

UNIVERSITE DE MONS

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Education

Proposition d'un outil permettant la rééducation auto-administrée de patients aphasiques, au moyen de l'IA générative : Fluent-IA

Direction :
K. HUET / P. DEGHORAIN

Mémoire présenté par
Aubin RODBERG en vue de l'obtention
du diplôme de Master en sciences
psychologiques, à finalité spécialisée ;

Année académique 2023-2024

Remerciements

Je souhaite exprimer ma gratitude envers toutes les personnes qui ont contribué à la réalisation de ce mémoire, et m'ont apporté leur soutien.

Je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à ma promotrice, Mme Huet, pour son encadrement précieux tout au long de ce travail de fin d'études. Son expertise et ses conseils avisés ont grandement enrichi ma réflexion et m'ont permis de structurer et de développer ma proposition de travail avec pertinence.

Je souhaite également remercier chaleureusement ma co-promotrice, Mme Deghorain, pour son accompagnement constant et sa disponibilité. Ses conseils, tirés de sa propre expérience de mémorante récente, ont été extrêmement utiles, tant sur le plan théorique que pratique.

Un immense merci aux six participants de ma recherche, qui ont généreusement donné de leur temps pour partager leurs avis précieux. Leur contribution a été essentielle pour évaluer mon outil et apporter, à l'avenir, le cas échéant, des améliorations significatives.

Je suis également reconnaissant envers ma compagne, Elise Petit, dont le soutien indéfectible et les encouragements constants ont largement contribué à ma motivation, tout au long de la réalisation de ce travail et de mon cursus en général.

Enfin, je remercie sincèrement mon relecteur, Jean-Philippe Mogenet, pour son aide précieuse dans la correction de mon mémoire. Sa relecture attentive a permis d'améliorer la qualité finale de ce travail.

Table des matières

1	<i>Introduction</i>	1
2	<i>Cadre théorique</i>	2
2.1	Les fonctions exécutives	2
2.1.1	L'approche multi-domaines	2
2.1.2	L'approche multitasking	3
2.2	L'aphasie	3
2.2.1	Symptomatologie	4
2.2.1.1	Trouble de la production des phrases.....	5
2.2.1.1.1	Agrammatisme.....	5
2.2.1.1.2	Dyssyntaxie	6
2.2.2	Sémiologie et nosologie de l'aphasie	6
2.2.2.1	Aphasie non-fluente	6
2.2.2.1.1	Aphasie de Broca.....	6
2.2.2.1.2	Aphasie transcorticale motrice	7
2.2.2.1.3	Aphasie globale	7
2.2.2.2	Aphasie fluente.....	8
2.2.2.2.1	Aphasie de Wernicke.....	8
2.2.2.2.2	Aphasie transcorticale sensorielle	8
2.2.2.2.3	Aphasie de conduction.....	9
2.2.2.2.4	Aphasie anomique	9
2.3	Les niveaux langagiers impliqués dans la production orale de mots	10
2.3.1	Le niveau sémantique	10
2.3.2	Le niveau lexical	11
2.3.3	La mémoire tampon phonologique	12
2.3.4	Le niveau phonétique	12
2.4	Les liens entre le langage et les fonctions exécutives	12
2.5	Rééducation et accompagnement compensatoire au sein de l'aphasie	13
2.5.1	Les approches de la rééducation.....	13
2.5.1.1	L'approche sémantique de traitement	14

2.5.1.2	L'approche phonologique de traitement	14
2.5.1.3	L'approche mixte	14
2.5.2	Efficacité des technologies pour la rééducation de l'anomie Post AVC.....	14
2.5.3	La piste suivie : Thèse de Monica Lavoie (2018) :	15
2.5.4	Les principes fondamentaux.....	16
2.5.4.1	L'intensité.....	16
2.5.4.2	L'engagement social	17
2.5.4.3	La personnalisation	17
2.5.4.4	La contextualisation de la tâche	17
3	<i>Proposition d'une rééducation auto-administrée avec une IA générative</i>	18
3.1	Le public.....	18
3.2	La demande	19
3.3	Le potentiel à l'usage	19
4	<i>Méthodologie</i>	21
4.1	Les fonctionnalités	21
4.1.1	L'intelligence artificielle (visuelle et auditive)	21
4.1.2	Les questions d'ordre sémantique	22
4.1.3	La gestion à distance	23
4.2	Matériels.....	23
4.2.1	La génération d'images : Dall-E	23
4.2.2	Les audios : Text-to-Speech.....	24
4.2.2.1	Préparation du texte (Guenec, 2017) :.....	24
4.2.2.2	Synthèse vocale (Guenec, 2017) :.....	25
4.2.3	Les modalités techniques	25
4.2.3.1	Flutter	25
4.2.3.2	Dart.....	26
4.2.3.3	Android Studio	26
4.3	Développement de l'application.....	27
4.3.1	Priorisation des fonctionnalités	27
4.3.2	Le code	27
4.3.2.1	Les pages	28

4.3.2.2	La logique.....	28
4.3.2.2.1	Main :.....	28
4.3.2.2.2	Dall-E :	29
4.3.2.2.3	Feedback :.....	30
4.3.2.3	Les dépendances.....	31
4.3.3	Les images.....	32
4.3.4	Le design	33
4.3.5	Contraintes techniques	34
4.4	Présentation de l’outil.....	34
4.4.1	Bilan des objectifs	34
4.4.2	Explication du fonctionnement	36
5	<i>Évaluation de l’outils</i>	39
5.1	Versant du but de l’application	40
5.2	Versant de l’auto-administration.....	40
5.3	Versant technique.....	41
5.3.1	Fonctionnalité IA.....	41
5.3.2	Fonctionnalité Feedback	42
5.3.3	Fonctionnalité Text-to-speech.....	42
5.3.4	Fonctionnalité Ergonomie	42
5.4	Pistes annexes.....	43
6	<i>Discussion générale</i>	44
6.1	Synthèse des évaluations.....	44
6.2	Forces et limites	45
6.2.1	Forces	45
6.2.2	Limites.....	46
6.3	Perspectives futures.....	47
6.3.1	L’aspect technique.....	48
6.3.2	L’aspect expérimental	49
6.4	Conclusion.....	51
7	<i>Cadre bibliographique</i>	52

Liste des Annexes

Annexe 1 – Documentation technique

Annexe 2 – Questionnaire pour l'évaluation de l'outil

Annexe 3 – Bilans de Mme X

Annexe 4 – Code de l'application

Liste des figures et tableaux

Liste des figures

Figure 1 : Modèle amodal du système sémantique. Adaptation du modèle du système lexical (Caramazza & Hillis, 1990, 1991)	10
Figure 2 : Génération d'une image exemple par Dall-E	24
Figure 3 : Logo de Fluent-IA	32
Figure 4 : Mascottes indiquant une réponse correcte et incorrecte	33
Figure 5 : Page d'accueil de Fluent-IA	36
Figure 6 : Insertion de la liste d'item	36
Figure 7 : Insertion des questions pour un item	37
Figure 8 : Options d'un bloc	37
Figure 9 : Visualisation du premier item.....	37
Figure 10 : Feedback correct	37
Figure 11 : Feedback incorrect.....	38
Figure 12 : Production verbale	38
Figure 13 : Seconde production verbale après écoute de l'item.....	38

Liste des tableaux

Tableau 1 : Priorisation des fonctionnalités à intégrer à l'application.....	27
Tableau 2 : Tableau récapitulatif des dépendances utilisées.....	31
Tableau 3 : Bilan des fonctionnalités présentes ou non dans Fluent-IA.....	35

1 Introduction

L'aphasie soudaine est un trouble touchant de nombreuses personnes à la suite d'un AVC, d'un trauma crânien, d'une tumeur cérébrale ou encore d'une infection au niveau cérébral. Ce présent travail s'intéresse à la création d'un outil permettant d'étudier à l'avenir l'impact d'une rééducation auto-administrée pour l'aphasie sur les liens entre les troubles du langage et les fonctions exécutives chez l'adulte aphasique.

L'objectif premier de ce mémoire est par conséquent, le développement d'une application Android et IOS, reprenant les lignes directrices de l'application iTSA, proposée par Lavoie, Bier et Macoir (2019) tout en implémentant l'intelligence artificielle générative, afin de proposer une rééducation auto-administrée auprès de patients aphasiques. Avec cet outil, nous souhaitons mettre en lumière les possibilités que les nouvelles technologies liées à l'intelligence artificielle peuvent apporter dans ce type de rééducation.

Mais il s'agit d'abord il est important d'aborder les concepts théoriques clés au sein d'une introduction théorique. Par conséquent, sont définis, les fonctions exécutives, l'aphasie et les niveaux langagiers impliqués dans la production orale de mots. Nous évoquerons aussi brièvement divers aspects de la littérature relatifs à de possibles rééducations.

Par la suite, ce travail développera le but d'une telle création d'outil, afin de déterminer pour qui et pourquoi est-ce pertinent de réaliser cela. C'est dans ce cadre que seront présentées la méthodologie et les différentes ressources utilisées pour mener à bien cette création. Afin de connaître la pertinence de l'outil, une fois créé, celui-ci sera présenté à différents acteurs dans le but de l'évaluer. La section « discussion » exposera l'avis global fourni par les participants à l'évaluation tout en présentant les forces et limites de l'outil. Enfin, la conclusion terminera ce présent travail en reprenant les points clés évoqués dans l'ensemble de ce document.

2 Cadre théorique

Dans le but de créer un outil en adéquation avec la littérature s’y rapportant, il est important d’en connaître les aspects fondamentaux afin d’amener une proposition final réfléchi et pertinente. Pour ce faire ce travail détaillera dans un premier temps, au sein de cette section « Cadre théorique », les fonctions exécutives. Le chapitre suivant, relatif à l’aphasie, en décrira la symptomatologie, la sémiologie, la nosologie. Après quoi seront exposés les niveaux langagiers impliqués dans la production orale de mot sont décrits afin de mettre en lumière leur fonctionnement. Dans le but de mieux comprendre l’interaction entre les fonctions exécutives et l’aphasie, les liens entre ces deux composantes seront ensuite explicités au sein de la section si rapportant. Pour clôturer ce cadre théorique, nous exposerons les rééducations et accompagnements existant au sein de l’aphasie en vue de réaliser un bilan des pratiques actuelles au sein du monde scientifique.

2.1 Les fonctions exécutives

La notion de fonctions exécutives a été incorporée dans la terminologie neuropsychologique voici une vingtaine d’années.

Il est possible de trouver jusqu’à 33 définitions relatives aux fonctions exécutives issues de différents auteurs (Goldstein et al., 2014) témoignant de leur importance dans la neuropsychologie actuelle ainsi que de l’évolution des connaissances les concernant (Allain et al., 2021). Dans cette présente étude, nous conceptualisons les fonctions exécutives sous forme de deux approches (Allain et al., 2021).

2.1.1 L’approche multi-domaines

Les fonctions exécutives, sous forme d’un terme générique, englobent un ensemble d’opérations mentales, à la fois distinctes et interreliées, répondant à diverses missions. Celles-ci peuvent être de nature anticipatoire, planificatrice, sélective, inhibitrice, organisationnelle, applicatrice et contrôle de l’attention (Roy et al., 2005), (Diamond, 2013). Au sein de cette approche, les fonctions exécutives permettent de désigner des processus de niveau supérieur et relativement

indépendants les uns des autres. L'objectif de celles-ci est le contrôle cognitif et comportemental afin de répondre aux exigences environnementales (Vriezen & Pigott, 2002).

2.1.2 L'approche multitasking

Les fonctions exécutives peuvent se concevoir, dans l'approche multitasking, comme un système de gestion des ressources opérant pour la résolution de problèmes lorsque surviennent des tâches nouvelles ou complexes (Allain et al., 2021).

Le concept de « mémoire de travail » est fortement en lien avec celui des fonctions exécutives. L'attribution de ressource attentionnelle, rendue possible par les fonctions exécutives et parfois nécessaire afin de faire face aux exigences environnementales, est une notion étroitement liée avec la fonction d'administrateur central (central executive) dans le modèle de la mémoire de Baddeley (Ehrlich & Delafoy, 1990) et au système attentionnel de supervision (supervisory attentional system) (SAS) du modèle de Norman et Shallice (Norman & Shallice, 1980).

Dans cette présente étude, les composantes des fonctions exécutives mises en avant et pour lesquelles nous portons un intérêt sont l'inhibition, la flexibilité, la mise à jour et la mémoire de travail.

2.2 L'aphasie

L'aphasie est un trouble du langage survenant à la suite d'une atteinte cérébrale. Cette atteinte est généralement la conséquence d'un AVC ou d'un traumatisme crânien. Cette section développera la symptomatologie de l'aphasie en spécifiant les différents signes cliniques ainsi que les troubles de la production des phrases. Il est important de bien comprendre cette symptomatologie afin de clarifier au mieux la nature de chaque concept évoqué au sein de celle-ci, permettant de différencier les différents types d'aphasies ultérieurement. Les différents types d'aphasies seront présentés, à la suite de la symptomatologie, au sein de la section « Sémiologie et nosologie », en précisant leurs signes cliniques ainsi que leurs sites lésionnels.

2.2.1 Symptomatologie

L'aphasie comporte un ensemble de signes cliniques plus ou moins présents selon le type d'aphasie décelé. Nous y retrouvons, trouble de la fluence verbale, anomie (trouble de la production des mots), paraphasies (erreurs de production du langage oral), agrammatisme / dyssyntaxie, et troubles de la compréhension et des troubles de la lecture et/ou de l'écriture. En outre, il est possible qu'un patient aphasique présente des troubles de la mémoire, des fonctions attentionnelles et exécutives. Ces patients peuvent aussi présenter des troubles du champ visuel, de la motricité faciale ou de la motricité corporelle (Laine & Martin, 2006), (Pillon & de Partz, 2014).

La fluence verbale peut se voir modifiée, et devenir soit trop rapide ou trop lente. Une lenteur s'explique par un grand nombre de pauses et d'erreurs, généralement inadéquates. Cela amène à une impression de langage laborieux. Une fluence verbale trop rapide (hyper-fluence) peut se présenter dans l'aphasie de Wernicke. Une logorrhée ainsi qu'une difficulté à interrompre le discours peuvent dériver de cette hyper-fluence (Laine & Martin, 2006), (Pillon & de Partz, 2014).

L'anomie ou le manque du mot peut apparaître lors d'une dénomination d'image par exemple, et est une difficulté à produire un mot dans une situation d'énonciation. Face à cette difficulté, il n'est pas rare de constater des paraphasies, des mots de remplissage, des non-réponses ou encore des temps de latence trop longue (Laine & Martin, 2006).

Différents types de paraphasies existent. Nous retrouvons les paraphasies sémantiques, cette production se caractérise par un mot sémantiquement lié au mot cible. Concernant les paraphasies formelles, elles sont à l'origine de la création de mots partageant au moins 50% de phonèmes avec les mots cibles. Les paraphasies phonologiques quant à elles engendrent la création d'un non-mot tout en partageant aussi au moins 50% de phonème du mot cible. Ce type de paraphasie se forme par d'addition, délétion, substitution ou encore d'une transposition de phonèmes. Lors de paraphasies mixtes, la production d'un mot entretient à la fois un lien sémantique et visuel avec le mot cible. Enfin, les paraphasies phonétiques sont caractérisées par une production erronée des traits constitutifs de phonèmes. Ces erreurs peuvent être le fruit de la nasalisation, l'oralisation, la délétion, l'approximation de phonèmes, les confusions

sourdes/sonores et enfin la simplification des syllabes complexes. Cette paraphasie peut amener à un résultat ne constituant pas un phonème dans la langue du patient (Pillon & de Partz, 2014).

