (ex : "droite", "tout droit"), occasionnant des énoncés simplifiés de la part de son aidant. L'aidant demande essentiellement des confirmations de ce que souhaite le patient (ex : "c'est bien cela ?"). Lors des séances 3 et 5, les productions spontanées de T.N. sont bien plus nombreuses, caractérisées par des phrases complètes (sujet, verbe), entraînant alors une modification dans les énoncés proposés par V.. Les échanges entre les deux interlocuteurs sont alors plus fluides et naturels.
 - **Types d'aide** : Les aides à la communication ont vite été proposées par V., qui a suggéré différents types d'aide. Il propose une ébauche syllabique lorsque T.N. se trouve confronté à une difficulté d'évocation lexicale. L'utilisation

d'information contextuelle a également été proposée (ex : “on l'utilise au petit-déjeuner sur les tartines” pour le beurre) permettant alors à T.N. de retrouver le mot cible. L'ébauche syllabique et les informations contextuelles représentent les aides les plus utilisées et les plus efficaces avec ce patient. Elles permettent aux interlocuteurs de maintenir le contact, et elles encouragent T.N. à poursuivre son échange.

- ❖ **Maintien des stratégies exécutives :** Nous notons que les stratégies travaillées lors de la phase B sont appliquées dans la phase C. La planification et les stratégies de déplacement sont plutôt efficaces, et la consultation de la liste de courses suffit à T.N. pour poursuivre ses tâches de courses. Il n'a jamais eu besoin de vérifier dans son caddie les produits présents. Par ailleurs, nous remarquons une meilleure exploration visuelle dans la posture d'observateur, plutôt que lorsque le patient manipule lui-même le logiciel. Les résultats obtenus par T.N. à cette phase sont synthétisés en annexe 7.



Graphique 10 : Evolution des performances exécutives dans les tâches de courses du VAP-S Market au cours de la phase C

Discussion

1. Rappel et analyse des résultats

Nous avons exploré l'impact d'un entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle, sur l'amélioration des habiletés communicationnelles du patient adulte aphasique. Il a été difficile de réaliser un traitement statistique des données avec un nombre insuffisant de données (4 mesures maximum), et de données normatives pour comparer les résultats ainsi qu'en l'absence d'un groupe contrôle.

1.1. Mesure principale

La mesure principale de cette étude concerne une analyse des compétences communicationnelles du patient adulte aphasique, à partir des épreuves issues du Test Lillois de Communication (TLC). Nos résultats sont basés sur l'épreuve type PACE et le questionnaire de communication non-verbale.

L'augmentation du score de l'épreuve de type PACE et du score de communication non-verbale signe une différence marquée entre le début et la fin de la prise en soin mais nous ne pouvons pas discriminer si une phase est plus efficace que l'autre.

D'après les données normatives établies pour le TLC (Rousseaux et al., 2001), les scores obtenus au questionnaire de communication non-verbale laisseraient penser que le gain entre les deux premières mesures (baseline et phase A de routine clinique) et les deux dernières mesures (phases B et C sous réalité virtuelle) est cliniquement significatif. Ainsi, les moyennes des scores à cette épreuve sans (baseline et phase A), et avec (phases B et C) réalité virtuelle pourraient exprimer l'effet positif de l'utilisation de cette technique sur le comportement de communication.

Ces résultats sont en accord avec la littérature scientifique. Dans un article princeps, Mercat et al., (2006) montraient une amélioration de 9 à 22% du score au TLC pour 4 patients après un entraînement des habiletés de communication (Mercat et al., 2006).

1.2. Mesures secondaires

Les mesures secondaires concernent principalement des épreuves cognitives.

1.2.1. Cubes de Corsi

Les scores à l'épreuve de mémoire visuo-spatiale des cubes de Corsi sont stables, voire même moins bons au bilan 4 qu'au bilan 1. La mémoire visuo-spatiale n'a pas été

travaillée lors du protocole de rééducation. Nous ne notons pas d'effet sur les domaines que nous n'avons pas travaillés spécifiquement.

1.2.2. Empan numérique

Les résultats obtenus à l'épreuve des empan numériques sont dans la zone pathologique. Ces résultats sont à exploiter avec prudence, car cette épreuve sollicite la boucle phonologique de la mémoire de travail, et les troubles phasiques de T.N. sont importants.

1.2.3. BREF

Les scores obtenus par T.N. à la BREF sont pathologiques, en comparaison aux sujets de niveau socio-culturel équivalent. Le score seuil est de 16/18, et les résultats obtenus par le patient sont de 8/18, au bilan 1 comme au bilan 4.

1.2.4. TMT A et B

Il est difficile de tirer des conclusions concernant l'impact de la phase B sur l'amélioration du fonctionnement exécutif. L'amélioration du score du TMT A, quoique étant encore pathologique, suggère une amélioration des ressources visuo-perceptives.

Ces résultats soulèvent l'hypothèse d'un lien possible entre les ressources visuo-perceptives et les habiletés communicationnelles. Dans l'étude de Zettin et Galetto (2016), une meilleure prise en compte des indices environnementaux entraînés lors de l'intervention contribue à l'amélioration des habiletés de communication (Zettin & Galetto, 2016).

Le suivi des mouvements oculaires occupe désormais une place importante dans le domaine des neurosciences. L'eye-tracking apparaît comme une méthode adaptée pour mesurer le comportement de fixation, mais aussi la perception visuelle et l'attention portée aux gestes (exemple : main en mouvement) ou à la parole (exemple : fixation sur les mouvements des lèvres). Les résultats d'études montrent des différences dans le comportement d'exploration visuelle entre des sujets sains et des patients aphasiques. Les sujets aphasiques pourraient explorer le visage dans une moindre mesure, comparativement aux sujets sains, pour limiter les informations interférentes. Cette dimension pourrait être interprétée comme un déficit dans l'allocation de l'attention ou une stratégie d'évitement des interférences, qui reste insuffisante pour comprendre la parole (Eggenberger et al., 2016).

1.2.5. Tour de Londres

La Tour de Londres est un test robuste et fiable de planification (Debelak et al., 2016). L'amélioration du patient à ce test suggère alors de meilleures stratégies de planification. Le VAP-S Market a montré sa sensibilité concernant la planification et a été conçu sur un

modèle ciblant les troubles de la planification (Sorita et al., 2017). Les phases A et B de l'intervention ont elles aussi montré une amélioration de l'organisation du patient dans le supermarché virtuel dans des conditions d'exigence croissante des tâches de courses.

Il est possible que l'entraînement du patient T.N. s'appuyant sur le VAP-S Market ait pu améliorer ses stratégies de planification. Rand et al. ont notamment montré qu'un entraînement de 10 sessions utilisant un supermarché virtuel auprès de patients post-AVC améliore de 20 à 50% leur performance dans l'évaluation du fonctionnement exécutif en situation réelle (Rand et al., 2009).

1.3. Discussion des hypothèses

Hypothèse 1 : du fait de sa validité écologique et comparativement à une rééducation traditionnelle, l'intervention sous réalité virtuelle améliore le fonctionnement exécutif.