En outre, d'autres erreurs de production du langage oral peuvent se manifester. Les périphrases (ou circonlocutions) sont des productions où le patient tente de décrire un mot cible par le biais d'autres mots sémantiquement liés. Les néologismes sont un type d'erreur caractérisé par la création d'un non-mot possédant moins de 50% de phonèmes en commun avec le mot cible. Une forte quantité de néologismes dans un discours est synonyme de jargon. La production de mot générique de remplissage est une erreur permettant une simplification du discours. La production de « trucs, machin, etc. » est vouée à remplir ce discours. Enfin, la dernière erreur répertoriée est la non-réponse, le patient ne produit rien (Pillon & de Partz, 2014).

2.2.1.1 Trouble de la production des phrases

Au-delà des signes cliniques présents et marqués selon les différents types d'aphasie, il est opportun de se pencher de manière plus générale sur la qualité du discours dans son ensemble. Il est possible de différencier deux composantes du trouble de la production des phrases, l'agrammatisme et son inverse, la dyssyntaxie.

2.2.1.1.1 Agrammatisme

L'agrammatisme est un discours marqué par des difficultés de production des morphèmes grammaticaux libres et liés, ce qui entraîne leur diminution, voire leur absence ; le langage produit est de style télégraphique. Nous y retrouvons peu de verbes conjugués, de pronoms, de déterminants et de propositions. En somme, l'agrammatisme se caractérise par la difficulté de création de phrases longues et complexes ; les phrases courtes et grammaticalement appauvries sont donc privilégiées (Basaglia-Pappas et al., 2020), (Pillon & de Partz, 2014). Par exemple, au lieu de la phrase « Le chat mange la souris. », sera produite la phrase agrammaticale « Chat manger souris. »

2.2.1.1.2 Dyssyntaxie

En opposition à l'agrammatisme, la dyssyntaxie ne présente pas de difficultés de production des morphèmes grammaticaux libres et liés. Cependant, ces morphèmes sont mal utilisés, amenant parfois une perte du sens global de la phrase ; une phrase de type dyssyntaxique ressemble à ceci : « La femme que je donnais un papier vient sur le prendre. » (Pillon & de Partz, 2014).

2.2.2 Sémiologie et nosologie de l'aphasie

L'aphasie peut se présenter sous différents types, il est possible de les différencier selon deux modalités, le site lésionnel (antérieur VS postérieur) et la fluence de l'expression (Goodglass et al., 1964). Cette classification oppose les aphasies fluentes, typiques de lésions postérieures, aux aphasies non fluentes associées à des lésions antérieures (Partz & Pillon, 2014). Pour réaliser cette classification, je me suis basé sur les travaux de Lamps (2023), Haldin et al. (2022) et Bénichou (2014).

2.2.2.1 *Aphasie non-fluente*

2.2.2.1.1 Aphasie de Broca

L'aphasie de Broca est caractérisée par une altération importante de l'expression verbale, tandis que la compréhension du langage reste relativement préservée. Dans les premiers instants, le patient peut manifester un mutisme, suivi d'un langage stéréotypé et automatique. Le manque du mot sévère, ainsi que les paraphasies phonétiques dues à l'anarthrie rendent les productions verbales non fluentes. L'anarthrie fait référence aux difficultés à planifier et à programmer les commandes sensorimotrices de la sphère orofaciale nécessaires à la parole.

De plus, on observe des anomalies dans le rythme, l'intonation et la hauteur du ton, appelées dysprosodie, qui sont des manifestations de ce trouble. La répétition de mots ou de phrases est également touchée, de même que la lecture et l'écriture, présentant souvent des erreurs identiques à celles de la parole. Au sein de l'aphasie de Broca, le patient est conscient de ses difficultés et cela peut amener chez lui une certaine frustration et/ou dépression.

L'aphasie de Broca est fréquemment associée à une altération de la région fronto-latérale du cerveau. Cette altération peut englober diverses structures anatomiques, notamment l'aire de Broca elle-même, ainsi que le cortex moteur inférieur, l'insula, le striatum, la substance blanche antérieure, le faisceau arqué fronto-pariétal, ainsi que la région temporale supérieure et antérieure.

2.2.2.1.2 Aphasie transcorticale motrice

L'aphasie transcorticale motrice se distingue facilement de l'aphasie de Broca par une capacité de répétition préservée. Cette aphasie transcorticale motrice se caractérise par une absence de spontanéité verbale, une anomie et une diminution quantitative du discours et de l'élaboration syntaxique. Il est également possible, quelquefois, une production de persévérations ainsi que des paraphasies phonémiques. La compréhension orale quant à elle est, dans son ensemble, préservée.

Concernant l'écriture, l'expression de celle-ci subit les mêmes difficultés que pour le langage oral, une asponanéité et un appauvrissement quantitatif. Lors de la lecture, il est possible de constater une tendance à la syllabation.

Cette forme d'aphasie découle fréquemment d'une lésion dans la région pré-rolandique, pouvant également affecter la substance blanche sous-cortico-frontale ou l'aire motrice supplémentaire.

2.2.2.1.3 Aphasie globale

L'aphasie globale est considérée comme l'aphasie la plus sévère, en effet elle renvoie à une diminution conséquente de la production et de la compréhension orale et écrite. Comme pour l'aphasie de Broca, au stade initial un mutisme est généralement constaté. Ensuite l'expression se compose uniquement de mots isolés ainsi que de stéréotypies ou encore de phrases courtes automatiques. Au sein de l'aphasie globale, la répétition est impossible.

L'atteinte corticale est significative dans ce cas, car elle englobe l'intégralité de la région périsylvienne gauche. Plus spécifiquement, elle affecte les régions fronto-temporo-pariétales gauches, y compris le gyrus angulaire et la substance blanche associée.

2.2.2.2 *Aphasie fluente*

2.2.2.2.1 *Aphasie de Wernicke*

L'aphasie de Wernicke provoque, à l'inverse de l'aphasie de Broca, une compréhension déficitaire, mais une expression fluente, parfois même logorrhéique. Néanmoins, il est difficile pour les patients de se faire comprendre, en cause de leur anomie et des différents types de paraphasies, des néologismes et de la dyssyntaxie altérant leurs productions orales.

En modalité écrite, les difficultés sont identiques au langage oral, on parle même dans certains cas de « jargonographie ».

L'aphasie de Wernicke présente habituellement une anosognosie. Celle-ci peut être le déclenchement de tensions au sein de la relation entre le patient et son entourage.

Cette forme d'aphasie est typiquement observée en cas de lésion du tiers postérieur des gyrus temporaux supérieur et moyen. Il est également possible que la lésion s'étende aux gyrus supramarginal et angulaire.

2.2.2.2.2 *Aphasie transcorticale sensorielle*

Le tableau clinique de l'aphasie transcorticale sensorielle est un manque du mot, suivi de paraphasies sémantiques et de formules vides, ainsi qu'une atteinte de la compréhension globale. À l'écrit, une alexie et agraphie sont observées. De manière générale, la répétition est bonne, mais peut parfois présenter des écholalies.

La localisation de la lésion typique se situe généralement dans la partie postérieure du gyrus temporal moyen, voire du gyrus temporal inférieur, au niveau de la jonction temporo-pariété-

occipitale gauche. Le gyrus angulaire et la substance blanche située sous ces structures corticales sont également fréquemment atteints.

2.2.2.2.3 Aphasie de conduction

Les propriétés sémiologiques de l'aphasie de conduction sont une expression fluente et marquée par une anomie. Des paraphasies phonémiques ainsi que des conduites d'approches de type identique sont produites par le patient, nosognosique, afin de compenser son anomie. Cette aphasie est considérée comme étant le plus souvent une évolution de l'aphasie de Wernicke mais l'expression y est moins abondante. Concernant la modalité écrite, des productions similaires sont observées, mais notons que celles-ci sont grammaticalement correctes.

Au sein de l'aphasie de conduction, la répétition de mots et de phrases est altérée.

Cette forme d'aphasie résulte de la lésion du faisceau arqué, du gyrus supramarginal, et de la substance blanche qui se trouve en dessous. Il est également envisageable que la partie postérieure du gyrus temporal supérieur, le cortex auditif, ainsi que l'insula soient affectés.

2.2.2.2.4 Aphasie anomique

La principale caractéristique de l'aphasie anomique réside dans la manifestation d'un manque du mot, perceptible dans le discours par des pauses, l'utilisation de termes génériques, des périphrases et des circonlocutions. Aucun trouble syntaxique, articulatoire ou de la fluence n'est cependant associé à cette aphasie. Par ailleurs, la compréhension et la capacité de répétition demeurent préservées.

En cas d'aphasie anomique, les lésions peuvent être variées, car il peut s'agir de la phase résiduelle d'une aphasie plus sévère à un stade ultérieur. Cependant, au stade initial, l'aphasie anomique est le plus fréquemment associée à une lésion de la région temporale inférieure.

2.3 Les niveaux langagiers impliqués dans la production orale de mots

Lors de la production orale de mots, plusieurs niveaux langagiers sont impliqués, ces niveaux, nous les retrouvons dans le modèle d'Hillis et Caramazza : modèle de type sériel et discret. Ce modèle est actuellement la référence la plus utilisée pour décrire les différents niveaux langagiers (Caramazza & Hillis, 1990) (Hillis & Caramazza, 1991).

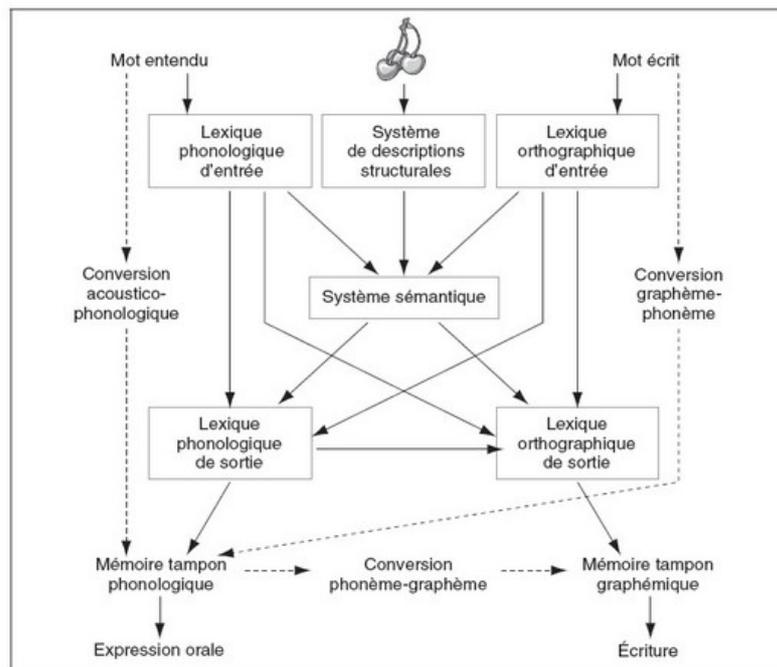


Figure 1 : Modèle amodal du système sémantique. Adaptation du modèle du système lexical (Caramazza & Hillis, 1990, 1991)

Les niveaux langagiers impliqués dans la production orale de mots sont les suivants : le niveau sémantique, le niveau phonologique, la mémoire tampon phonologique (ou buffer phonologique) et enfin le niveau phonétique.

2.3.1 Le niveau sémantique

Le niveau sémantique est le niveau permettant un accès à un ensemble de concepts sémantiques. En d'autres mots, c'est lui qui permet un accès aux représentations symboliques des connaissances que nous avons sur le monde. Il se représente sous forme d'un réseau interconnecté de nœuds où chaque nœud incarne un concept sémantique (Hillis & Caramazza, 1991).

Chaque nœud/concept possède différents traits sémantiques le définissant, mais pouvant être partagés ou non (trait spécifique) avec d'autres nœuds/concepts. C'est ainsi que nous pouvons retrouver le trait « saute » au nœud/concept « grenouille » la définissant, mais aussi auprès d'autres concepts comme le « criquet » ou encore le « kangourou » (Hillis & Caramazza, 1991).

Les liens entre les concepts peuvent être de deux natures différentes, soit taxonomiques ou thématiques. Un lien est dit taxonomique lorsque celui-ci s'effectue au sein d'une même catégorie, par exemple un lien entre une « tasse » et un « verre » sera taxonomique, car issu de la même catégorie commune étant la « vaisselle ». En opposition, le lien thématique lui s'effectue hors d'une même catégorie, mais relie les concepts par des relations spatio-temporelles ou fonctionnelles, par exemple la « tasse » et le « café » sont reliés par un lien fonctionnel « il faut une tasse pour boire du café » (Hillis & Caramazza, 1991).

2.3.2 Le niveau lexical

Le niveau lexical s'active à la suite de l'activation du concept sémantique. L'ensemble des traits sémantiques activent la ou les représentation(s) lexicales correspondante(s), d'où l'importance des traits spécifiques permettant de distinguer des concepts proches partageant de nombreux traits sémantiques (Hillis & Caramazza, 1991).

Plusieurs variables peuvent influencer une bonne récupération des représentations lexicales. La fréquence d'un mot permet une meilleure récupération de celui-ci lors de dénomination par exemple. L'âge d'acquisition est un facteur important, plus un mot est appris tôt, moins d'erreurs surviendront et plus vite il sera nommé. La longueur d'un mot influe aussi, un mot composé de nombreux phonèmes sera plus difficile à récupérer qu'un mot bien plus court. Enfin, le voisinage phonologique joue un rôle également dans cette récupération. Plus un mot a de voisins phonologiques, plus il sera facile de le récupérer, mais un risque d'erreur subsiste entre le mot cible et le voisin phonologique. Par exemple, en mot cible, nous pouvons retrouver « chat » et en voisin « char », la récupération se fait rapidement, mais risque de confondre le mot cible avec le voisin phonologique (Hillis & Caramazza, 1991).

2.3.3 La mémoire tampon phonologique

La mémoire tampon phonologique est un niveau sublexical permettant l'insertion de phonèmes au sein de leur trame métrique. Ce niveau conserve temporairement les unités phonologiques telles que les phonèmes, les syllabes ou les mots pendant que le cerveau les traite (Hillis & Caramazza, 1991).

2.3.4 Le niveau phonétique

Le niveau phonétique se concentre principalement sur l'articulation des mots. Ce niveau consiste en des codes phonétiques spécifiques qui décrivent les propriétés acoustiques et articulatoires des sons de la parole. Ces codes phonétiques guident la sélection et la réalisation des gestes articulatoires nécessaires pour produire des sons précis (Hillis & Caramazza, 1991).

2.4 Les liens entre le langage et les fonctions exécutives

Selon la thèse de S. Basaglia (2021), une interconnexion a lieu entre les fonctions exécutives et le langage. Elle mentionne des corrélations entre les tests évaluant les fonctions exécutives et les épreuves de langage, soulignant l'influence du contrôle exécutif, en particulier l'inhibition, sur la production linguistique. Les fonctions exécutives soutiennent la communication linguistique en permettant la planification des discours, la gestion des informations pertinentes et la régulation des réponses verbales. Par exemple, la capacité à changer rapidement de sujet au cours d'une conversation, à moduler son discours en fonction du public ou à résoudre des ambiguïtés linguistiques repose sur les fonctions exécutives (Bunge & Zelazo, 2006), (Stuss & Alexander, 2000).

Les résultats de thèse de S. Basaglia (2021), indiquent l'existence d'une hiérarchie dans les atteintes des fonctions exécutives selon les différentes formes de troubles du langage. Atteintes subtiles comme l'atteinte lexico-sémantique, atteintes modérées avec des difficultés d'accès au système lexico-sémantique et atteintes plus importantes caractérisées par des troubles de programmation de la production. En effet, lorsque les fonctions exécutives sont altérées, cela peut avoir un impact significatif sur le langage. Des lésions ou des dysfonctionnements du cortex préfrontal peuvent entraîner des difficultés à maintenir un discours cohérent, à organiser les idées de manière logique ou à inhiber les réponses verbales inappropriées (Bunge & Zelazo, 2006), (Stuss & Alexander, 2000), (Damasio, 1992).

La recherche de S. Basaglia (2021), confirme l'interrelation entre le langage et les fonctions exécutives, soutenant l'idée que ces deux systèmes ne peuvent pas être considérés indépendamment l'un de l'autre. Le dysfonctionnement exécutif est identifié comme un prédicteur des difficultés langagières, soulignant l'importance de prendre en compte ces deux aspects dans l'évaluation et la compréhension des troubles du langage.

2.5 Rééducation et accompagnement compensatoire au sein de l'aphasie

Afin de répondre à notre objectif de proposer une rééducation à travers une application auto-administrée, il est important de se plonger dans la littérature afin de constater ce que les différents auteurs ont déjà pu proposer.

2.5.1 Les approches de la rééducation

Selon Seron (1982), trois grandes catégories d'approches peuvent être utilisées pour atteindre cet objectif : la restauration (également appelée rétablissement), la réorganisation et la compensation.

L'approche de restauration cherche à rétablir les fonctions cognitives altérées (De Partz, 1998), (Seron, 1982), tandis que l'approche de réorganisation vise à trouver de nouvelles façons d'accomplir les mêmes tâches en utilisant les capacités restantes (De Partz, 1998), (Seron, 1982), (Seron, et al. 1991). Enfin, l'approche de compensation consiste à utiliser des outils ou à modifier l'environnement pour compenser les difficultés (De Partz, 1998). Dans notre cas, l'approche choisie est celle de la restauration.

Les interventions thérapeutiques seront adaptées au profil linguistique de chaque individu. Les stimuli seront choisis pour favoriser la restauration ou l'activation des représentations lexicales, soit au niveau sémantique, soit au niveau phonologique de sortie.

2.5.1.1 L'approche sémantique de traitement

Les approches sémantiques de traitement du langage visent à réactiver les réseaux sémantiques associés aux mots cibles. Basées sur la théorie de l'activation étendue (Collins & Loftus, 1975), ces méthodes, telles que l'Analyse des Traits Sémantiques (ATS), consistent à produire des caractéristiques sémantiques liées au mot cible. L'efficacité de l'A a été démontrée dans le traitement de l'anomie post-AVC. Au sein de ce traitement, le rôle du clinicien consiste à guider le patient à produire de caractéristiques sémantiques reliées au mot cible (catégorie, utilité, action, propriétés, etc.).

2.5.1.2 L'approche phonologique de traitement

Dans le cas d'une atteinte du lexique phonologique de sortie, une approche phonologique est préférable. L'objectif de celle-ci est de fournir au patient des indices destinés à restaurer la forme sonore du mot. Par exemple, l'ACP (Analyse des Composantes Phonologiques) est une technique de rééducation consistant à entraîner le patient à produire des éléments phonologiques liés au mot cible (son initial, final, nombre de syllabes, etc.) (Leonard, Rochon, & Laird, 2008).

2.5.1.3 L'approche mixte

L'anomie post-AVC résulte fréquemment d'une atteinte de la mémoire sémantique et du lexique phonologique de sortie. Une approche thérapeutique combinant des indices sémantiques et phonologiques est alors privilégiée.

2.5.2 Efficacité des technologies pour la rééducation de l'anomie Post AVC

La recension systématique de Lavoie et al. (2016) permet de réaliser un état des connaissances sur l'utilisation des technologies pour la rééducation de l'anomie post-AVC.

Celle-ci décrit une amélioration significative portant sur la capacité de dénomination de mots traités dans l'ensemble des études recensées. Dans l'ensemble de ces études, une amélioration de la dénomination des mots a été observé, peu importe la nature de la thérapie (auto-administrée ou non).

D'après Lavoie et al., 2016 : « La recension systématique a permis de confirmer l'efficacité des technologies, soit l'ordinateur et la tablette électronique, pour la rééducation de l'anomie post-AVC. » En effet, ses résultats lors de sa thèse, ultérieur à cette présente étude confirme ses propos (Lavoie, 2018).

Concernant la généralisation à des items non traités lors d'une rééducation, les résultats présentés sont variables. Toujours selon la recension systématique de Lavoie et al. (2016), Furnas et Edmonds (2014) ont rapporté une augmentation générale du nombre de mots dans le discours et une diminution des néologismes. Weill-Chounlamountry, et al. (2013) ont quant à eux observé une amélioration des scores à l'Échelle de communication verbale de Bordeaux. Enfin, Mortley, et al. (2004) ont indiqué une amélioration de la communication fonctionnelle, mesurée par des interviews semi-structurés.

Cependant, la majorité des études visent le réapprentissage de mots déjà illustrés en provenance de banques d'images, indépendamment de leur fonctionnalité dans la vie quotidienne (Lavoie et al., 2016). Une personnalisation de la prise en charge du patient permettrait pourtant une augmentation de sa motivation, tout en permettant éventuellement d'améliorer sa communication quotidienne en transférant sa thérapie en contexte écologique (Lavoie et al., 2016).

2.5.3 La piste suivie : Thèse de Monica Lavoie (2018) :

L'étude de Lavoie et al. (2019), propose une rééducation de l'anomie en contexte d'aphasie post-AVC. Cette thérapie se déroule par le biais d'une application ; iTSA, disponible uniquement sur tablette. Les objectifs de Lavoie et al. (2019) sont aux nombres de 5. Les voici : 1) mesurer l'efficacité de la thérapie pour améliorer l'accès à des mots fonctionnels ; 2) mesurer le maintien des gains 2 mois post-traitement ; 3) mesurer la généralisation à des items non traités ; 4) mesurer la généralisation des acquis dans une tâche de conversation ; 5) comparer les effets du traitement pour ce vocabulaire fonctionnel vs un vocabulaire issu d'une banque d'images. L'application rééducative iTSA, propose divers items fonctionnels, définis en amont en fonction des centres d'intérêts du patient, ainsi que des items issus de la banque d'images de Brodeur et al. (2014) reliés à des thématiques spécifiques, et par conséquent non fonctionnelles pour le patient. Dans un premier temps, le patient doit répondre à 8 questions sémantiques « Oui/Non » sur l'objet traité, cela peut être la catégorie, l'utilité, l'endroit où on le trouve

habituellement, un objet associé, etc. Une rétroaction est proposée immédiatement au patient à la suite de ses réponses. Dans un second temps, le patient est amené à tenter de produire le nom de l'objet sans indice. Enfin, il a la possibilité d'appuyer sur un bouton lui permettant d'entendre le nom de l'objet afin de le répéter correctement. Les résultats ont montré une amélioration significative pour les items traités. Cette amélioration était maintenue à deux mois de l'arrêt de l'intervention. Aucune différence significative quant à l'efficacité et au maintien n'a été trouvée entre le vocabulaire fonctionnel et le vocabulaire issu de la banque d'images. Une généralisation aux items exposés et aux items contrôles, différents des items exposés, a été aperçue chez deux des quatre participants. En définitive, les résultats ont dévoilé une diminution de l'anomie en conversation pour les mots inclus dans l'étude chez deux des quatre participants. Ces résultats proposent qu'un transfert des gains soit possible en contexte écologique et démontre l'importance de bien choisir le vocabulaire à rééduquer afin d'entraîner un gain fonctionnel pour le participant.

2.5.4 Les principes fondamentaux

L'article de Haldin et al. (2022), informe quant à la présentation de différentes méthodes de rééducation complémentaires ou alternatives à une rééducation orthophonique classique. Mais ils souhaitent principalement mettre en lumière les principes fondamentaux de la rééducation à respecter, peu importe sa forme. Haldin et al. (2022) relèvent trois principes, l'intensité, l'engagement social et la personnalisation. En outre les travaux de Merlino (2017) mettent en lumière que lors d'une séance thérapeutique, le patient peut présenter des compétences et un engagement (verbal et postural) différents selon la tâche.

2.5.4.1 *L'intensité*

Concernant l'intensité, Haldin et al. (2022) soulignent que, traditionnellement, celle-ci diminue au fil du temps lors d'une rééducation après un AVC. Cependant, des études récentes indiquent que des séances de rééducation intensives sur une longue période peuvent conduire à une meilleure récupération des capacités de communication. Malheureusement, la pratique clinique actuelle est limitée en termes de ressources humaines et financières, rendant difficile le maintien d'une rééducation intensive pour tous les patients. Une solution proposée est l'utilisation de la rééducation en autonomie, telle que la thérapie virtuelle ou la télé-rééducation. Ces méthodes,

jugées favorables, sont autonomes, faciles à utiliser et réduisent les coûts en évitant les déplacements fréquents à l'hôpital ou au centre de rééducation.

2.5.4.2 L'engagement social

Du point de vue de l'engagement social, les auteurs expriment que l'objectif principal d'une rééducation est d'atteindre une récupération des capacités de communication dans la vie quotidienne pour améliorer la qualité de vie des patients et encourager leur engagement social. Il est souligné que l'évaluation de l'efficacité des méthodes de rééducation doit inclure la généralisation de l'effet à d'autres tâches que celles spécifiquement ciblées par la méthode, ainsi que le maintien de cet effet dans les mois suivant la rééducation.

2.5.4.3 La personnalisation

Enfin la personnalisation sous-entend la nécessité de personnaliser la rééducation en fonction des compétences et des caractéristiques spécifiques de chaque patient. Il est recommandé d'ajuster la difficulté des exercices en tenant compte des capacités individuelles du patient, tout en prenant en considération les objectifs spécifiques de ce dernier pour favoriser sa progression.

2.5.4.4 La contextualisation de la tâche

L'étude de Merlino (2017) indique que la dénomination, bien qu'utile pour détecter les troubles linguistiques, peut limiter les interventions du patient à la production d'un seul élément, entraînant parfois son abandon en cas d'échecs répétés. Les activités conversationnelles sont ainsi soulignées pour leur importance et leur complémentarité, bien qu'elles soient parfois négligées en milieu hospitalier lors de la phase aiguë de la pathologie. En conclusion, l'étude souligne l'importance de contextualiser l'évaluation des capacités attentionnelles et de l'engagement du patient en tenant compte de la nature de la tâche et de son organisation interactionnelle. Comme nous l'a aussi suggéré l'étude de Haldin et al. (2022).

3 Proposition d'une rééducation auto-administrée avec une IA générative

Selon Lavoie et al. (2016) 35% des patients ayant subi un AVC présenteraient des symptômes d'aphasie au moment de quitter l'hôpital. L'objectif par conséquent est de repartir des travaux déjà présentés de Lavoie et al. (2019), Haldin et al. (2022) et Merlino (2017), afin de proposer une application idéale, disponible sur tablette comme sur téléphone, pour une rééducation optimale sur l'anomie au sein de l'aphasie : Fluent-IA. Cette application présenterait des items générés automatiquement par une intelligence artificielle et permettrait lors de l'apparition d'un concept de présenter une nouvelle image pour chaque itération. Cela mettrait en évidence les différents traits (spécifiques ou non) d'un même concept, aidant à renforcer la compréhension et le rappel du mot associé (Hillis & Caramazza, 1991). Par exemple, la visualisation d'une girafe ne sera jamais identique d'une itération à une autre, mais les traits associés quant à eux restent inchangés : la taille conséquente, les taches, le long cou, etc. En outre, la variabilité des images générées par IA assure que le patient ne s'habitue pas simplement à un stimulus visuel statique, mais continue à adapter ses stratégies de récupération sémantique. Le développement de l'application est exposé dans la section « méthodologie ». L'objectif, à travers cette proposition qu'est Fluent-IA, est de fournir un outil facile d'utilisation qui ne demande pas ou peu de préparation au préalable afin d'être utilisé.

Dans cette section, nous examinerons le public cible, la demande et le potentiel à l'usage de l'application Fluent-IA. Il est important de prendre en compte les 3 principes développés par Haldin et al. (2022), l'intensité, l'engagement social et la personnalisation, afin de garantir une rééducation pertinente pour les patients aphasiques. Lavoie et al., (2019) partage aussi cette volonté de personnalisation lors de proposition d'items fonctionnels.

3.1 Le public

L'objectif principal de Fluent-IA est d'offrir un outil de rééducation auto-administrée pour les patients aphasiques afin d'améliorer, en théorie, leurs fonctions langagières et exécutives, en mettant particulièrement l'accent sur l'anomie au sein de l'aphasie induite. Car comme nous le savons suite à l'étude de Lavoie (2018), il est possible d'observer une diminution de l'anomie

en contexte écologique si les items choisis pour la rééducation représentent un vocabulaire fonctionnel pour le patient.

À travers l'outil nous souhaitons qu'un public présentant un manque du mot se retrouve dans une situation de difficulté lors d'une dénomination d'image (Laine & Martin, 2006). Pour contrer cette difficulté, le patient pourra entendre le son des différents items afin de pouvoir éviter de produire des paraphasies, des mots de remplissage ou encore des non-réponses (Laine & Martin, 2006).

Destiné aux adultes aphasiques souffrant d'anomie sémantique, cet outil pourrait être particulièrement bénéfique pour ceux en phase de rétablissement à long terme.

3.2 La demande

L'outil proposé est conforme aux pratiques thérapeutiques émergentes qui intègrent la technologie pour permettre une réhabilitation à domicile, répondant ainsi à un manque significatif de services de thérapie de la parole après le congé hospitalier (Lavoie et al. 2016).

Comme l'explique Lavoie et al. (2019) ainsi que Haldin et al. (2022), l'utilisation de la technologie dans ce contexte vise non seulement à fournir un soutien constant, mais également à améliorer l'autonomie des utilisateurs, leur permettant de s'engager plus fréquemment et plus commodément dans la thérapie. Cette utilisation peut compléter une rééducation déjà existante au sein du domicile du patient.

3.3 Le potentiel à l'usage

L'application tirerait parti des principes de l'intensité, de l'engagement social et de la personnalisation de la rééducation énoncés par Haldin et al. (2022), en souhaitant proposer des sessions de thérapie adaptées aux besoins et aux capacités individuelles des patients (Lavoie et al. 2016).