La comparaison entre les résultats obtenus à l'issue des phases A et B du protocole de rééducation viennent étayer cette hypothèse. Les résultats observés lors de la phase A de routine clinique ont révélé des difficultés de compréhension, malgré la proposition d'un étayage. Cependant, une amélioration des performances en planification a pu être notée, mais pas dans les autres domaines du fonctionnement exécutif : mémoire de travail, inhibition et flexibilité.

L'évolution de la performance dans le supermarché virtuel, au cours de la phase B, permettrait également de témoigner d'améliorations des processus exécutifs sous-jacents : inhibition, flexibilité, mémoire de travail. Nous avons noté une amélioration dans les stratégies de réalisation des tâches de courses, caractérisée par une diminution du temps de réalisation des essais, et de la distance totale parcourue, malgré un niveau d'exigence de la tâche croissant. Les appels à la liste et au caddie, possiblement en lien avec la mémoire de travail, sont moins nombreux, tout comme les intrusions et les persévérations, qui pourraient témoigner de l'inhibition et de la flexibilité. Les intrusions et persévérations sont systématiquement dues à des difficultés de manipulation de la souris et du clavier, en lien avec l'apraxie présentée par le patient. Le nombre de collisions a beaucoup fluctué au fil des essais.

Ces résultats sont à interpréter avec prudence, car l'attribution de ces processus exécutifs à des comportements spécifiques dans le supermarché virtuel n'a pas été démontré scientifiquement par des corrélations entre des données comportementales de patients et des tests validés en lien avec la mémoire de travail, l'inhibition et la flexibilité.

Hypothèse 2 : du fait de sa validité écologique et comparativement à une rééducation traditionnelle, l'intervention sous réalité virtuelle améliore les habiletés communicationnelles

Cette hypothèse semble se vérifier au regard de l'évolution des résultats au TLC marquant une inflexion entre les deux premières et les deux dernières mesures rattachées à l'utilisation virtuelle. L'augmentation des scores de T.N. à l'épreuve type PACE et au questionnaire de communication non-verbale du TLC montre une différence marquée entre le début et la fin du protocole de rééducation. Cependant, nous ne pouvons pas discriminer si une phase est plus efficace qu'une autre.

Selon la conception du protocole, ni la phase A ni la phase B ne s'intéresse à la communication et pourtant des résultats cliniques intéressants apparaissent en comparant les productions langagières lors de ces deux phases.

Lors de la phase A, aucune utilisation de la communication verbale n'a été notée lors des différentes activités. La phase B d'entraînement des fonctions exécutives dans le VAP-S Market a suscité des productions spontanées, déformées par des paraphasies. Les productions ont évolué au fil des essais, passant de mots-phrases à des phrases construites sur le plan morphosyntaxique, avec une diminution des paraphasies. Nous observons une augmentation du volume verbal au fil des séances. La prise d'initiative verbale est plus aisée: T.N. engage une conversation spontanément. Les moments d'échange entre les essais montrent une meilleure conscience de T.N. de ses difficultés, dont il parle plus facilement. Nous observons une amélioration de l'informativité, ainsi que dans la persévérance lors des échanges : T.N. n'abandonne plus l'acte de communication lorsqu'il présente un manque du mot ou des paraphasies. La communication non-verbale apparaît comme une compensation fonctionnelle des difficultés verbales : gestes pour compenser un manque du mot, ou bien pour faire une demande d'aide.

Hypothèse 3 : l'amélioration du fonctionnement exécutif n'est pas suffisant pour améliorer la communication

Les informations sont limitées concernant l'amélioration du fonctionnement exécutif au regard des tests : nous ne pouvons pas affirmer que les capacités de flexibilité et inhibition ont été améliorées avec les tests utilisés. Cependant, il y a un intérêt pour l'amélioration des résultats au TMT A ainsi qu'à la Tour de Londres. Il s'agit d'un résultat émergent qui soulève la question suivante : est-ce que l'amélioration de la planification par l'utilisation du supermarché virtuel aurait pu être un apport dans l'amélioration de la communication ? Les analyses des résultats des essais dans le supermarché montrent une amélioration dans les stratégies de planification, associée à une amélioration des scores de T.N. à l'évaluation de la Tour de Londres. Le lien entre les fonctions exécutives et la

communication est clairement établi dans la littérature. La planification est utile à la gestion des thèmes conversationnels, ainsi que dans la construction morphosyntaxique. Nous supposons donc qu'il existe un impact de l'entraînement de la planification sur les habiletés de communication, manifesté par la production d'énoncés syntaxiquement plus complexes par T.N. au cours des essais.

Le protocole de rééducation de cette étude a été imaginé en concevant la phase B comme un préalable à la phase C. Or, les résultats de T.N. ne montrent pas cela. En effet, c'est au regard de la phase B que commencent à s'améliorer les compétences de communication. Cette information soulève la question suivante : est-ce qu'au-delà de l'entraînement exécutif, la difficulté des tâches de courses et la nécessité de résolution de problème pour atteindre le but, ne sont-elles pas en elles-mêmes un moyen de stimulation des compétences communicationnelles au regard d'une activité qui est proche du quotidien? Une étude montre notamment qu'une approche métacognitive basée sur la résolution de problème au quotidien favorise la conscience et l'amélioration des habiletés communicationnelles (Copley et al., 2020).

Hypothèse 4 : les habiletés communicationnelles sont améliorées par un entraînement spécifique introduisant la participation d'un aidant

Cette hypothèse semble se vérifier en comparant les résultats obtenus à l'issue des phases B et C du protocole de rééducation. Lors de la phase B, nous constatons une augmentation du volume verbal, caractérisée par une prise d'initiative verbale plus aisée, une meilleure informativité, l'emploi spontané de la communication non-verbale. La phase C d'entraînement des fonctions exécutives en présence d'un aidant révèle une bonne attitude d'écoute de T.N., et une bonne compréhension entre les deux interlocuteurs. Une communication multi-modale, associant le langage verbal et les gestes, a été utilisée spontanément par T.N. dès la première séance. Des stratégies de réparation ont été mises en place entre les deux interlocuteurs afin de maintenir l'échange en cas de manque du mot et de paraphrasies. Ces stratégies de réparation ont permis des ajustements linguistiques, tels que la longueur des énoncés. La production de mots-phrases par T.N. entraînait des confirmations de la part de l'aidant, alors que les phrases produites à la fin de la phase C permettaient un réel échange entre les interlocuteurs. A la fin du protocole, le canal de communication le plus utilisé est le langage verbal, avec une diminution des paraphrasies, malgré une utilisation plus spontanée des gestes.

D'après la littérature scientifique, dès lors que l'aidant est inclus à la rééducation, avec une perspective d'amélioration de la communication entre le patient et lui-même, les échanges sont facilités. N. Joyeux et al. (2012, cité dans (Joyeux, 2018) ont proposé une action d'éducation thérapeutique « hors les murs » auprès de personnes aphasiques et de

leurs aidants, en partenariat avec l'association des aphasiques du Vaucluse. Les résultats ont montré un bénéfice sur l'efficacité de la communication au sein du couple aphasique, associé à une augmentation de l'utilisation de canaux de communication divers (gestes ...), et du nombre d'actes de communication appropriés. A notre connaissance, aucune expérimentation n'a été réalisée associant la réalité virtuelle et la participation d'un tiers.