L'intensité, comme décrit par Haldin et al. (2022), souvent réduite à travers la rééducation joue néanmoins un rôle fondamental. En effet, l'étude de Brady et al. (2016) indique qu'une

rééducation intensive permet une meilleure récupération des capacités de communication. Ainsi avec Fluent-IA, nous rendons possible une utilisation intensive à domicile, nécessitant peu de matériel et un coût restreint par rapport à la pratique clinique actuelle.

Cet outil offrirait une autonomie certaine aux patients, en leur permettant de contrôler leur parcours de rééducation pour conduire à une meilleure motivation et un engagement accru, comme soutenu par Merlino (2017). Ainsi Lavoie, Bier et Macoir (2019) s'expriment dans le même sens, et indiquent que les traitements auto-administrés à l'aide de technologies peuvent améliorer la motivation et l'adhérence des patients, facteurs clés dans le succès à long terme de la réhabilitation.

Fluent-IA permettrait une thérapie personnalisée, laissant les utilisateurs sélectionner des mots et des thèmes pertinents pour leur vie quotidienne, augmentant ainsi potentiellement leur motivation et l'applicabilité de la thérapie à des situations réelles (Lavoie et al., 2019) & (Haldin et al., 2022). Selon Bier, Macoir et Joubert (2011), les interventions écologiques permettent de contextualiser la rééducation dans des activités quotidiennes, renforçant ainsi l'engagement et l'efficacité du traitement.

4 Méthodologie

L'application développée s'inspire des principes et des concepts les plus pertinents mentionnés dans les travaux préalablement cités, afin de pouvoir constater, à terme, l'impact qu'elle pourrait présenter auprès de patients aphasiques tant dans le cadre de leur rééducation que dans leur vie quotidienne. Cette application est conçue de manière similaire à l'application iTSA de Lavoie et al. (2019).

Pour exposer le processus de réflexion et de création, cette section est divisée en quatre parties distinctes, présentées dans un ordre chronologique. La première partie, intitulée « Fonctionnalités », initie le projet par l'examen des diverses fonctionnalités envisagées pour l'application, cela indépendamment de la possibilité tant technique que temporelle. La section « Matériel » détaille, quant à elle, les technologies à ma disposition permettant la réalisation de l'outil. Ces deux sections constituent une préparation fondamentale, avant le début du développement à proprement dit. La partie « Développement de l'application » explique et présente comment le développement s'est déroulé ainsi que le code informatique s'y rapportant. Enfin, la partie « Présentation de l'outil » offre une description visuelle de l'outil dans sa forme la plus aboutie.

4.1 Les fonctionnalités

4.1.1 L'intelligence artificielle (visuelle et auditive)

Au commencement de ce projet, j'ai envisagé d'intégrer l'intelligence artificielle pour la génération d'images, un domaine novateur compte tenu de la place croissante que ces technologies occupent dans notre quotidien au sein de différents secteurs, comme la finance, la santé, la justice, ou encore le transport (West et al., 2018) & (Burrows, 2021).

Il me paraissait donc utile d'explorer les potentialités de cette technologie dans le cadre du développement de cet outil à visée rééducative. Le projet initial est de proposer à l'utilisateur de pouvoir créer dix catégories d'items (tels que les animaux, les véhicules, etc.), chaque catégorie comprenant dix éléments spécifiques (vache, chien, voiture, tracteur, etc.). L'idée était de pouvoir créer des catégories tant fonctionnelles que non fonctionnelles, à l'image de

l'application iTSA, de Lavoie et al. (2019), pouvant ainsi amener une personnalisation des items en fonction de l'utilisateur.

Chaque session par conséquent permettrait à l'utilisateur d'observer une image différente du même concept ou item, ce qui stimulerait son réseau sémantique de manière diverse et enrichissante. Ainsi on proposerait aux patients de ne pas se contenter de demander une récupération passive de mots, mais on les encouragerait à engager activement plusieurs aspects du traitement sémantique.

Dans l'optique d'optimiser l'application, une fonctionnalité envisagée en amont, concerne la pré-génération des images permettant de minimiser le temps de chargement lors de leur affichage. En effet, le temps moyen pour la génération d'une image varie entre 8 et 10 sec, cela est assez long. Il est important de fournir à l'utilisateur un outil fluide, qui le stimulera continuellement. De là, cette volonté d'essayer lors du développement de trouver une solution pour cette génération d'image trop lente.

Enfin, j'ai envisagé la possibilité d'automatiser la gestion de l'audio des différents items, dans le but d'éviter la réalisation d'enregistrement audio chronophage pour chacun d'entre eux.

4.1.2 Les questions d'ordre sémantique

Lors de chaque image/item présenté(e), mon intention est de poser cinq questions d'ordre sémantique, avec pour l'utilisateur la possibilité de répondre par « Oui » ou par « Non ». Il s'agit ensuite de fournir un retour à l'utilisateur quant à ses réponses, bonnes ou mauvaises, afin qu'il puisse se réapproprier les liens entre différents concepts, taxonomiques ou thématiques, dans le but d'améliorer la restitution de l'item cible et de ses représentations sémantiques (Hillis & Caramazza, 1991). Après cette phase de questions, l'utilisateur est invité à nommer l'item présenté. En cas de difficulté à produire le nom, le patient pourra l'écouter via un enregistrement audio réalisé au préalable.

4.1.3 La gestion à distance

Afin de pouvoir évaluer les progrès des utilisateurs, je souhaite pouvoir collecter les différentes données d'utilisation pour chaque utilisateur ainsi que leur production verbale produite pour chaque item.

J'ai aussi envisagé la possibilité d'ajouter ou de supprimer des catégories, ainsi que de modifier les listes d'items. Tout cela, idéalement à distance, permettant ainsi une prise en charge personnalisée et adaptée aux besoins fonctionnels et spécifiques des patients, comme décrit précédemment (Lavoie et al., 2019), (Haldin et al., 2022) & (Bier et al., 2011).

4.2 Matériels

4.2.1 La génération d'images : Dall-E

Afin de générer les images par intelligence artificielle, j'ai choisi parmi un large panel de modèle affectés à cet usage. Mon choix s'est tourné vers Dall-E, modèle appartenant à Open AI ; un choix fût motivé par la simplicité d'utilisation de Dall-E à travers son API (interface de programmation d'application). Une API permet entre autres l'intégration de logiciels au sein d'applications.

Dall-E utilise une architecture de réseau de neurones initialement conçue pour le traitement du langage. Le modèle a été entraîné sur un large ensemble de données d'images et de textes associés, lui permettant d'apprendre à générer des correspondances visuelles précises à des descriptions textuelles. Lorsqu'un utilisateur soumet un prompt (déf : instruction donnée à une application d'intelligence artificielle en vue d'une création), comme « un chat sur un fond blanc », Dall-E interprète d'abord le texte pour comprendre les éléments visuels demandés et utilise ensuite son entraînement (notion reliée au fait qu'une intelligence artificielle repose sur de nombreux d'essais, appelés entraînement, afin de produire des résultats convaincant) pour générer une image qui correspond à cette description (Ramesh et al., 2021).

Par exemple, si l'on demande à Dall-E de produire une image d'une « vache en train de brouter en prairie avec un bois dans le fond de l'image », le système analyse chaque terme pour

déterminer les éléments clés comme le sujet (la vache), l'action (en train de brouter), et le cadre (dans une prairie avec des bois dans le fond). Dall-E synthétise ensuite ces éléments en une image cohérente qui répond à ces critères.

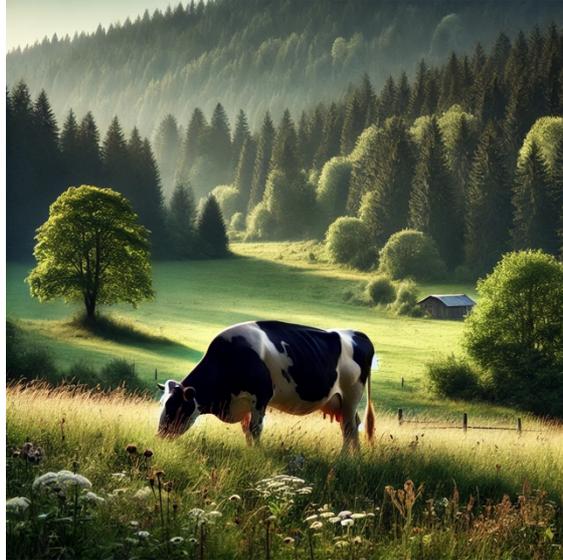


Figure 2 : Génération d'une image exemple par Dall-E

4.2.2 Les audios : Text-to-Speech

Les différents audios présentés au sein de l'outil Fluent-IA sont générés par une technologie Text-to-speech (TTS), cette fonctionnalité synthétise la parole humaine à partir d'un texte écrit.

Le processus de TTS peut être divisé en deux grandes étapes : la préparation du texte et la synthèse vocale.

4.2.2.1 Préparation du texte (Guenec, 2017) :

Dans un premier temps, le texte est normalisé. Cette étape convertit le texte brut en une forme qui peut être traitée, incluant la correction de l'orthographe, et l'expansion en mots des abréviations et des nombres.

Dans un second temps, l'analyse linguistique détermine les phonèmes et la prosodie (intonation, rythme et accentuation). Le texte est divisé en unités phonétiques et le contexte est utilisé pour ajuster la façon dont les mots sont prononcés.

4.2.2.2 *Synthèse vocale (Guenneq, 2017) :*

Une fois la préparation du texte effectué, il est possible de générer le son. Cela à partir des phonèmes identifiés. Historiquement, cela impliquait la concaténation de segments audio préenregistrés. Les techniques modernes utilisent souvent la synthèse paramétrique, où un modèle informatique génère la sortie audio en temps réel.

Ces modèles informatiques, avec les avancées technologiques, sont en réalité des réseaux de neurones profonds permettant de générer un flux audio continu. Ces techniques avancées produisent une parole qui se rapproche de plus en plus de la voix humaine naturelle en termes de fluidité et d'expressivité.

4.2.3 Les modalités techniques

Pour mener à bien un projet de ce type, il est essentiel de définir au préalable les plateformes cibles sur lesquelles l'application sera disponible, ainsi que le langage de programmation utilisé pour le développement. Dans mon cas, j'ai choisi de rendre mon outil accessible sur Android, iOS et via une interface web. Pour ce faire, j'ai opté pour le langage de programmation Dart, qui est pris en charge par le framework Flutter. Ce dernier facilite grandement le développement multiplateforme, répondant ainsi à mon objectif de disponibilité sur plusieurs supports. Les descriptions des modalités techniques présentées ci-dessous sont issues de la formation du CLICK « Atelier Créactifs - Flutter (programmation mobile / Android) 2023 » donnée, au sein de l'Umons, par Benjamin Malengreau, ingénieur informatique pour IMI Hydronic. Vous pouvez retrouver des détails techniques plus complets au sein des annexes (Annexe 1 : Structure du code en Dart).

4.2.3.1 *Flutter*

Flutter est un framework (déf: ensemble d'outils et de composants logiciels formant un canevas) qui permet de développer des applications mobiles (Android & iOS) à partir d'un même code, d'un même projet. Au fil des années, l'équipe de développement a ajouté la capacité de créer des applications web et desktop (macOS, Linux & Windows).

Flutter nous permet donc, à partir d'un même projet, de construire 6 applications pour chaque OS. Par le passé, une application native (c'est-à-dire propre à chaque système d'exploitation) devait être développée pour chaque plateforme, soit 6 projets différents. Flutter par son aspect hybride permet un gain de temps et d'argent.

Flutter gère les spécificités de chaque OS pour nous. Il est toutefois possible d'ajouter des fonctionnalités ou modifier un visuel selon la plateforme (différence de UI entre web et mobile, Android et iOS...), l'important est que la logique n'a pas à être réécrite dans différents langages. De plus, même si les visuels changent selon les plateformes, il est facile aux développeurs de les modifier car le langage est le même.

4.2.3.2 Dart

Dart est le langage de programmation utilisé par Flutter. C'est un langage orienté « objet » créé par Google, initialement prévu pour le développement d'applications web. Il est régulièrement mis à jour afin d'apporter des nouvelles fonctionnalités qui facilitent le travail des développeurs (optimisations, nouvelle syntaxe, etc).

4.2.3.3 Android Studio

Android Studio est un IDE (environnement de développement intégré) permettant de créer et gérer des projets Android. Il est proposé par Google depuis 2014, mais il est possible d'utiliser d'autres IDE pour le développement Android. Flutter ne fait pas exception à cette règle, même s'il est facile de créer et gérer un projet Flutter grâce à son plugin qui s'intègre à Android Studio.

4.3 Développement de l'application

4.3.1 Priorisation des fonctionnalités

Afin de rendre le développement de l'application le plus clair possible, une liste priorisée des fonctionnalités à intégrer à l'application est présente ci-dessous. Chaque fonctionnalité est souhaitée dans la version finale de l'application, mais cette priorisation permet avant tout de lister les différentes fonctionnalités ainsi que leur importance pour le bon déroulement de ce travail. Cette priorisation va du plus important en rouge ■ au moins important en jaune ■.

Tableau 1 : Priorisation des fonctionnalités à intégrer à l'application

Les images sont générées automatiquement par une intelligence artificielle.
Pour chaque image présentée, 5 questions d'ordres sémantiques sont posées (Oui/Non).
Présence d'un bouton permettant au patient d'entendre l'item en question (fournir un audio pré-enregistré).
Fournir un feed-back aux questions d'ordre sémantique immédiatement
Pré-générer les images en amont avant de les présenter afin d'éviter que la génération ne prenne trop de temps lors d'une itération.
Enregistrer les éventuelles productions du patient.
Récupérer les données des utilisateurs.
Pouvoir ajouter à distance de nouvelles catégories.
Pouvoir modifier les listes d'items à distance.
Automatiser l'enregistrement d'audio, afin de ne pas devoir le faire manuellement si nous souhaitons ajouter de nouveaux items.

4.3.2 Le code

Le développement de ce projet m'a demandé des compétences spécifiques quant à l'utilisation du matériel mentionné précédemment. Ces compétences, acquises au fil des années, ont été renforcées par ma participation à la formation dispensée par l'organisme CLICK intitulée « Atelier Créactifs - Flutter (programmation mobile / Android) 2023 », ainsi que la documentation fournie sur les différents sujets présents sur Internet. Ces ressources m'ont permis de concevoir l'outil Fluent-IA.

Pour rendre mon code accessible et compréhensible par tous, je propose une explication structurée en trois parties principales. Le code étant disponible sur la clé USB remise au service de Métrologie et Sciences du Langage. La première partie concerne les pages, chacune associée à un fichier ainsi qu'une représentation visuelle. La deuxième partie décrit la logique sous-jacente, en mettant en lumière quelques aspects clés du code pour expliquer concrètement comment l'outil a été développé. Enfin, la troisième partie aborde les dépendances, en énumérant les fonctionnalités annexes et spécifiques intégrées pour mener à bien ce projet.

4.3.2.1 Les pages

Le code se compose de 3 pages, une page « Main », une page « Dall-E » et enfin une page « Feedback ».

La page « Main » sert de page d'accueil et constitue le noyau central du code, orchestrant toute la logique associée. La page « Dall-E » est activée lorsqu'un utilisateur interagit avec un bloc. Elle prend le relais de la page « Main » tout en échangeant des informations essentielles avec cette dernière, telles que les éléments contenus dans les blocs et les questions spécifiques à chaque élément. La page « Feedback », quant à elle, joue un rôle secondaire, se limitant à fournir une rétroaction « correcte » ou « incorrecte » basée sur la réponse de l'utilisateur.

4.3.2.2 La logique

4.3.2.2.1 Main :

L'application est structurée autour de la fonction main, celle-ci exécute `runApp(MyApp())`, initialisant ainsi l'application avec le widget racine `MyApp`. Ce widget sert principalement à configurer des aspects globaux de l'application comme le thème via `_buildTheme()` et définit `HomePage` comme écran d'accueil.

La méthode `_buildTheme` configure le thème de Fluent-IA en utilisant `GoogleFonts` pour appliquer la police « Kumbh Sans » à tout le texte de l'application. Elle règle également le thème sur clair. `HomePage` est un `StatefulWidget`, indiquant une possible variation de son état au cours du temps. `_HomePageState` gère cet état, notamment via l'ajout, la suppression et la

modification de blocs et ses éléments associés (listes d'items et de questions). La méthode `_loadSavedData()` est appelée lors de l'initialisation de l'état pour charger les données stockées localement (blocs, items et questions). Pour permettre ce chargement de données, `_saveData()` et `_saveBlockNames()` sauvegardent les modifications effectuées par l'utilisateur, assurant ainsi une persistance des données entre les sessions. Lors du premier lancement de l'application par un utilisateur, 5 blocs sont déjà créés (animaux, véhicules, vêtements, meubles, objets) afin de montrer visuellement à quoi ressemble l'outil et permettant aussi de le rendre plus intuitif.

En l'état, seuls 10 blocs peuvent être créés simultanément à l'aide de la variable « `blockCount` ». Pour chacun des différents blocs il est possible d'en modifier les paramètres. Ces modifications sont aux nombres de quatre : renommer le bloc « `_showRenameBlockDialog` », éditer les items du bloc « `_showEditItemsDialog` », éditer les questions pour chacun des items du bloc « `_showEditQuestionsDialog` », et enfin supprimer le bloc « `_showDeleteBlockDialog` ».

Finalement, lorsque l'utilisateur clique sur un bloc grâce à la méthode `_onBlockTap()`, la page `Main` laisse sa place à la page `Dall-E`. Dans le cas où aucun item n'est enregistré au sein du bloc (`blockItems == null || blockItems.isEmpty || blockItems.any((item) => item.isEmpty)`), une fenêtre s'ouvre demandant à l'utilisateur d'entrer les 10 items nécessaires afin de poursuivre vers la page `Dall-E`.

4.3.2.2.2 Dall-E :

Cette page a pour objectif de montrer les images générées et de poser les questions aux utilisateurs à propos des différents items fournis préalablement.

`DallEPage` est un `StatefulWidget` qui reçoit une liste d'items (`List<String> items`) de la page `Main` ainsi que les questions associées (`Map<String, List<Question>> itemQuestions`) pour chacun des items. Elle initie son état dans `_DallEPageState`.

Afin de mélanger l'ordre d'apparition des items d'un bloc, nous utilisons la méthode `initState()` qui lorsqu'elle est appelée à la suite d'un clic sur un bloc (page `Main`) mélange l'ordre des items. Ensuite cette méthode charge le premier et l'affiche ainsi que les questions s'y rapportant (`_getImageForCurrentItem()`). La création et l'affichage des images est possible grâce aux

méthodes `_getImageForCurrentItem()` et `_preloadImageForItem()`, celles-ci sont des fonctions asynchrones qui utilisent la bibliothèque « `http` » pour faire des requêtes à l'API d'OpenAI afin de générer des images basées sur la liste d'items fournie « `$_shuffledItems[index]` », grâce à leur technologie Dall-E. Ces deux méthodes sont identiques dans leur fonctionnement, mais varient quant à leur déclenchement, « `_getImageForCurrentItem()` » est appelée lorsque l'utilisateur clique sur un bloc afin de générer la première image, quant à « `_preloadImageForItem()` » qui est appelée lorsque l'utilisateur se situe à la deuxième question de l'item précédent ; ceci permet, une fois le premier item réalisé, de précharger l'image du prochain en amont, et ainsi de suite, supprimant le long temps de génération.

La méthode `_nextQuestion()` gère la logique de progression à travers les questions pour l'ensemble des items. Après chaque réponse, l'utilisateur est dirigé vers la page feedback et la progression est mise à jour à l'aide de la barre située en-dessous de l'écran.

Enfin, la fonction `_speakObjectName()` utilise `FlutterTts` pour convertir le texte en parole, permettant d'entendre le nom des différents items.

4.3.2.2.3 Feedback :

La dernière partie du code Dart présentée détaille l'implémentation de la page feedback qui est utilisée pour informer les utilisateurs de la justesse de leurs réponses au sein de Fluent-IA.

`FeedbackPage` est un `StatefulWidget` qui reçoit une variable booléenne « `isCorrectAnswer` » indiquant si la réponse donnée par l'utilisateur est correcte ou non. Cette variable est cruciale car elle détermine non seulement le contenu visuel mais également le feedback textuel à afficher. Un délai de 1500 millisecondes (1.5 secondes) est implémenté avant de fermer automatiquement la page feedback. Délais, après lequel l'utilisateur est renvoyé vers la page Dall-E pour la prochaine question relative à l'item ou pour proposer son nom. Cela permet de créer une expérience utilisateur fluide et automatique sans nécessiter d'interaction supplémentaire pour revenir à l'activité précédente.

La fonction `build()` construit l'interface visuelle de la page de feedback. La couleur de fond du `Scaffold` est déterminée par la justesse de la réponse : un bleu clair pour une réponse correcte et un rose pour une incorrecte. Au centre de la page, un `Column` widget est utilisé pour aligner

verticalement les éléments de feedback. Il contient un Container qui affiche une mascotte différente selon la justesse de la réponse (voir figure 4 : Mascottes indiquant une réponse correcte et incorrecte), ainsi qu'un Text widget affichant un message textuel ("Bonne réponse !" ou "Mauvaise réponse !").

4.3.2.3 Les dépendances

Une dépendance est un paquet ou une bibliothèque externe permettant d'ajouter des fonctionnalités spécifiques sans avoir besoin de les développer. Pour les utiliser, il faut déclarer ces dépendances dans le fichier « pubspec.yaml » présent au sein du projet (Annexe 1 : structure d'un projet Flutter).

Tableau 2 : Tableau récapitulatif des dépendances utilisées

Dépendance	Fonctionnalité	Dépendance	Fonctionnalité
http: ^0.13.6	Permet de faire des requêtes HTTP pour communiquer avec des services web externes. Dans mon cas l'API d'Open AI.	google_fonts: ^4.0.4	Permet d'intégrer facilement les polices de caractères de Google Fonts dans une application Flutter.
shared_preferences: ^2.0.8	Permet de stocker des données de manière persistante sur le dispositif local. Dans mon cas, les différents blocs ainsi que ce qu'ils contiennent.	url_launcher: ^6.2.4	Permet de lancer des URL dans un navigateur web. Dans mon cas, aller sur le site du SMSL.
cupertino_icons: ^1.0.2	Met à disposition une collection d'icônes spécifiques au style de design Cupertino, inspiré par iOS. Dans mon cas utiliser diverses icônes.	flutter_tts:	Permet la synthèse vocale dans une application Flutter. Il transforme du texte en parole. Dans mon cas le nom des items.

4.3.3 Les images

Toutes les images illustrant les différents items lors du fonctionnement de Fluent-IA sont créées, comme déjà présenté, à l'aide de l'intelligence artificielle. Ces images, produites en continu, respectent un format standard de 256 x 256 pixels, générées par le modèle Dall-E 2 avec le prompt suivant, au sein de mon code : « une image complète de $\$_{\text{shuffledItems}}[\text{currentIndex}]$ », « $\$_{\text{shuffledItems}}[\text{currentIndex}]$ » étant une variable permettant de définir au programme quel item généré à un instant défini.

La génération d'images par intelligence artificielle ne se limite pas aux images fournies lors de la rééducation mais concerne également le logo de Fluent-IA, situé ci-contre, ainsi que les deux icônes signalant si la réponse fournie par l'utilisateur lors des questions sémantiques est correcte ou non. Pour ces éléments, j'ai fait appel au modèle Dall-E 3, une version plus récente et plus performante, garantissant des résultats supérieurs à ceux obtenus avec le modèle antérieur, Dall-E 2.

La création du logo a été réalisée à l'aide de « Logo Creator », un GPT spécifique au sein de ChatGPT. Ce GPT est une adaptation d'un modèle, enrichi de bases de connaissances supplémentaires et de fonctionnalités améliorées, spécialement conçu pour la création de logos. Afin d'obtenir un design répondant à mes attentes, j'ai utilisé le prompt suivant : « Generate me a logo for an aphasia rehabilitation application ». Au cours de ce processus, le GPT « Logo Creator » m'a posé des questions pour préciser mes besoins, notamment concernant le sérieux du logo ainsi que ma palette de couleurs (EB601F ■ - 78B5B3 ■ - 66284A ■).



*Figure 3 : Logo de
Fluent-IA*

Concernant les icônes indiquant si les réponses des utilisateurs sont correctes ou incorrectes, le prompt a directement été fourni à Dall-E 3. Voici le prompt établi : « Je souhaiterais que tu crées deux mascottes : l'une pour représenter une bonne réponse et l'autre pour une mauvaise réponse. Elles doivent avoir un style graphique similaire et partager des traits physiques communs, tout en s'inspirant du cerveau dans un style cartoon. Il est essentiel que les images soient complètes et bien cadrées ». Les couleurs choisies pour ces mascottes étaient les mêmes que pour le logo, à savoir : EB601F ■ - 78B5B3 ■ - 66284A ■.

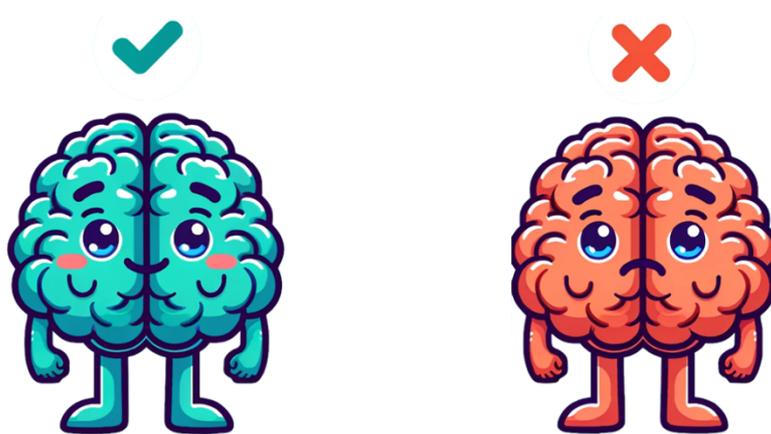


Figure 4 : Mascottes indiquant une réponse correcte et incorrecte

4.3.4 Le design

Mon objectif était de concevoir un design simple et minimaliste. Cette approche visant non seulement à simplifier l'aspect technique, mais aussi à faciliter l'utilisation de l'application par un large éventail d'utilisateurs.

Les trois couleurs principales de l'application sont les suivantes : EB601F ■ - 78B5B3 ■ - 66284A ■. Celles-ci dictent l'harmonie visuelle de l'application.

4.3.5 Contraintes techniques

Au cours du développement de cet outil, Fluent-IA, j'ai été confronté à différentes contraintes techniques.

Initialement, la principale difficulté technique résidait dans le développement et l'utilisation du langage de programmation DART, créé par Google. Cependant, la documentation abondante relative à ce langage m'a donné l'occasion d'en apprendre rapidement les notions principales, me permettant de mener à bien ce projet.

Ensuite, un point plus complexe était l'utilisation de l'API d'Open AI (Dall-E) afin de pouvoir générer automatiquement les différentes images. Chose que je n'avais jamais effectué au préalable. Le plan financier constituait aussi une contrainte, car chaque image générée coûte 0,016 €, une somme non négligeable, à la longue.

Enfin, la récupération des données utilisateurs via FireBase a une certaine importance. Afin de pouvoir récupérer l'ensemble des données des utilisateurs dans leur programme de rééducation. Bien que je n'eusse jamais mis en œuvre cette fonctionnalité auparavant, je savais qu'elle était réalisable.

4.4 Présentation de l'outil

4.4.1 Bilan des objectifs

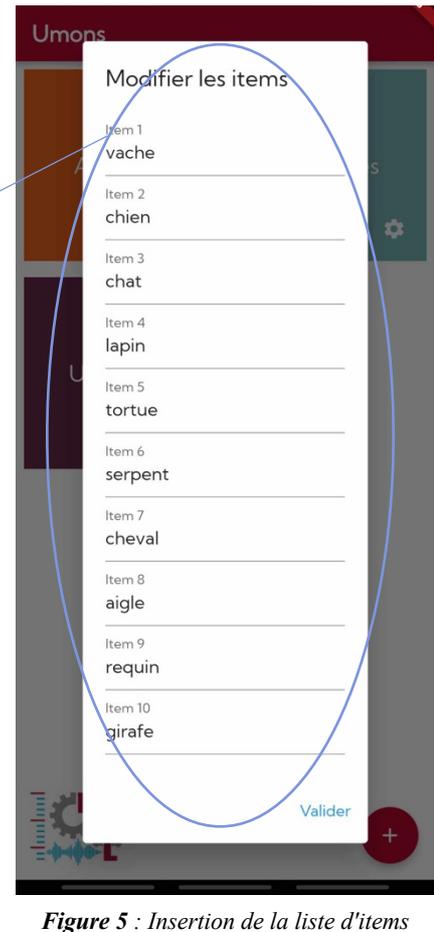
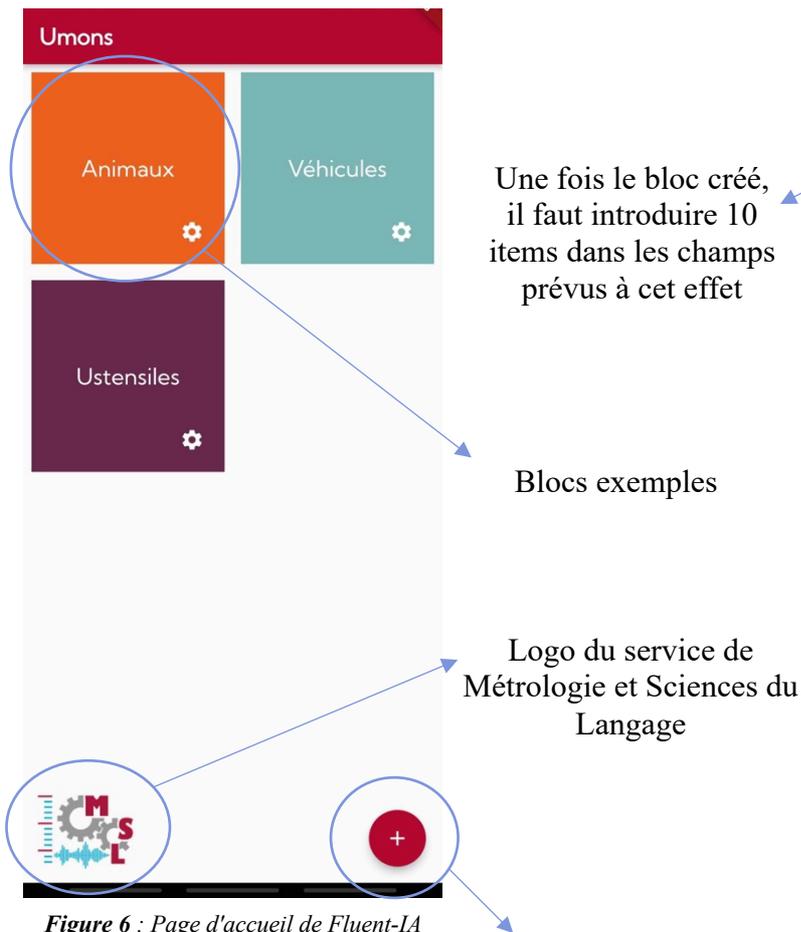
Afin de dresser le bilan de l'outil entre la volonté théorique en amont des diverses fonctionnalités et ce que j'ai été capable de réaliser durant le temps imparti voici un tableau synthétisant tout cela.