2. Limites et perspectives de l'étude

2.1. Limites

Le schéma d'étude initial a été imaginé pour inclure trois patients. La réalité clinique ne nous a pas permis d'inclure la population souhaitée à cette étude exploratoire, qui s'est alors transformée en étude de cas. La méthodologie SCED insiste sur l'idée que le patient est son propre contrôle, et que les résultats ne sont pas généralisables à d'autres patients, en raison des variabilités interindividuelles. Les résultats de cette étude donnent un aperçu de l'efficacité du protocole proposé, dans un contexte de rééducation des fonctions exécutives et des habiletés communicationnelles, chez T.N..

Les critères d'inclusion à cette étude sont nombreux et spécifiques, ne rendant pas le protocole de rééducation accessible à la majorité des patients aphasiques. La population aphasique est très hétérogène, avec des profils individuels de troubles du langage et de la communication variant en termes de gravité, et de degré de participation à toutes les modalités du langage. La compréhension et l'expression de la parole, de la lecture, de l'écriture, et des gestes peuvent être affectées (A. Basso, citée dans (Giachero et al., 2020)).

La limite des tests neuropsychologiques traditionnels est clairement établie dans la littérature. Les auteurs évoquent les nombreuses dissociations existantes entre l'évaluation neuropsychologique traditionnelle et le comportement en vie quotidienne (K.D. Cicerone et al., 2019). Ces dissociations peuvent expliquer pourquoi les tests neuropsychologiques choisis pour cette étude, notamment sur la batterie exécutive, ont montré peu d'évolution alors que le comportement du patient s'est ostensiblement amélioré dans ses stratégies de recherches de courses et dans sa communication.

La capacité à effectuer des activités dans la vie quotidienne dépend des capacités cognitives telles que la mémoire, l'attention, les fonctions exécutives (Mlinac & Feng, 2016), mais aussi de la façon dont le patient utilise ces capacités dans l'interaction avec des environnements quotidiens complexes. L'évaluation neuropsychologique de ces différentes fonctions par une approche écologiquement validée permet de mieux comprendre le fonctionnement quotidien des patients (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003). Le concept de validité écologique apparaît essentiel pour augmenter la probabilité que les résultats aux

tests neuropsychologiques soient prédictifs des capacités cognitives d'un sujet dans des situations de vie quotidienne (Burgess et al., 2006; Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003).

Les données normatives étant à ce jour limitées, les résultats sont difficilement interprétables, et ne permettent pas d'apporter de conclusion définitive. Les données normatives du Test Lillois de Communication ont été utiles à ce travail. Des études complémentaires, pour développer la psychométrie de ces mesures, seraient utiles à l'amélioration de l'analyse des données cliniques. Une mesure de type Différence Minimale Cliniquement Pertinente (MCID) du TLC notamment pourrait avoir une utilité clinique.

2.2. Perspectives

Notre étude s'intéresse à l'impact d'un entraînement des fonctions exécutives sur la charge cognitive liée aux activités de la vie quotidienne. Notre objectif est d'analyser si la diminution de la charge exécutive, par un entraînement avec un matériel présentant une validité écologique, permet d'améliorer les habiletés communicationnelles des patients adultes aphasiques.

Dans la méthodologie SCED, le patient est son propre contrôle, permettant alors de voir les progrès spécifiques du sujet, d'une phase à une autre. Cependant, les résultats ne sont pas généralisables à une population plus grande. Il serait intéressant de reproduire cette expérience sur un plus grand nombre de patients, afin de voir si les tendances observées sont similaires et généralisables d'un patient à un autre, ou bien si les variabilités interindividuelles ne permettent pas de conclure à une tendance générale.

Nous avons remarqué lors des passations une modification dans le comportement et l'humeur du patient. Une meilleure conscience des difficultés a été observée chez T.N.. Cette observation est en accord avec la littérature scientifique, qui affirme que la réalité virtuelle apparaît comme un moyen d'améliorer la conscience de soi dans les déficits cognitifs. La réalité virtuelle peut soutenir l'amélioration de la conscience de soi et une meilleure compréhension des erreurs, ainsi que des stratégies inefficaces (Joseph et al., 2014). Le recueil écrit des sentiments des patients n'a pas été inclus dans l'étude. Cette dimension à l'étude serait intéressante à ajouter au protocole.

Dans la continuité de ce travail exploratoire, il serait utile de développer un protocole de recherche incluant plus de patients pour confirmer les informations issues de notre étude. Le SCED incluant des patients sur une plus longue période resterait à ce stade un schéma de recherche utile permettant d'individualiser le traitement par rapport à la diversité de la clinique de l'aphasie. Un schéma expérimental de type pré-post avec une mesure de suivi

sur le maintien des capacités communicationnelles et un nombre d'inclusion suffisant permettrait aussi un traitement statistique plus précis des données recueillies. Mais, sur ce type d'intervention relativement innovante, il est important de ne pas s'engager trop vite dans une étude de grande ampleur. Les études exploratoires telles que celle présentée ici sont un moyen intermédiaire nécessaire pour construire un protocole d'intervention optimum pour la prise en soin du patient.

Les résultats de cette étude suggèrent un impact positif de la rééducation des fonctions exécutives en réalité virtuelle chez le patient inclus. La réalité virtuelle apparaît comme un outil prometteur dans la rééducation orthophonique de la communication chez l'adulte aphasique. La poursuite de ce travail, chez un nombre plus important de patients, permettrait d'illustrer plus précisément l'efficacité de cette pratique thérapeutique. Si une tendance générale devait s'observer chez les patients, cela pourrait permettre l'élaboration d'un plan de soin de la rééducation des troubles communicationnels dans l'aphasie, basé sur un protocole de rééducation similaire à celui-ci.

Conclusion

Les répercussions de l'aphasie sont nombreuses, tant sur le plan social, que psychologique, pour le patient comme pour son entourage. Une prise en soin orthophonique peut alors être proposée, afin de rééduquer, ou pallier les difficultés communicationnelles. Cependant, les évaluations et rééducations traditionnelles proposées montrent leurs limites. Plusieurs travaux scientifiques publiés à ce jour s'accordent à vouloir écologiser les prises en soin, pour optimiser leur impact dans la vie quotidienne des patients. Cette notion implique de considérer le patient dans son environnement social, familial.

Ce mémoire a voulu montrer l'efficacité d'une intervention utilisant la réalité virtuelle et ciblant l'amélioration du fonctionnement exécutif, sur l'amélioration et le transfert en situation réelle des compétences de communication chez le patient aphasique. Pour cela, un protocole de rééducation en trois phases a été imaginé.

Les résultats obtenus à la phase A (routine clinique) montrent une amélioration des performances concernant la planification (mais pas des autres domaines exécutifs), ainsi qu'une absence de communication verbale durant les activités proposées. Les résultats des phases B et C (entraînement spécifique des fonctions exécutives en réalité virtuelle, puis avec l'aidant) montrent une tendance à l'amélioration des stratégies exécutives. Sur le plan communicationnel, un volume verbal augmenté, des productions spontanées, des énoncés de plus en plus construits syntaxiquement, et de moins en moins déformés par des paraphasies ont été notés. Une utilisation plus évidente de la communication non-verbale en soutien aux difficultés verbales a également été soulignée.

Cette étude a permis de valider partiellement les hypothèses initiales, selon lesquelles une intervention orthophonique basée sur la réalité virtuelle favorise l'amélioration des stratégies exécutives. La diminution de la charge exécutive grâce à l'entraînement spécifique semble permettre d'améliorer les habiletés communicationnelles. La participation de l'aidant ne vient que confirmer les observations réalisées lors de l'entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle. L'élaboration d'un plan de soin de la rééducation des troubles communicationnels dans l'aphasie, reposant sur un outil thérapeutique en réalité virtuelle, pourrait être envisagée, après une généralisation de ces premiers résultats sur une population plus large.

Bibliographie

- Allain, P., Aubin, G., & Le Gall, D. (2006). L'évaluation des fonctions exécutives : Intérêts et limites des tests « papier-crayon ». In *Fonctions exécutives et rééducation* (p. 45-62). Elsevier Masson.
- Allain, P., & Le Gall, D. (2008). Approche théorique des fonctions exécutives. In *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques—Evaluation en pratique clinique* (p. 9-42). Solal.
- Aubert, S., Barat, M., Campan, M., Dehail, P., Joseph, P. A., & Mazaux, J.-M. (2004). Compétences de communication non verbale des traumatisés crâniens graves. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 47(4), 135-141.
- Ballandras, M. (2010). De la communication au quotidien chez l'aphasique fluent et non fluent. *Mémoire pour le Certificat de Capacité d'Orthophonie de l'Université de Nice, France*, 150.
- Benâtre, E. (2018). Analyse par l'orthophoniste de ses stratégies de communication avec un patient aphasique. Utilisation de l'enregistrement vidéo comme outil réflexif pour la pratique orthophonique. *Mémoire pour le Certificat de Capacité d'Orthophonie de l'Université de Lille, France*, 40.
- Besnard, J., Allain, P., Louisy, T., & Richard, P. (2008). *Utilisation de la Réalité Virtuelle en Neuropsychologie Clinique*. 7, 152-155.
- Besnard, J., Foloppe, D. A., Banville, F., Richard, P., & Allain, P. (2016). Intérêts de la réalité virtuelle pour l'évaluation et la prise en charge des perturbations cognitives et comportementales associées au vieillissement pathologique. *NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie*, 16(96), 313-319.
- Brady, M. C., Kelly, H., Godwin, J., Enderby, P., & Campbell, P. (2016). Speech and language therapy for aphasia following stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*.
- Brin-Henry, F., Courrier, C., Lederlé, E., & Masy, V. (2011). *Dictionnaire d'orthophonie* (Quatrième édition). Ortho Edition.
- Bryant, L., Brunner, M., & Hemsley, B. (2020). A review of virtual reality technologies in the field of communication disability : Implications for practice and research. *Disability and*

Rehabilitation: Assistive Technology, 15(4), 365-372.

- Burgess, P. W., Alderman, N., Forbes, C., Costello, A., Coates, L. M.-A., Dawson, D. R., Anderson, N. D., Gilbert, S. J., Dumontheil, I., & Channon, S. (2006). *The case for the development and use of "ecologically valid" measures of executive function in experimental and clinical neuropsychology*. 12, 194-209.
- Camara Lopez, M., & Cleeremans, A. (2018). *La revalidation neuropsychologique : Quid de la réalité virtuelle ? Les aphasies-Tome II : Prise en charge*(275), 291-313.
- Chapireau, F. (2001). La classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé. *Gérontologie et société*, 24 / n° 99(4), 37.
- Chaytor, N, Schmitter-Edgecombe, M., & Burr, R. (2006). Improving the ecological validity of executive functioning assessment. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 21(3), 217-227.
- Chaytor, N., & Schmitter-Edgecombe, M. (2003). The Ecological Validity of Neuropsychological Tests : A Review of the Literature on Everyday Cognitive Skills. *Neuropsychology Review*, 13(4), 181-197.
- Cherney, L. R., Halper, A. S., Holland, A. L., & Cole, R. (2008). Computerized Script Training for Aphasia : Preliminary Results. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 17(1), 19-34.
- Cherniack, E. P. (2011). Not just fun and games : Applications of virtual reality in the identification and rehabilitation of cognitive disorders of the elderly. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 6(4), 283-289.
- Chevignard, M., Taillefer, C., Picq, C., Poncet, F., & Pradat-Diehl, P. (2006). Évaluation du syndrome dysexécutif en vie quotidienne. In *Évaluation des troubles neuropsychologiques en vie quotidienne* (p. 47-65). Springer-Verlag.
- Chomel-Guillaume, S., Leloup, G., & Bernard, I. (2010a). Approches rééducatives et programmes de traitement. In *Les aphasies : Évaluation et rééducation* (p. 177-184). Elsevier Masson.
- Chomel-Guillaume, S., Leloup, G., & Bernard, I. (2010b). Conceptions contemporaines de la rééducation des aphasies. In *Les aphasies : Évaluation et rééducation* (p. 185-225).

Elsevier Masson.

- Chomel-Guillaume, S., Leloup, G., & Bernard, I. (2010c). La démarche clinique : Du diagnostic à la mesure d'efficacité. In *Les aphasies : Évaluation et rééducation* (p. 165-176). Elsevier Masson.
- Cicerone, K.D., Goldin, Y., Ganci, K., Rosenbaum, A., Wethe, J. V., Langenbahn, D. M., Malec, J. F., Bergquist, T. F., Kingsley, K., Nagele, D., Trexler, L., Fraas, M., Bogdanova, Y., & Harley, J. P. (2019). Evidence-Based Cognitive Rehabilitation : Systematic Review of the Literature From 2009 Through 2014. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 100, 1515-1533.
- Cicerone, K. D., Langenbahn, D. M., Braden, C., Malec, J. F., Kalmar, K., Fraas, M., Felicetti, T., Laatsch, L., Harley, J. P., Bergquist, T., Azulay, J., Cantor, J., & Ashman, T. (2011). Evidence-Based Cognitive Rehabilitation : Updated Review of the Literature From 2003 Through 2008. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(4), 519-530.
- COFACE. (2009). *Charte Européenne de l'aidant familial*.
http://www.coface-eu.org/wp-content/uploads/2019/03/COFACE-disability_FR_final-1.pdf
- Copley, A., Smith, C., Finch, E., Fleming, J., & Cornwell, P. (2020). Does metacognitive strategy instruction improve impaired self-awareness in adults with cognitive-communication disorders following an acquired brain injury? *Speech, Language and Hearing*, 1-13.
- Corraze, J. (1980). *Les communications non-verbales*. P.U.F.
- Cosnier, J. (1977). Communication non verbale et langage. In *Psychologie médicale* (Vol. 9, p. 2033-2049). S. P. E. I.
- Cosnier, J. (1997). *Sémiotique des gestes communicatifs*. 52, 7-28.
- Cosnier, J. (2016). Les gestes du dialogue. In *La communication : Des relations interpersonnelles aux réseaux sociaux* (Éditions Sciences Humaines, p. 112-121).
- Croisile, B. (2009). Approche neurocognitive de la mémoire. *Gérontologie et société*, 32 / n° 130(3), 11.