Tableau 3 : Bilan des fonctionnalités présentes ou non dans Fluent-IA

<u>Les fonctionnalités</u>	<u>Fonctionnelle</u>	<u>Semi-fonctionnelle</u>	<u>Non fonctionnelle</u>
Les images sont générées automatiquement par une intelligence artificielle.			
Pour chaque image présentée, 5 questions d'ordre sémantique sont posées (Oui/Non).			
Présence d'un bouton permettant au patient d'entendre l'item en question (fournir un audio pré-enregistré).			
Fournir un feed-back immédiat aux questions d'ordre sémantique.			
Pré-générer les images avant leur apparition afin d'éviter que la génération ne prenne trop de temps lors d'une itération.			
Enregistrer les productions du patient lorsque celui-ci en produit.			
Récupérer les données des utilisateurs.			
Pouvoir ajouter à distance de nouvelles catégories.		 Fonctionne mais pas à distance	
Pouvoir modifier les listes d'items à distance.		 Fonctionne mais pas à distance	
Automatiser l'enregistrement d'audio, afin de ne pas devoir le faire manuellement si nous souhaitons ajouter de nouveaux items.			

4.4.2 Explication du fonctionnement

Pour faciliter la compréhension du fonctionnement de l'outil et présenter visuellement son interface, plusieurs captures d'écran sont disposées ci-dessous. Chaque image est accompagnée d'une brève explication. Ces captures sont agencées selon un ordre chronologique, reflétant le parcours typique d'un utilisateur engagé dans le programme de rééducation.



Possibilité d'ajout de nouveaux blocs d'items (Maximum de 20 blocs)



Figure 8 : Options d'un bloc

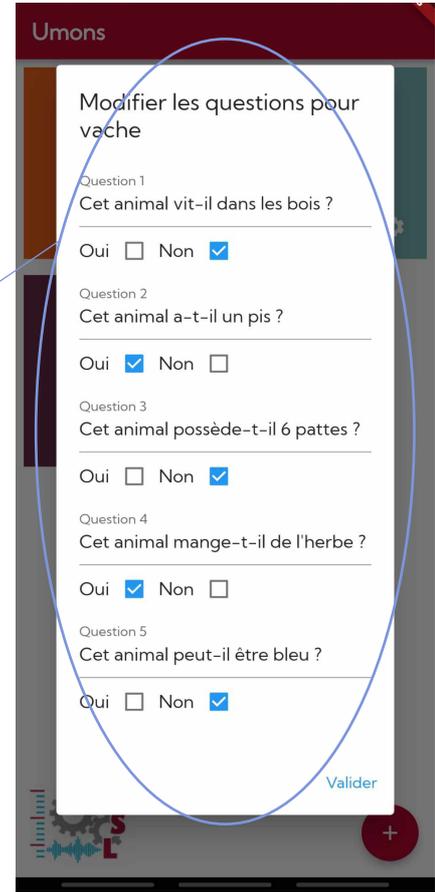


Figure 7 : Insertion des questions pour un item

Les options du bloc

Une fois les items remplis, il faut indiquer 5 questions par items ainsi que la réponse s'y rapportant (Oui ou Non)

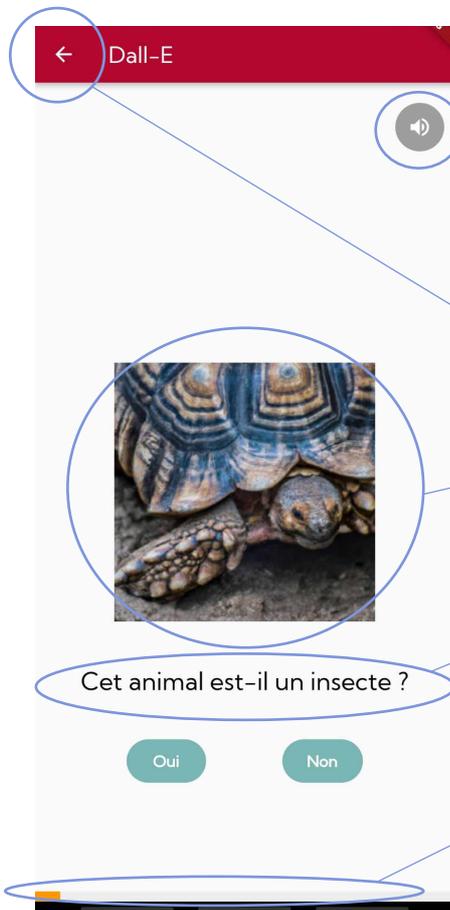


Figure 9 : Visualisation du premier item

Bouton grisé pour écouter le nom de l'item : n'est pas encore utilisable

Bouton pour revenir à l'accueil

Image générée

Question pré-remplie affichée

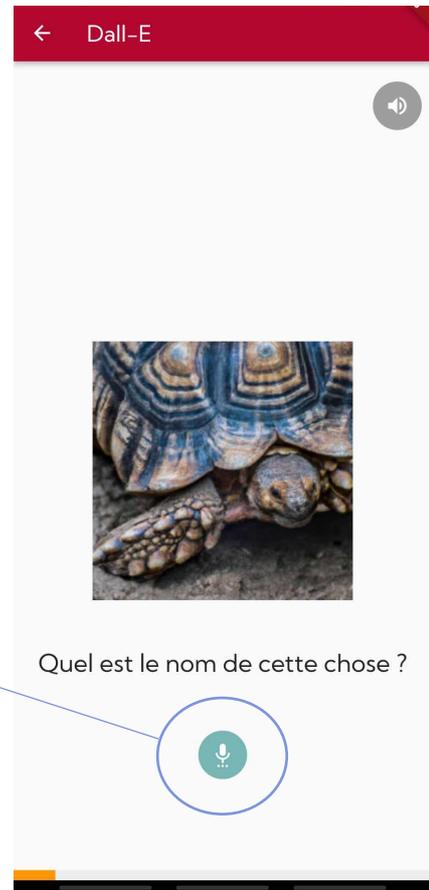
Barre de progression du bloc



Figure 10 : Feedback correct

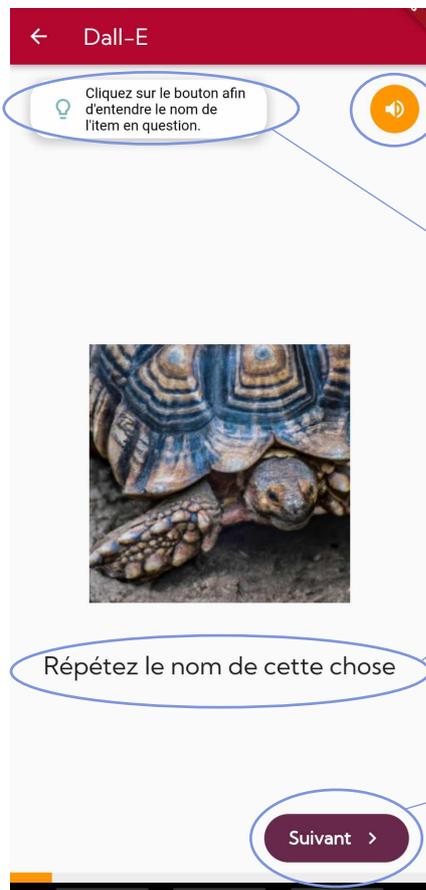


Figure 13 : Feedback incorrect



Indication visuelle
proposant à
l'utilisateur de
produire le nom de
l'item

Figure 12 : Production verbale



Bouton coloré pour
écouter le nom de
l'item : est utilisable

Explication du bouton
situé à droite

Proposition à l'utilisateur de
répéter le nom de l'item
qu'il vient d'entendre

Bouton afin de passer
à l'item suivant dans
le bloc

Figure 11 : Seconde production verbale après écoute de l'item

5 Évaluation de l'outil

Pour évaluer l'outil Fluent-IA et obtenir un recul critique sur sa conception, j'ai sollicité les avis de divers acteurs clés afin de bénéficier d'une évaluation globale et pertinente. Cette démarche m'a également ouvert à de nouvelles perspectives de réflexion. Pour recueillir leur évaluation, j'ai opté pour des entretiens structurés d'une durée moyenne d'une heure. Ces entretiens étaient guidés par un questionnaire que j'avais élaboré en amont, permettant de cibler la discussion sur les différentes composantes de l'outil (Annexe 2).

Les participants à l'évaluation de Fluent-IA étaient au nombre de six : un neuropsychologue, quatre logopèdes et une patiente aphasique.

La patiente est une jeune femme de 24 ans ayant subi un AVC en 2022 causant son aphasie. J'ai déjà pu rencontrer madame X lors de mon stage de Master 1, ce qui a facilité l'établissement d'un climat de confiance. Le bilan logopédique et neuropsychologique de cette patiente est disponible en annexe (Annexe 3).

À travers cette section, nous explorons l'avis des différents acteurs sur divers aspects que comporte l'application. Nous débutons par le versant du but de l'application, où nous discutons de la pertinence de l'outil et de son utilité, telles qu'elles sont perçues par les professionnels de santé et par la patiente. Ensuite, nous examinons le versant de l'auto-administration, analysant la possibilité pour les patients d'utiliser l'application de manière autonome ou avec un suivi minimal. Cela se poursuit avec le versant technique, subdivisé en quatre parties : IA, Feedback, Text-to-speech, et Ergonomie, chacune d'entre elle évaluant une fonctionnalité technique spécifique de Fluent-IA. Enfin, nous abordons les pistes annexes, proposant des améliorations et des fonctionnalités supplémentaires fournies par les différents acteurs afin d'optimiser l'outil et d'enrichir son expérience-utilisateur.

Cette évaluation a par conséquent permis de mettre en lumière des points de vue convergents et divergents concernant l'outil, étoffant ainsi la réflexion autour de cette proposition.

5.1 Versant du but de l'application

L'ensemble des professionnels – dont certains ne travaillent pas auprès de cette population - considèrent que cet outil peut avoir un effet bénéfique pour des patients aphasiques. Cela va de pair avec la note moyenne attribuée (4/5) quant à la pertinence de la création de cet outil au sein de leur pratique au sens large. Ils mettent en effet en avant, pour la population concernée, une utilité fonctionnelle et personnalisée, permettant aux patients une autonomie bénéfique, telle qu'elle est décrite et suggérée par Lavoie et al. (2019) ainsi qu'Haldin et al. (2022). Les praticiens décèlent rapidement l'orientation de cet outil, et les prises en charge s'y rapportant. Ces réactions sont en adéquation avec mon projet initial, la réalisation d'un outil informatique visant à une rééducation des troubles acquis du langage de type aphasique : anomie sémantique (Modèle d'Hillis & Caramazza, 1991). Néanmoins, certains praticiens m'ont suggéré d'autres pistes pouvant être explorées avec ce type d'outil, moyennant quelques ajustements. Celles-ci seront brièvement décrites dans la section « pistes annexes ».

De son côté, la patiente aphasique aurait souhaité pouvoir disposer de cet outil lors de sa prise en charge suite à son AVC, et montrait aussi un intérêt réel quant à la possession de l'application. Madame souffre d'une aphasie s'apparentant à une aphasie de Broca ; selon elle, la pertinence d'une utilisation quotidienne de l'application dans le but de faire face à ses troubles se note 3/5. En effet, elle possède toujours des compétences sémantiques fortes mais a un déficit d'accès lexical.

5.2 Versant de l'auto-administration

L'ensemble des praticiens convergent vers l'idée que cet outil peut fonctionner en auto-administration. En effet, ils soulignent justement cela dans ses atouts, en mettant en avant la facilité de prise en main ainsi que la portabilité de l'outil.

Toutefois, il existe une divergence d'opinions concernant la nécessité d'accompagnement professionnel lors de l'utilisation de l'outil. Deux praticiens estiment qu'il est crucial qu'un professionnel soutienne le patient, à raison en moyenne de deux fois par mois. Cette opinion est partiellement partagée par la patiente aphasique consultée, qui considère toutefois qu'un seul suivi mensuel serait suffisant. En revanche, deux autres praticiens jugent qu'il n'est pas

indispensable d'impliquer un professionnel de façon systématique dans cette prise en charge. Ils proposent qu'un proche ou un aidant familial puisse assurer la rééducation auprès du patient.

5.3 Versant technique

5.3.1 Fonctionnalité IA

La génération d'images au sein de l'application est perçue comme étant relativement fonctionnelle selon les évaluations des différents intervenants. En effet, ceux-ci lui attribuent une note moyenne de quatre sur cinq, indiquant que les images produites sont généralement satisfaisantes lors des évaluations. Cependant, il a été observé une limitation dans la capacité de l'application à générer des concepts plus abstraits, l'intelligence artificielle rencontrant des difficultés à générer des termes tels que « Matin » ou « Bricoler », comparativement à des items concrets tels que « Vache » ou « Fourchette ».

Malgré tout, certains professionnels ont déjà intégré cette fonctionnalité de génération d'images dans leur pratique quotidienne, utilisant ces outils pour créer des plateaux de jeux, des expressions imagées, ainsi que des scènes spécifiquement conçues.

Pour la génération de concepts abstraits, il est essentiel de fournir à l'intelligence artificielle des instructions claires et détaillées. Par exemple, dans le cas des expressions imagées, il a été nécessaire pour les professionnels de répéter et d'ajuster le prompt à plusieurs reprises pour obtenir un résultat convaincant. Avec Fluent-IA, le problème réside dans le fait que seul un mot relatif au concept est transmis à l'intelligence artificielle, ce qui complique la représentation de concepts abstraits, demandant plus de détails.

En conclusion, il existe un consensus parmi les utilisateurs quant au désir de voir naître de futurs projets intégrant ce type de technologie, tout en soulignant qu'elle pourrait, à terme, remplacer les bases de données traditionnelles.

5.3.2 Fonctionnalité Feedback

La présence d'un feedback au sein de l'application est jugée pertinente par 80 % des professionnels interrogés. Toutefois, une logopède a noté un manque de détails dans ce feedback, le rendant, selon elle, peu utile dans sa forme actuelle. Elle a exprimé le besoin d'un retour plus élaboré, indépendamment de l'exactitude de la réponse afin de faciliter chez les patients la consolidation des associations taxonomiques ou thématiques (Hillis & Caramazza, 1991). Par exemple, « Oui / Non, le cheval est un mammifère ».