- Daviet, J.-C., Muller, F., Stuit, A., Darrigrand, B., & Mazaux, J.-M. (2007). Communication et aphasie. In *Aphasies et aphasiques* (p. 76-86). Elsevier Masson.
- Debelak, R., Egle, J., Köstering, L., & Kaller, C. (2016). Assessment of planning ability : Psychometric analyses on the unidimensionality and construct validity of the Tower of London Task (TOL-F). *Neuropsychology*, 30(3), 346-360.
- de Partz, M.-P. (1994). Rééducation et revalidation fonctionnelle. In *Neuropsychologie humaine* (p. 575-593). Mardaga.
- de Partz, M.-P. (2014). L'analyse conversationnelle et son implémentation en rééducation. In *Communiquer malgré l'aphasie* (p. 109-115). Sauramps Médical.
- de Partz, M.-P. (2016). Rééducations fonctionnelles du langage et de la communication chez les patients aphasiques. In *Traité de neuropsychologie clinique de l'adulte: Vol. Tome 2-Rééducation* (p. 44). De Boeck Supérieur.
- Dubois, B., Slachevsky, A., Litvan, I., & Pillon, B. (2000). *A frontal assessment battery at bedside*. 6.
- Eggenberger, N., Preisig, B. C., Schumacher, R., Hopfner, S., Vanbellinghen, T., Nyffeler, T., Gutbrod, K., Annoni, J.-M., Bohlhalter, S., Cazzoli, D., & Müri, R. M. (2016). Comprehension of Co-Speech Gestures in Aphasic Patients : An Eye Movement Study. *PLOS ONE*, 19.
- Engelhardt, M., Pélage, F., & Gonzalez, I. (2014). Prise en charge orthophonique des troubles de la communication auprès de la personne aphasique : La PACE et les prises en charge de groupe. In *Communiquer malgré l'aphasie* (p. 98-108). Sauramps Médical.
- Fonseca, J., Raposo, A., & Martins, I. P. (2019). Cognitive functioning in chronic post-stroke aphasia. *Applied Neuropsychology: Adult*, 26(4), 355-364.
- Franzen, M. D., & Wilhelm, K. L. (1996). Conceptual foundations of ecological validity in neuropsychological assessment. In *Ecological validity of neuropsychological testing* (p. 91-112). St. Lucie Press.
- Frauenfelder, H., & Nguyen, N. (2003). Reconnaissance des mots parlés. In *Troubles du langage : Bases théoriques, diagnostic et rééducation*. (p. 213-240). Mardaga.

- Gamito, P., Oliveira, J., Santos, N., Pacheco, J., Morais, D., Saraiva, T., Soares, F., Mayor, C. S., & Barata, A. F. (2014). Virtual exercises to promote cognitive recovery in stroke patients : The comparison between head mounted displays versus screen exposure methods. *International Journal on Disability and Human Development*, 13(3).
- Gernsbacher, M. A., Varner, K. R., & Faust, M. E. (1990). *Investigating Differences in General Comprehension Skill*. 16.
- Giachero, A., Calati, M., Pia, L., La Vista, L., Molo, M., Rugiero, C., Fornaro, C., & Marangolo, P. (2020). Conversational Therapy through Semi-Immersive Virtual Reality Environments for Language Recovery and Psychological Well-Being in Post Stroke Aphasia. *Behavioural Neurology*, 2020, 1-15.
- Gil, R. (2018). *Neuropsychologie* (7ème édition). Elsevier Masson.
- Glize, B., Joseph, P.-A., & Mazaux, J.-M. (2014). *Réalité virtuelle et rééducation cognitive chez l'adulte cérébro-lésé*. 5-9.
- Godefroy, O. (2003). Frontal syndrome and disorders of executive functions. *Journal of Neurology*, 250(1), 1-6.
- Godefroy, O. (2004). Syndromes frontaux et dysexécutifs. *Revue Neurologique*, 160(10), 899-909.
- Grechuta, K., Rubio Ballester, B., Espín Munne, R., Usabiaga Bernal, T., Molina Hervás, B., Mohr, B., Pulvermüller, F., San Segundo, R., & Verschure, P. (2019). Augmented Dyadic Therapy Boosts Recovery of Language Function in Patients With Nonfluent Aphasia : A Randomized Controlled Trial. *Stroke*, 50(5), 1270-1274.
- Guinaud, F. (2014). Le langage et la communication à l'épreuve du traumatisme cranio-cérébral dans la relation sociale. *Journal de Réadaptation Médicale : Pratique et Formation en Médecine Physique et de Réadaptation*, 34(3), 155-158.
- Hasher, L., & Zacks, R. T. (1988). Working Memory, Comprehension, and Aging : A Review and a New View. In *Psychology of Learning and Motivation* (Vol. 22, p. 193-225). Elsevier.
- Joseph, P.-A., Mazaux, J.-M., & Sorita, E. (2014). Virtual reality for cognitive rehabilitation : From new use of computers to better knowledge of brain black box? *International*

- Joseph, P.-A., Sorita, É., Douguet, A.-S., Le Guet, J.-L., Taruella, A., Mazaux, J.-M., & Klinger, E. (2010). Rééducation des troubles des fonctions exécutives et de l'attention après AVC. In B. Davenne & F. Le Breton, *Accident vasculaire cérébral et médecine physique et de réadaptation : Actualités en 2010* (p. 93-101). Springer Paris.
- Josman, N., Kizony, R., Hof, E., Goldenberg, K., Weiss, P. L., & Klinger, E. (2014). Using the Virtual Action Planning-Supermarket for Evaluating Executive Functions in People with Stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 23(5), 879-887.
- Joyeux, N. (2014). L'aide aux aidants auprès des personnes aphasiques. In *Communiquer malgré l'aphasie* (p. 167-173). Sauramps Médical.
- Joyeux, N. (2018). *L'Éducation Thérapeutique du Patient (ETP) à destination de la personne aphasique. Les aphasies-Tome II : Prise en charge*(275), 91-116.
- Klinger, E. (2014). Les apports de la réalité virtuelle à la prise en charge des déficiences cognitives. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, Novembre 2014(4), 57.
- Klinger, E., Marié, R.-M., & Josman, N. (2009). Évaluation des fonctions exécutives par la réalité virtuelle : Le VAP-S. *Kinésithérapie, la Revue*, 9(85-86), 32-34.
- Klinger, E., Weiss, P., & Joseph, P.-A. (2010). Virtual reality for learning and rehabilitation. In *Rethinking physical and rehabilitation medicine* (p. 203-221). Springer.
- Krasny-Pacini, A., & Evans, J. (2018). Single-case experimental designs to assess intervention effectiveness in rehabilitation : A practical guide. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 61(3), 164-179.
- Krch, D., Nickelshpur, O., Lavrador, S., Chiaravalloti, N. D., Koenig, S., & Rizzo, A. (2013). Pilot results from a virtual reality executive function task. *2013 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)*, 15-21.
- Lacroix, J., Joannette, Y., & Bois, M. (1994). *Un nouveau regard sur la notion de validité écologique : Apport du cadre conceptuel de la CIDIH*. 2, 115-141.
- Lambert, J. (2008). Rééducation du langage dans les aphasies. In *Les approches thérapeutiques en orthophonie—Tome IV : Prise en charge orthophonique des pathologies d'origine neurologique* (Vol. 4, p. 35-99). Ortho Edition.

- Le Thiec, F., Jokic, C., Enot-Joyeux, F., Durand, M., Lechevalier, B., & Eustache, F. (1999). Evaluation écologique des fonctions exécutives chez les traumatisés crâniens graves : Pour une meilleure approche du handicap. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 1-18.
- Lecoffre, C., Olie, V., & Bejot, Y. (2017). *L'accident vasculaire cérébral en France : Patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014*. 5, 84-94.
- Lee, J. H., Ku, J., Cho, W., Hahn, W. Y., Kim, I. Y., Lee, S.-M., Kang, Y., Kim, D. Y., Yu, T., Wiederhold, B. K., Wiederhold, M. D., & Kim, S. I. (2003). A Virtual Reality System for the Assessment and Rehabilitation of the Activities of Daily Living. *CyberPsychology & Behavior*, 6(4), 383-388.
- Leśniak, M., Bak, T., Czepiel, W., Seniów, J., & Członkowska, A. (2008). Frequency and Prognostic Value of Cognitive Disorders in Stroke Patients. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 26(4), 356-363.
- Lohse, K. R., Hilderman, C. G. E., Cheung, K. L., & Tatla, S. (2014). Virtual Reality Therapy for Adults Post-Stroke : A Systematic Review and Meta-Analysis Exploring Virtual Environments and Commercial Games in Therapy. *PLOS ONE*, 9(3), 13.
- Majerus, S. (2010). Les multiples déterminants de la mémoire à court terme verbale : Implications théoriques et évaluatives. *Développements*, 4(1), 5.
- Manchester, D., Priestley, N., & Jackson, H. (2004). The assessment of executive functions : Coming out of the office. *Brain Injury*, 18(11), 1067-1081.
- Marshall, J., Booth, T., Devane, N., Galliers, J., Greenwood, H., Hilari, K., Talbot, R., Wilson, S., & Woolf, C. (2016). Evaluating the Benefits of Aphasia Intervention Delivered in Virtual Reality : Results of a Quasi-Randomised Study. *PLOS ONE*, 11(8), e0160381.
- Martin, I., & McDonald, S. (2003). Weak coherence, no theory of mind, or executive dysfunction? Solving the puzzle of pragmatic language disorders. *Brain and Language*, 16.
- Martin, Y. (2018). *L'accompagnement des perturbations de la communication fonctionnelle chez la personne aphasique. Les aphasies-Tome II : Prise en charge*(275), 191-205.
- Mazaux, J.-M. (2008). *Evolution des concepts, évaluation et rééducation*. 20.

- Mazaux, J.-M., Daviet, J.-C., Darrigrand, B., Stuit, A., Muller, F., Dutheil, S., Joseph, P.-A., & Barat, M. (2006). Difficultés de communication des personnes aphasiques. In *Évaluation des troubles neuropsychologiques en vie quotidienne* (p. 73-82). Springer-Verlag.
- Mazaux, J.-M., Glize, B., Dana-Gordon, C., De Seze, M.-P., Darrigrand, B., & Joseph, P.-A. (2014). Evaluation des troubles de la communication chez les personnes aphasiques. In *Communiquer malgré l'aphasie* (p. 33-42). Sauramps Médical.
- Mazaux, J.-M., Pradat-Diehl, P., & Brun, V. (2007). Rééducation cognitive et/ou rééducation pragmatique ? In *Aphasies et aphasiques* (p. 262-266). Elsevier Masson.
- Mercat, B., Renouf, A., Kozlowski, O., & Rousseaux, M. (2006). Programme de prise en charge de la communication à distance d'un traumatisme crânien grave. Étude pilote. *Annales de réadaptation et de médecine physique*, 49(4), 150-154.
- Meulemans, T. (2006). Les fonctions exécutives : Approche théorique. In *Fonctions exécutives et rééducation* (p. 2-10). Elsevier Masson.
- Meulemans, T. (2008). L'évaluation des fonctions exécutives. In *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques* (p. 179-216). Solal.
- Mlinac, M. E., & Feng, M. C. (2016). Assessment of Activities of Daily Living, Self-Care, and Independence. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 11.
- Naëgelé, B., & Mazza, S. (2005). *Test d'attention auditive soutenue : PASAT modifié*. De Boeck-Solal.
- Organisation Mondiale de la Santé. (2020). *Les 10 principales causes de mortalité*. <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>
- Palmer, R., Enderby, P., & Paterson, G. (2013). Using computers to enable self-management of aphasia therapy exercises for word finding: The patient and carer perspective: Self-managed computerized aphasia therapy. *International Journal of Language & Communication Disorders*, 48(5), 508-521.
- Pietro, C., Silvia, S., Federica, P., Andrea, G., & Giuseppe, R. (2014). NeuroVirtual 3D : A Multiplatform 3D Simulation System for Application in Psychology and Neuro-Rehabilitation. In M. Ma, L. C. Jain, & P. Anderson (Éds.), *Virtual, Augmented*

- Reality and Serious Games for Healthcare 1* (Vol. 68, p. 275-286). Springer Berlin Heidelberg.
- Rand, D., Weiss, P. L., & Katz, N. (2009). Training multitasking in a virtual supermarket : A novel intervention after stroke. *American Journal of Occupational Therapy*, 63, 535-542.
- Rousseaux, M., Bénèche, M., & Cortiana, M. (2014). Les aspects théoriques de la communication. In *Communiquer malgré l'aphasie* (p. 20-32). Sauramps Médical.
- Rousseaux, M., Delacourt, A., Wyrzykowski, N., & Lefevre, M. (2001). *T.L.C. : Test Lillois de Communication—Livret de présentation*. Ortho Edition.
- Rousseaux, M., Lefevre, M., & Kozlowski, O. (2007). Les confins de l'aphasie. In *Aphasies et aphasiques* (p. 110-120). Elsevier Masson.
- Rousseaux, M., Lefevre, M., Mackowiak, M.-A., & Lefèvre, L. (2007). Normalisation et validation du Test Lillois de Communication (TLC) chez la patients AVC et déments. In *Aphasie et aphasiques* (p. 157-168). Elsevier Masson.
- Sainson, C. (2007). Communication non verbale et dysfonctionnement exécutif post-traumatique : À propos d'un cas. *Annales de Réadaptation et de Médecine Physique*, 50(4), 231-239.
- Sánchez-Cubillo, I., Periáñez, J. A., Adrover-Roig, D., Rodríguez-Sánchez, J. M., Rios-Lago, M., Tirapu, J. E. E. A., & Barcelo, F. (2009). Construct validity of the Trail Making Test : Role of task-switching, working memory, inhibition/interference control, and visuomotor abilities. *Journal of the International Neuropsychological Society: JINS*, 15(3), 438-450.
- Sbordone, R. J. (1996). Ecological validity : Some critical issues for the neuropsychologist. In *Ecological validity of neuropsychological testing* (p. 15-41). St. Lucie Press.
- Schaefer-Courcot, F., Martin, Y., & Rousseaux, M. (1996). *L'épreuve de la « Tour de Londres » : Normalisation au sein d'une population adulte*. 34(186), 119-140.
- Scherer, K. R. (1984). Les fonctions des signes non verbaux dans la conversation. In *La Communication non verbale* (p. 71-100). Neufchâtel : Delachaux et Niestlé.
- Schnitzler, A. (2015). *Handicap dans les suites d'un accident vasculaire cérébral : Étude de*