En conséquence, la note globale attribuée à l'adéquation du feedback est de 3,6/5. Cette moyenne inclut l'évaluation particulièrement basse de la logopède citée précédemment avec une note de 1 sur 5.

5.3.3 Fonctionnalité Text-to-speech

La fonctionnalité Text-to-speech permettant de transformer du texte écrit en audio se voit attribuer, par les différents acteurs, une note moyenne de 4,5/5 selon son bon fonctionnement. Une piste d'amélioration a tout de même été proposée. Une logopède considère en effet qu'il serait intéressant que les utilisateurs puissent, s'ils le souhaitent, entendre les questions : permettant ainsi de leur laisser choisir une modalité d'entrée (écrite ou auditive) au sein des questions.

5.3.4 Fonctionnalité Ergonomie

Plusieurs aspects de l'ergonomie de l'application ont été évalués. Dans un premier temps, les différents professionnels ont accordé une note de 4,4/5 à la possibilité d'intégrer des questions pour chacun des items présentés. De même, la patiente a indiqué une note de 5/5. En effet, les différents acteurs pensent que la présence de ces questions est indispensable à une rééducation optimale. Concernant le nombre de questions proposé (5), l'ensemble des acteurs s'accordent pour dire que ce nombre semble idéal.

Interface-utilisateur : l'ensemble des acteurs l'ont trouvée très claire. Fluent-IA se veut en effet simple à utiliser. Mais selon différents avis de professionnels, cette simplicité serait excessive. Ils soulignent un manque de psycho-éducation, d'interaction, en encore d'indices visuels.

5.4 Pistes annexes

Les différents acteurs proposent d'ajouter un ensemble de fonctionnalités afin d'améliorer l'outil Fluent-IA. Tout d'abord, l'application pourrait permettre aux utilisateurs de photographier des objets du quotidien, assistés par l'IA afin d'identifier et intégrer directement ces objets dans des blocs à destination de la rééducation. Par ailleurs, il est proposé d'amener une génération de questions automatisées par l'IA, basées sur des thématiques spécifiques comme l'usage, la localisation habituelle, ou les associations d'objets, permettant une standardisation des questions pour chaque item, tout en permettant de ne plus avoir à entrer les questions manuellement. Cette utilisation de l'IA pourrait également, comme suggéré, fournir d'emblée des listes d'items catégoriels (« fournis-moi 10 animaux »).

« L'indication progressive » est une piste présentée par un des professionnelles. Dans l'idée d'amener des modalités écrites et auditives, cette indication pourrait se faire par l'affichage séquentiel de lettres ou par l'audition de phonèmes, servant à guider l'utilisateur vers la bonne réponse.

Enfin, pour une personnalisation accrue, il serait intéressant, comme cela fut préconisé, de proposer un onglet de paramètres permettant le choix entre diverses options relatives à la voix de synthèse, à la taille des textes, et à la visibilité des étiquettes lexicales pour chaque item. L'ajout de sous-blocs thématiques, tels que des catégories d'animaux terrestres ou marins, enrichirait par ailleurs la rééducation, en la rendant à la fois plus structurée et interactive.

6 Discussion générale

Au sein de cette discussion générale, nous retrouverons une synthèse des évaluations recueillies à travers les entretiens structurés, ainsi que la description des forces et limites de l'outil. Par ailleurs, les perspectives futures viennent compléter ce travail, abordant à la fois les améliorations techniques et le potentiel expérimental. Enfin, la conclusion reprend les principaux éléments et pistes futures, de Fluent-IA, décrits au sein de ce travail.

6.1 Synthèse des évaluations

L'évaluation du Fluent-IA a été effectuée à travers des entretiens structurés, rassemblant les perspectives de six acteurs clés. Ces entretiens se fondaient sur un questionnaire préétabli pour explorer en détail les différentes facettes de l'outil.

Celui-ci a fait l'objet d'une appréciation globalement positive, avec une note moyenne de pertinence de 4/5, indiquant une reconnaissance de son potentiel thérapeutique. Les praticiens ont valorisé son caractère fonctionnel et personnalisé, permettant une autonomie accrue du patient.

Concernant l'auto-administration, il y a un consensus concernant la facilité de prise en main et la portabilité de l'outil, malgré des divergences d'opinions quant à l'accompagnement professionnel nécessaire. Certains praticiens recommandent un soutien professionnel régulier tandis que d'autres estiment que des proches ou proches aidants pourraient suffire à cette tâche.

Du point de vue technique, les fonctionnalités telles que la génération d'images et le feedback ont reçu des évaluations positives, malgré certaines limites dans la génération de concepts abstraits et un manque de détails dans les retours fournis aux utilisateurs. La fonctionnalité de text-to-speech a été très bien notée quant à elle.

En conclusion, les retours indiquent un attrait prononcé pour Fluent-IA dans la pratique clinique, mais suggèrent des pistes d'amélioration pour maximiser son efficacité et sa pertinence.

6.2 Forces et limites

Cette proposition d'outil est assortie d'une série de « forces » et de « limites ». Celles-ci, déjà éparses au travers de l'ensemble du travail, seront synthétisées dans cette section.

6.2.1 Forces

La force principale de cet outil est son aspect novateur par le biais de l'intégration et l'utilisation de l'intelligence artificielle. En effet, à ce jour, nous retrouvons peu d'utilisation concrète de l'IA dans des outils pertinents au sein de la pratique neuropsychologique et logopédique. L'aspect auto-administrée reprend les codes de ce que Lavoie et al. (2019) ont pu proposer par le passé, tout en soulignant que peu de traitements autonomes avaient vu le jour, pour l'anomie.

L'usage de Dall-E pour générer des images nouvelles à chaque itération représente un avantage majeur. Cela permet aux patients de s'exercer à reconnaître et à nommer des concepts variés sous différentes formes visuelles, mettant en évidence différents traits (spécifique ou non) d'un même concept, afin d'aider à renforcer la compréhension et le rappel du mot associé (Hillis & Caramazza, 1991).

L'intégration de la technologie Text-to-Speech (TTS) automatisée permet aux patients d'entendre la prononciation correcte des mots sans intervention extérieure, ce qui est particulièrement utile pour ceux ayant des difficultés de lecture ou de reconnaissance des mots écrits.

La combinaison des technologies Dall-E et Text-to-speech offre une grande flexibilité dans la gestion et l'actualisation des listes d'items à réentraîner. Cette caractéristique facilite l'ajout de contenu pertinent et personnalisé, aligné sur les intérêts quotidiens et fonctionnels des patients.

Le caractère auto-administré de l'application est particulièrement pertinent pour les patients désireux de maintenir une routine d'exercices à domicile. Il permet une pratique fréquente et régulière, une forme d'intensité décrite par Haldin et al. (2022), augmentant ainsi les chances de progrès continus en dehors de l'environnement clinique. La possibilité pour le patient de

gérer sa propre rééducation renforce son autonomie et peut améliorer son sentiment de contrôle sur sa récupération. (Lavoie, Bier et Macoir. 2019)

Fluent-IA est accessible sur plusieurs plateformes (Android, iOS et navigateurs web), ce qui garantit sa disponibilité auprès d'un large éventail d'utilisateurs. En outre, le design simple de l'application assure que les patients de toutes tranches d'âge et de toutes compétences technologiques peuvent l'utiliser efficacement, ce qui est fondamental pour leur permettre de s'engager activement dans leur thérapie.

Enfin, ce code pourrait être aisément adapté pour répondre à d'autres besoins, tels que la prise en charge des patients atteints d'aphasie primaire progressive. L'anomie pouvant être traité chez ces patients par une approche de remédiation. L'utilisation d'outils informatisés s'avère possible et bénéfique, offrant au patient la possibilité de travailler de manière autonome à domicile (Basaglia-Pappas, et al., 2020).

6.2.2 Limites

L'élaboration d'une application auto-administrée pour la rééducation de l'anomie chez les patients aphasiques, utilisant la technologie de génération d'images Dall-E et des fonctionnalités text-to-speech, représente une avancée notable dans le domaine de la neuropsychologie et de la logopédie. Cependant, l'examen approfondi de cet outil révèle plusieurs faiblesses qui méritent d'être discutées, tant pour informer les utilisateurs potentiels que pour guider les futures améliorations.

Premièrement, la capacité de collecter et d'analyser les données d'utilisation est cruciale pour évaluer l'efficacité de toute intervention thérapeutique. Actuellement, l'application ne permet pas de récupérer des données détaillées concernant l'utilisation par chaque patient, telles que la fréquence d'utilisation, le nombre de catégories abordées par session, la complétion des séries, ou encore les temps de réponse pour chaque item. Ces données sont essentielles pour personnaliser le traitement, mesurer les progrès, et identifier les éléments qui ne nécessitent pas d'aide ou ceux qui en requièrent. La recherche montre que le suivi personnalisé peut considérablement augmenter l'efficacité des traitements en neuropsychologie.

Deuxièmement, l'application permet actuellement au patient de se limiter à la rééducation d'une seule liste de mots ou de catégories, ce qui pourrait limiter son potentiel thérapeutique en ne couvrant pas un spectre suffisamment large de défis linguistiques. L'exposition à une variété de stimuli est recommandée pour la réhabilitation linguistique.

Le coût associé à la génération d'images par DALL-E, bien que modeste par image, peut s'accumuler, surtout dans un cadre où de nombreuses images sont nécessaires pour une rééducation efficace. Chaque image coûte entre 0,016 \$ et 0,040 \$ en fonction du modèle d'intelligence artificielle utilisé, ce qui peut au total représenter au cumul de l'utilisation une certaine somme, en particulier pour des personnes ayant un budget limité ou lors d'utilisations intensives. Cette contrainte économique peut par conséquent rendre l'outil moins accessible.

Un autre défi est la nature informatique de l'outil, qui nécessite une certaine familiarité avec la technologie. Ceci peut être particulièrement problématique pour les patients plus âgés ou les praticiens qui ne sont pas habitués aux supports numériques. Une formation adéquate ou la conception d'une interface encore plus intuitive pourrait aider à surmonter cette barrière. D'autant plus qu'une connexion constante est nécessaire pour l'utilisation de l'outil.

Enfin, le caractère auto-administré de l'outil réduit le contrôle direct des praticiens sur la thérapie, ce qui pourrait affecter la qualité du suivi et la personnalisation du traitement. Bien que l'autonomie du patient soit précieuse, un certain niveau de supervision est souvent nécessaire pour assurer une intervention efficace.

6.3 Perspectives futures

Il est possible, à la suite de l'évaluation de l'outil par des praticiens et des patients ainsi que de par ma propre subjectivité, de dégager plusieurs perspectives futures à mettre en lumière. Cela se matérialisant sous forme technique et expérimentale.

6.3.1 L'aspect technique

Concernant l'aspect technique, un certain nombre de limites sont énumérées au sein de la section s'y rapportant. Celles-ci exemplifient assez bien les perspectives qu'il serait envisageable de réaliser à l'avenir.

Le fait de pouvoir récolter des données est une composante essentielle à implémenter à l'outil afin de pouvoir garantir une prise en charge potentielle sérieuse. Avec l'aide d'un service comme Firebase, proposé par Google et permettant la gestion du back-end d'une application (récolte de données, gestions d'utilisateurs, gestions de mots de passe, etc.), il serait dès lors possible de faire disparaître cette limite en récoltant la fréquence d'utilisation, le nombre de catégories abordées par session, le temps passé sur chaque session, la complétion des séries ou non, les temps de réponse aux questions des différents items, ou encore les productions verbales émises par les patients. Tout cela pourrait être par conséquent consultable par le praticien sur son propre support numérique. La récolte de l'ensemble de ces données permettrait d'entrevoir d'autres perspectives d'amélioration. Un praticien maîtrisant ces données pourrait comprendre au mieux le patient qui se présente à lui tant sur le plan thérapeutique que sur le fonctionnement de celui-ci ; ainsi les praticiens pourraient aiguiller au maximum les patients vers des listes d'items bien précises mais aussi constater l'engagement du patient (de manière chiffrée) à travers celles-ci, et réagir, le cas échéant, face à des patients traitant préférentiellement certaine liste.

L'enregistrement de la production verbale doit constituer une perspective d'amélioration. Dans l'étude de Lavoie, le programme ITSA utilisait des boutons sur lesquels le patient appuyait pour lancer ou stopper l'enregistrement. De mon côté, j'envisagerais de faire en sorte que l'enregistrement commence directement, après un temps de latence d'une seconde suite à l'apparition de la question « Quel est le nom de cet item ? » ; un indicateur visuel et / ou audio avvertirait l'utilisateur. Cet enregistrement prendrait fin après 15 secondes, dans le but de limiter le volume des fichiers. Dans ce souci d'optimisation de volume, un bouton stop permettrait aux utilisateurs de mettre fin à leur enregistrement, pour le cas où leur production verbale serait plus courte.

Une perspective d'amélioration passant par Firebase demanderait une refonte de la logique de l'application ; elle permettrait au praticien de gérer les listes à distances, d'en ajouter ou d'en

supprimer, d'y changer les items, de modifier les questions se rapportant à ces items. Les données récoltées permettraient au praticien d'adapter ses techniques au fur et à mesure, sans attendre un rendez-vous avec le patient.

Dans l'optique de mettre en place les améliorations proposées ci-dessus, un système de login/sign up serait nécessaire afin de pouvoir contrôler, classifier, modifier et interpréter les données se rapportant à un patient donné. Ce système pourrait être mis en place par le biais de Firebase et permettrait ainsi de répondre aux différentes limites actuellement présentes concernant l'aspect technique de cet outil.

Enfin, une idée sur le plan technique, permettant à l'avenir de tendre vers un service de moins en moins onéreux, serait de récupérer les images générées afin de constituer une base de données d'images. Cela serait assez simple à générer, car nous connaissons déjà le nom de l'item (vache par exemple) ainsi que sa catégorie (animaux), facilitant le tri automatisé. Ainsi il serait possible de piocher de manière aléatoire parmi les N images associées à un concept au sein de cette base de données afin de ne plus devoir générer de nouvelles images et par la même occasion limiter les coûts.

Une autre solution afin de limiter les coûts serait de pouvoir utiliser un modèle de génération d'image open source, comme Stable Diffusion, sur une machine personnelle qui serait dédiée exclusivement à cet usage. Ce modèle produirait, à l'image de Dall-E 2 des images générées directement sur notre machine qui, une fois produites, les enverrait vers Fluent-IA. Cela permettrait d'être autonome et de pouvoir contrôler le flux d'image avec précision.

6.3.2 L'aspect expérimental

Une fois résolues les limites d'ordre technique, l'objectif serait de pouvoir « mesurer l'impact de cet outil sur les liens entre les troubles du langage et les fonctions exécutives chez les patients aphasiques. »

Dès lors, plusieurs questions se poseraient en amont de cette rééducation. Conformément aux hypothèses de Lavoie et al. (2019), les patients aphasiques constateraient-ils une diminution de leur anomie suite à cette rééducation auto-administrée ? S'ils présentent une diminution de leur anomie, pourrait-elle s'étendre à leur quotidien ?

Par ailleurs, puisque je souhaitais initialement mettre en lien les fonctions exécutives et les troubles du langage, la question suivante devrait alors se poser : les fonctions exécutives sont-elles impactées, suite à une rééducation auto-administrée traitant l'aphasie ? Des liens peuvent-ils être établis ? L'impact, positif ou négatif, peut-il être mesuré ?