- Schnitzler, A., Woimant, F., Tuppin, P., & de Peretti, C. (2014). Prevalence of Self-Reported Stroke and Disability in the French Adult Population: A Transversal Study. *PLoS ONE*, 9(12), e115375.
- Shin, H., & Kim, K. (2015). Virtual reality for cognitive rehabilitation after brain injury: A systematic review. *Journal of Physical Therapy Science*, 27(9), 2999-3002.
- SOFMER, & SFNV. (2011). *Éducation thérapeutique du patient: Modèles, pratiques et évaluation*. INPES. <http://www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1302.pdf>
- Sorita, É. (2013). *Impact fonctionnel des troubles cognitifs dans les activités de la vie quotidienne chez les personnes cérébrolésées adultes: Apports de la réalité virtuelle*.
- Sorita, E., N'Kaoua, B., Larrue, F., Criquillon, J., Simion, A., Sauzéon, H., Joseph, P.-A., & Mazaux, J.-M. (2013). Do patients with traumatic brain injury learn a route in the same way in real and virtual environments? *Disability and Rehabilitation*, 35(16), 1371-1379.
- Thomas-Antérion, C., & Krolak-Salmon, P. (2010). L'évaluation des fonctions exécutives en pratique courante dans la maladie de Parkinson et les syndromes apparentés. *Revue de neuropsychologie*, 2(5), 7.
- Tombaugh, T. N. (2004). Trail Making Test A and B: Normative data stratified by age and education. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 12.
- Tran, T.-M. (1997). Intérêts et limites des épreuves de dénomination d'images en pratique clinique aphasiologique. *Glossa*, 59, 16-23.
- Tran, T.-M., & Godefroy, O. (2015). *BETL: Batterie d'Evaluation des Troubles Lexicaux*. Ortho Edition.
- Trauchessec, J. (2018a). *Aphasie et troubles cognitifs: Des concepts à l'évaluation*. 27.
- Trauchessec, J. (2018b). *Principes généraux de rééducation dans les pathologies neurologiques de l'adulte. Les aphasies-Tome II: Prise en charge*(275), 51-62.
- Vanier, M., Deland, N., Cartier, D., & Lambert, J. (1991). *Test de la Tour de Londres—Évaluation de la capacité de planification—T. Shallice (1982)*.
- Wallet, G., Sauzéon, H., Rodrigues, J., Larrue, F., & N'Kaoua, B. (2010). *Virtual/Real*

- Weill-Chounlamountry, A., Caron, E., & Pradat-Diehl, P. (2014). Rôle des autres fonctions cognitives dans l'aphasie. In *Communiquer malgré l'aphasie* (p. 64-74). Sauramps Médical.
- Ye, Z., & Zhou, X. (2009). Executive control in language processing. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(8), 1168-1177.
- Zettin, M., & Galetto, V. (2016). Efficacy of the metacognitive training on brain injured subjects. *Global Journal of Medical and Clinical Mini Reviews*, 7(2), 085-099.

Annexes

Annexe 1 : Lettre d'information



Lettre d'information

Mémoire en vue de l'obtention du Certificat de Capacité d'Orthophoniste - Noëlie Moizard

Madame, Monsieur,

Je suis actuellement étudiante en 5ème année de formation en Orthophonie à Bordeaux, et stagiaire dans le service de Médecine Physique et de Réadaptation, sous la supervision de Mélanie Engelhardt.

Lors de ce stage, j'ai pu mener une réflexion commune avec les orthophonistes sur la rééducation de la communication, avec des outils virtuels utilisés dans le service, chez des patients présentant une aphasie.

Dans le cadre de mon mémoire de fin d'études, j'aimerais analyser rétrospectivement des données acquises lors de ces soins courants, pour répondre à un questionnement clinique sur l'impact d'un entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle sur les capacités de communication chez l'adulte aphasique.

Cette lettre d'information s'adresse aux patients rencontrés lors de ce stage, qui accepteraient que leurs résultats, issus du travail mené avec les orthophonistes du service, soient exploités dans le cadre de mon mémoire.

Afin de garantir la protection des données personnelles des patients, et dans le respect de la confidentialité des informations recueillies, toute information traitée sera anonymisée.

Cette dernière a été lue le, comprise par le patient (en présence du thérapeute), qui a affirmé ne pas être contre l'utilisation de ces données. Le patient peut à tout moment se rétracter et refuser que ses données soient exploitées dans le cadre de mon mémoire.

Annexe 2 : Récapitulatif des tests utilisés et leur référence

	Epreuves	Références	Auteurs
TLC	Epreuve type PACE		A.Delacourt M. Rousseaux M. Lefeuvre N. Wyrzykowski
	Questionnaire de communication non-verbale	Test Lillois de Communication (TLC)	
	Echelle ASRS	HDAE : Echelle d'évaluation de l'aphasie - adaptation française de u Boston Diagnostic Aphasia Examination (BDAE)	J.-M. Mazaux J.-M. Orgogozo
	Dénomination orale d'images de la BETL	Batterie d'Evaluation des Troubles Lexicaux (BETL)	O. Godefroy T.M. Tran
	PASAT	Test d'attention auditive soutenue : PASAT modifié	B. Naëgelé S. Mazza
	Cubes de Corsi	Echelle clinique de mémoire de Wechsler : MEM III	D. Wechsler
	Empans numériques	Echelle clinique de mémoire de Wechsler : MEM III	D. Wechsler
	BREF	Batterie Rapide d'Evaluation Frontale	B. Dubois B. Pillon
	TMT A et B	Groupe de Réflexion pour l'Évaluation des Fonctions EXécutives (GREFEX)	O. Godefroy et le GREFEX
	Tour de Londres	L'épreuve de la "Tour de Londres" : normalisation au sein d'une population adulte	F. Schaefer-Courcot Y.Martin M. Rousseaux

Annexe 3 : Psychométrie et données normatives des tests

Epreuves		Nombre	Moyenne	Ecart-type
Epreuve de communication	Communication non-verbale du TLC	48	15.74	1.58
	Empans visuo-spatiaux	/	10	/
Epreuves cognitives	Empans numériques	/	10	/
	BREF	121	Score seuil pathologique : 15	/
	TMT A	718	Temps : 41 Erreurs : 0.02	Temps : 22 Erreurs : 0.16

Annexe 4 : Grille d'observation

Patient	Observations		Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
Stratégie	Ordre de la liste						
	Ordre des rayons						
	Catégorisation						
	Ordre des actions						
	Nombre allers-retours						
	Décompositions orale/écrite des actions avant d'agir						
	Commentaires						
Comportement global							
Fatigabilité							
Verbalisations	Niveau syntaxique	Lexique					
		Morphosyntaxe					
		Fluence					
	Niveau méta-linguistique	Cohérence					
		Cohésion					
	Commentaires						
	Mémoire de travail	Nombre d'appels à la liste					
		Nombre d'appels au caddie					