A ces fins, deux évaluations seront nécessaires : une avant rééducation avec l'outil, et une après. Elles seront constituées par un ensemble de tests traitant des troubles du langage ainsi que des fonctions exécutives, selon une approche multi-domaines.

Les tâches évaluant les fonctions exécutives sont les suivantes : l'épreuve de Quinette MCT/MDT, Mise à jour, ainsi que celle concernant la Flexibilité, la Simon Task et enfin la Flanker Task. En complément, la tâche Multiple Errands Test (MET) viendrait évaluer les fonctions exécutives selon une approche multitasking. Développée dans cette optique, la tâche permet l'évaluation d'une personne confrontée à un certain nombre de missions non structurées tout en respectant un certain nombre de règles simples. Le MET s'inspire de situations réelles, en incorporant une thématique de zone commerçante et d'achats à effectuer selon diverses modalités plus ou moins complexes (Shallice et Burgess, 1991). Cette évaluation permettrait de constater ou non une corrélation dans les résultats des deux approches : l'évaluation de l'approche multi-domaines permet d'évaluer factuellement chaque fonction exécutive de manière indépendante ; alors que l'évaluation multitasking permet d'évaluer les fonctions exécutives de manière plus globale.

Les tâches évaluant le niveau langagier des patients sont plus nombreuses et plus éparpillées. Nous y retrouvons la tâche de Description d'image, de Fluences phonologiques, de Fluences sémantiques, de Compréhension d'ordre, la Dénomination d'images (parties 1, 2 & 3), la Désignation de mots avec distracteur phonologique, la Répétition de non-mot de Ferré, le Jugement de synonymes, le Blocked cycling sémantique, le Blocked cycling phonologique et le Questionnaire de connaissance sémantique.

La phase de rééducation auto-administrée durerait deux mois auprès de patients aphasiques. Cette rééducation devrait être intensive, comme le suggère Haldin et al. (2022), à raison de 4 fois par semaine comme l'indique Lavoie et al. (2017).

6.4 Conclusion

Les rééducations auto-administrées par le biais d'une application mobile demeurent une pratique moderne au sein de la prise en charge de patients souffrant d'aphasie induite. L'implémentation expérimentale de l'intelligence artificielle ajoute une dimension novatrice à cette volonté d'établir des liens entre technologie et trouble du langage. Liens déjà exposés et développés à travers la thèse de Madame Lavoie (2018). En effet, ses résultats indiquent une amélioration significative pour les items traités, maintenue deux mois après l'intervention.

Ce travail a présenté le développement et l'évaluation par différents acteurs de Fluent-IA, un outil innovant conçu pour la rééducation auto-administrée des patients aphasiques. L'une des forces majeures de ce projet réside dans son approche centrée sur l'utilisateur, se basant sur trois piliers, l'intensité, la personnalisation ainsi que l'autonomie Haldin et al. (2022). Tout cela est rendu possible par l'utilisation de l'intelligence artificielle générative permettant d'automatiser l'outil, et d'optimiser le temps de mise en place d'une telle rééducation. Fluent-IA permettrait par conséquent de réactiver auprès des patients leurs réseaux sémantiques associés aux mots cibles.

Malgré des faiblesses, bien que significatives, cette application offre des pistes pour l'avenir. Notamment, en proposant des fonctionnalités de suivi et d'analyse de données, en diminuant les coûts, et en favorisant l'interaction praticien (ou proche) – patient.

Pour conclure, Fluent-IA incarne une avancée prometteuse dans le domaine de la rééducation logopédique. En persistant à développer et adapter cette technologie, nous espérons ouvrir la voie à des méthodes de rééducation plus efficaces, plus rapides et moins onéreuses, marquant ainsi une forme de renouveau dans la prise en charge de patients aphasiques.

7 Cadre bibliographique

Allain, P., Aubin, G., Banville, F. et Willems, S. (2021). Neuropsychologie clinique et technologie (1^{ère} édition). Louvain-La-Neuve : De Boeck Supérieur SA.

Basaglia-Pappas, S. (2021). Etude de l'interrelation entre langage oral et fonctions exécutives Apport des aphasies primaires progressives (Thèse de doctorat). Umons, Mons. https://www.afcp-parole.org/wp-content/uploads/2022/03/These_S.Basaglia-Pappas.pdf

Basaglia-Pappas, S., Laurent, B., & Lefebvre, L. (2020). Diagnostic et spécificités des aphasies primaires progressives. 23.

Bénichou, D. (2014). Profils diagnostiques d'aphasie pour orthophonistes et non-orthophonistes. De Boeck Supérieur.

Bier, N., Macoir, J., Joubert, S., Bottari, C., Chaysier, C., Pigot, H., Giroux, S. et the SemAssist Team (2011). Cooking « Shrimp a la Creole » : A pilot study of an ecological rehabilitation in semantic dementia. *Neuropsychological Rehabilitation*, 2, 455-483. <https://doi.org/10.1080/09602011.2011.580614>

Bier, N., Paquette, G. et Macoir, J. (2018). Smartphone for smart living : Using new technologies to cope with everyday limitations in semantic dementia. *Neuropsychological Rehabilitation*, 28(5), 734-754. <https://doi.org/10.1080/09602011.2015.1094395>

Brady MC, Kelly H, Godwin J, *et al.* Speech and language therapy for aphasia following stroke. *Cochrane Database Syst Rev* 2016 ; 2016 : CD000425.

Brodeur, M. B., Guérard, K., & Bouras, M. (2014). Bank of Standardized Stimuli (BOSS) phase II : 930 new normative photos. *PloS one*, 9(9), e106953. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0106953>

Bunge, S. A., & Zelazo, P. D. (2006). A Brain-Based Account of the Development of Rule Use in Childhood. *Current Directions in Psychological Science*, 15(3), 118–121. <https://doi.org/10.1111/j.0963-7214.2006.00419.x>

Burrows, L. (2021). Finale Doshi-Velez on how AI is shaping our lives and how we can shape AI. The present and future of AI. Harvard School of Engineering. <https://seas.harvard.edu/news/2021/10/present-and-future-ai>

Caramazza, A., & Hillis, A. E. (1990). Where Do Semantic Errors Come From ? *Cortex*, 26(1), 95-122. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(13\)80077-9](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(13)80077-9)

Collins, A. M., & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407–428. doi: 10.1037/0033-295X.82.6.407.

Damasio, A. R. (1992). Aphasia. *The New England Journal of Medicine*, 326(8), 531–539. <https://doi.org/10.1056/NEJM199202203260806>

De Partz, M.-P. (1998). Rééducation et revalidation fonctionnelle. Dans X. Seron & M. Jeannerod (Eds.), *Neuropsychologie humaine* (p. 575–93). Liège, Belgique: Mardaga.

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual Review of Psychology*, 64, 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>

Ehrlich, M.-F., & Delafoy, M. (1990). La mémoire de travail : Structure, fonctionnement, capacité. *L'Année psychologique*, 90(3), 403-427. <https://doi.org/10.3406/psy.1990.29415>

Furnas, D.W., & Edmonds, L.A. (2014). The effect of computerised Verb Network Strengthening Treatment on lexical retrieval in aphasia. *Aphasiology*, 28(4), 401-420. doi: 10.1080/02687038.2013.869304

Goldstein, S., Naglieri, J.A., Princiotta, D. et Otero, T.M. (2014). Introduction : A history of executive functioning as a theoretical and clinical construct. *Handbook of executive functioning* (p.3-12). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8106-5_1

Goodglass, H., Quadfasel, F. A., & Timberlake, W. H. (1964). Phrase length and the type and severity of aphasia. *Cortex*, 1(2), 133-153. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(64\)80018-6](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(64)80018-6)

Guenec, D. (2017) Study of unit selection text-to-speech synthesis algorithms. Data Structures and Algorithms [cs.DS]. Université de Rennes, 2016. English. <https://theses.hal.science/tel-01439413>

Haldin C, Lœvenbruck H, Baciou M. (2022). Complémenter la méthode orthophonique avec des nouvelles approches de rééducation du langage et de la parole dans l'aphasie post-AVC. *Rev Neuropsychol* 2022 ; 14 (1) : 43-58. <https://doi:10.1684/nrp.2022.0701>

Hillis, A. E., & Caramazza, A. (1991). Mechanisms for accessing lexical representations for output: Evidence from a category-specific semantic deficit. *Brain and Language*, 40(1), 106-144. [https://doi.org/10.1016/0093-934X\(91\)90119-L](https://doi.org/10.1016/0093-934X(91)90119-L)

Lamps, M. (2023). Accompagnement des conjoints de patients aphasiques : Enquête sur les besoins et création d'un guide clinique (Mémoire en logopédie). Université de Liège, Liège. <https://matheo.uliege.be/handle/2268.2/19262>

Lavoie, M., Bier, N. et Macoir, J. (2019b). Efficacy of a self-administered treatment using a smart tablet to improve functional vocabulary in post-stroke aphasia : A case serie study. *International Journal of Language and Communication Disorders*, 54(2), 249-264. <https://doi.org/10.1111/1460-6984.12439>.

Lavoie, M. (2018). Rééducation fonctionnelle de l'anomie via tablette électronique : une approche novatrice en aphasie [Thèse de doctorat, Université Laval]. corpus.ulaval.ca

Lavoie, M., Macoir, J., & Bier, N. (2017). Lavoie et al. Amélioration de la dénomination orale de mots fonctionnels via une thérapie auto-administrée (p. 1-24).

Lavoie, M., Macoir, J., & Bier, N. (2016). Utilisation des technologies pour la rééducation de l'anomie post-AVC : État des connaissances (p. 40-49). <https://www.researchgate.net/publication/311452436>

Lecompte, D., De Bleeker, E., Janssen, F., Vandendriesschie, F., Hulselmans, J., De Hert, M., Mertens, C., Peuskens, J., D'Haenens, G., Liessens, D. et Wampers, M. (2006). Fonctions exécutives. *Supplément à Neurone*, 11(7). <https://lirias.kuleuven.be/retrieve/351675>

Leonard, C., Rochon, E., & Laird, L. (2008). Treating naming impairments in aphasia: Findings from a phonological components analysis treatment. *Aphasiology*, 22(9), 923–947. doi: 10.1080/02687030701831474.

Malengreau, B. (2023). Atelier Créactifs - Flutter (programmation mobile / Android) [Formation de 12h]. Le CLICK, Mons. <https://le-click.be/creactifs/#page-content>

Merlino, S. (2017). Intervenir sur l'aphasie en contexte hospitalier : analyse des pratiques de rééducation et d'évaluation. *Travaux neuchâtelois De Linguistique*, (66), 199–219. <https://doi.org/10.26034/tranel.2017.2917>

Mortley, J., Wade, J., & Enderby, P. (2004). Superhighway to promoting a client-therapist partnership ? Using the Internet to deliver word-retrieval computer therapy, monitored remotely with minimal speech and language therapy input. *Aphasiology*, 18(3), 193-211. doi: 10.1080/02687030344000553

Norman, D.A. & Shallice, T. (1980). Attention to action : willed and automatic control of behaviour. In : Davidson, R.J., Schwartz, G.E., Shapiro, D. Editors, *Consciousness and self regulation*, 4, 2-18, Plenum, New York.

Ramesh, A., Pavlov, M., Goh, G., Gray, S., Voss, C., Radford, A., Chen, M., & Sutskever, I. (2021). Zero-Shot Text-to-Image Generation (arXiv:2102.12092). arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2102.12092>

Seron, X., Linden, M. van Der, & De Partz, M.-P. (1991). In defence of cognitive approaches in neuropsychological therapy. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1(4), 303–318. doi: 10.1080/09602019108402260.

Seron, X. (1982). The reeducation of aphasics: The problem of the reeducation strategies. *International Journal of Psychology*, 17(1-4), 299–317. doi: 10.1080/00207598208247446.

Shallice, T. et Burgess, P.W. (1991). Deficits in strategy application following frontal lobe damage in man. *Brain*, 114(2), 727-741. <https://doi.org/10.1093/brain/114.2.727>

Stuss, D. T., & Alexander, M. P. (2000). Executive functions and the frontal lobes : a conceptual view. *Psychological research*, 63(3-4), 289–298. <https://doi.org/10.1007/s004269900007>

Verhaegen, C., Piertot, F. & Poncelet, M. (2013) Dissociable components of phonological and lexical–semantic short-term memory and their relation to impaired word production in aphasia, *Cognitive Neuropsychology*, 30:7-8, 544-563, DOI: 10.1080/02643294.2014.884058

Vriezen, E.R. et Pigott, S.E. (2002). The relationship between parental report on the BRIEF and performance-based measures of executive function in children with moderate to severe traumatic brain injury. *Child Neuropsychology*, 8(4), 296-303. <https://doi.org/10.1076/chin.8.4.296.13505>

Weill-Chounlamountry, A., Capelle, N., Tessier, C., & Pradat-Diehl, P. (2013). Multimodal therapy of word retrieval disorder due to phonological encoding dysfunction. *Brain Injury*, 27(5), 620-631. doi: 10.3109/02699052.2013.767936

West, D., Allen, J. (2018). How artificial intelligence is transforming the world. BROOKINGS. <https://www.brookings.edu/articles/how-artificial-intelligence-is-transforming-the-world/>

UNIVERSITE DE MONS

Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation

Résumé

Introduction - L'anomie est une de ses manifestations les plus fréquentes au sein de l'aphasie induite (Haldin et al., 2022). Or, nous savons que des thérapies auto-administrées sont efficaces dans la rééducation de l'anomie postAVC. Cependant, la majorité des études visent le réapprentissage de mots déjà illustrés provenant de banques d'images, indépendamment de leur fonctionnalité dans la vie quotidienne (Lavoie et al., 2016).

Objectif - L'objectif de ce mémoire est le développement d'une application inspirée de l'outil iTSA de Lavoie et al. (2019), intégrant l'intelligence artificielle générative afin de proposer une rééducation auto-administrée et personnalisée aux patients aphasiques.

Méthode - L'application, nommée Fluent-IA, réside en une tâche de dénomination d'images permettant à l'utilisateur de définir ses items à rééduquer. Celle-ci génère une nouvelle image pour un même concept à chaque itération de la rééducation. Cinq questions d'ordre sémantique sont ensuite affichées à l'écran. Enfin, le son de l'item est généré par le programme afin de fournir une aide au patient. Dans un second temps, l'outil a fait l'objet d'une évaluation par différents acteurs afin d'identifier ses forces et ses limites.

Résultats - Les résultats montrent une appréciation positive de Fluent-IA. Les acteurs ont souligné la facilité d'utilisation et la portabilité de l'application, ainsi que son potentiel thérapeutique. Des suggestions d'amélioration ont été fournies permettant de nouvelles perspectives pour l'outil.

Conclusion - Ce mémoire a permis de proposer une application à visée rééducative et auto-administrée pour des patients aphasiques. Tout cela en se basant sur trois principes développés par Haldin et al. (2022) et partagé par Lavoie et al., (2019), l'intensité, l'engagement social et la personnalisation, afin de garantir une rééducation pertinente et possiblement efficace. Les différents retours suggèrent, en effet, un fort potentiel clinique. Des études supplémentaires seront néanmoins nécessaires pour affiner l'outil et valider sa pertinence thérapeutique.