Fonctions exécutives	Planification	Exploration visuelle dès le début					
		Erreurs de caisse					
	Inhibition	Intrusions					
		Articles en double					
		Articles surnuméraires					
		Collisions					
	Flexibilité	Persévérations					
	Commentaires						
Performance globale	Nombre d'achats corrects						
	Temps de réalisation						
	Commentaires						
Communication	Volume verbal augmenté						
	Prise d'initiative verbale						
	Communication multi-modale						
	Demande d'aide à l'interlocuteur						
	Informativité						
	Commentaires						

Annexe 5 : Grille d'interaction

Interaction	Observations		Séance 1	Séance 2	Séance 3	Séance 4	Séance 5
Compréhension entre les 2 interlocuteurs							
Comportement des 2 interlocuteurs							
Attitude d'écoute	Prise en compte de l'intervention de l'interlocuteur						
	Contact visuel						
Tours de parole et aspects temporels	Pauses						
	Interruptions						
	Chevauchements						
Gestion du thème							
Stratégies de réparation	Ajustements linguistiques	Débit					
		Longueur / complexité des énoncés					
		Intensité					
	Types d'aide	Ébauche phonémique					
		Ébauche syllabique					
		Ébauche écrite					
		Définition					
		Information contextuelle					
		Suggestion d'un mot / propositions					
	Commentaire						

Annexe 6 : Niveaux de difficulté pour les essais dans le VAP-S Market

Paramétrages		Niveau de difficulté 1	Niveau de difficulté 2	Niveau de difficulté 3
Nombre de produits		3	4	4 à 6
Positionnement des informations		En haut	En haut	En haut
Paramétrage de la liste de courses	Affichage de la liste	Visible	Masquée	Masquée
	Disparition des produits	Oui	Oui	Non
Paramétrage de la prise de produits	Prise multiple	Non	Non	Non
	Prise hors liste	Oui	Oui	Oui
Paramétrage du supermarché	Nombre de caissiers	1	2	2
	Densité des consommateurs	Faible	Modérée	Modérée
Paramétrage du temps	Limiter le temps	Non	Non	Non
	Afficher le temps	Non	Non	Non

Annexe 7 : Evolution des performances exécutives de T.N. au cours de la phase B

Niveau de difficulté		Mémoire de travail		Inhibition		Flexibilité
		Appels à la liste	Appels au caddie	Intrusions	Collisions	Persévérations
Niveau de difficulté 1	Essai 1	0	1	1	7	0
	Essai 2	3	0	1	23	0
Niveau de difficulté 2	Essai 3	1	0	0	2	0
	Essai 4	1	1	1	6	1
	Essai 5	1	0	0	1	0
	Essai 6	1	0	2	5	0
	Essai 7	1	0	0	13	1
	Essai 8	2	1	0	7	2
	Essai 9	2	0	0	1	0
Niveau de difficulté 3	Essai 10	1	0	0	3	0
	Essai 11	1	0	0	8	0
	Essai 12	1	0	0	2	0
	Essai 13	1	0	1	13	1
	Essai 14	0	0	0	9	0

Annexe 8 : Evolution des performances exécutives de T.N. au cours de la phase C

Niveau de difficulté		Mémoire de travail		Inhibition		Flexibilité
		Appels à la liste	Appels au caddie	Intrusions	Collisions	Persévérations
Niveau de difficulté 3	Essai 1	1	0	0	5	0
	Essai 2	3	0	0	1	0
	Essai 3	0	0	0	0	0
	Essai 4	2	0	0	0	0
	Essai 5	2	0	0	1	0
	Essai 6	2	0	2	0	0
	Essai 7	1	0	0	0	0
	Essai 8	2	0	1	1	1
	Essai 9	4	0	0	1	0
	Essai 10	2	0	1	5	1
	Essai 11	3	0	1	2	0
	Essai 12	1	0	0	6	0
	Essai 13	3	0	0	2	0
	Essai 14	1	0	0	3	0
	Essai 15	1	0	0	0	0
	Essai 16	1	0	0	1	0
	Essai 17	1	0	0	1	0
	Essai 18	1	0	0	2	0
	Essai 19	0	0	0	1	0
	Essai 20	0	0	0	1	0
	Essai 21	1	0	1	2	0
	Essai 22	2	0	0	0	0

Titre : Impact d'un entraînement des fonctions exécutives en réalité virtuelle sur la communication - Etude de cas

Résumé : L'aphasie engendre des troubles langagiers et communicationnels. Les répercussions sont nombreuses, et constituent un handicap partagé entre le patient et son entourage. Les études scientifiques montrent l'impact majeur des fonctions exécutives sur les habiletés langagières et communicationnelles. Les évaluations et rééducations traditionnelles montrent leur limite, entraînant une tendance à vouloir écologiser les prises en soin pour optimiser leur impact dans la vie quotidienne des patients. Cette dimension implique de prendre en compte l'environnement, et de se questionner sur la participation du sujet. L'objectif de ce mémoire est de montrer l'impact d'un entraînement des fonctions exécutives, basé sur un matériel avec une validité écologique, sur les habiletés communicationnelles du patient adulte aphasique. Le protocole de rééducation en trois phases, conçu pour cette étude, vise à comparer l'efficacité d'un entraînement des fonctions exécutives basé sur un outil de réalité virtuelle, à celui basé sur la rééducation traditionnelle. Les résultats de ce cas clinique montrent qu'une amélioration des stratégies exécutives, en bilan comme dans le VAP-S Market, entraîne une amélioration des habiletés communicationnelles. Ces résultats sont observés dès la phase d'entraînement spécifique des fonctions exécutives. La participation de l'aidant confirme que les stratégies exécutives sont maintenues, et associées à de meilleures performances communicationnelles. La communication non-verbale apparaît comme une compensation fonctionnelle des difficultés verbales. Les productions spontanées sont de plus en plus construites syntaxiquement, et facilitées par les stratégies de réparation mises en place par l'aidant.

Mots-clés : Aphasie - Communication - Fonctions exécutives - Réalité virtuelle

Title : Impact of executive functions training in virtual reality on communication - Case study

Abstract : Aphasia causes language and communication disorders. The repercussions are numerous, and constitute a shared handicap between the patient and his (her) entourage. Scientific studies show the major impact of executive functions on language and communication skills. Traditional evaluations and rehabilitations have shown their limits, leading to a tendency to adapt the treatment to the environmental context in order to optimize their impact on the daily life of the patients. This dimension implies taking into account the environment, and questioning ourselves about the subject's participation. The goal of this thesis is to analyze the impact of a training of the executive functions, based on a material with an ecological validity, on the communication skills of the adult aphasic patient. The three-phase rehabilitation protocol, designed for this study, aims to compare the effectiveness of executive functions training based on a virtual reality tool with one based on traditional rehabilitation techniques. The results of this clinical case show that an improvement in executive strategies, both in assessment and in the VAP-S virtual supermarket, leads to an improvement in communication skills. These results are observed as from the phase of specific training of executive functions. The caregiver's participation confirms that the executive strategies are maintained and associated with better communication performance. Non-verbal communication appears to be an efficient compensation for verbal difficulties. Spontaneous productions are more and more syntactically constructed, and facilitated by the helping strategies put in place by the caregiver.

Key-words : Aphasia - Communication - Executive functions - Virtual reality

Nombre de pages : 82. Nombre de références : 112