



HAL
open science

Étude du processus de la reprise de conduite après un accident vasculaire cérébral

Clara Gasne

► To cite this version:

Clara Gasne. Étude du processus de la reprise de conduite après un accident vasculaire cérébral. Sciences agricoles. Université Lumière - Lyon II, 2024. Français. ⟨NNT : 2024LYO20085⟩. ⟨tel-05073570⟩

HAL Id: tel-05073570

<https://theses.hal.science/tel-05073570v1>

Submitted on 19 May 2025

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

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



HAL Authorization

N° d'ordre NNT : 2024LYO20085

**THÈSE DE DOCTORAT DE L'UNIVERSITÉ
LUMIÈRE LYON 2**

École Doctorale : ED 476 Neurosciences et Cognition

Discipline : Neuropsychologie

Soutenue publiquement le 11 décembre 2024, par :

Clara GASNE

**Étude du processus de la reprise de conduite
après un accident vasculaire cérébral.**

Devant le jury composé de :

Jean-Christophe DAVIET , Professeur des universités - praticien hospitalier, CHU Limoges	Président
Isabelle MILLEVILLE, Chargée de recherche, Université de Nantes	Rapporteuse
Philippe AZOUVI, Professeur des universités - praticien hospitalier, Hôpital Raymond Poincaré et Université de Versailles Saint Quentin en Yvelines	Rapporteur
Isabelle BONAN , Professeure des universités - praticienne hospitalière, CHU Rennes	Examinatrice
Laurence PAIRE-FICOUT, Directrice de recherche, Université Gustave Eiffel	Directrice de thèse
Maud RANCHET , Chargée de recherche, Université Gustave Eiffel	Co-directrice de thèse
Jean-Luc Le Guiet	invité

Contrat de diffusion

Ce document est diffusé sous le contrat *Creative Commons* « [Paternité – pas d'utilisation commerciale – pas de modification](#) » : vous êtes libre de le reproduire, de le distribuer et de le communiquer au public à condition d'en mentionner le nom de l'auteur et de ne pas le modifier, le transformer, l'adapter ni l'utiliser à des fins commerciales.

THESE DE DOCTORAT
Université Lumière Lyon II

Spécialité
Neurosciences Cognitives

École doctorale
ED 476 : Neurosciences et Cognition

**Étude du processus de la reprise de conduite après un accident
vasculaire cérébral**

Par
Clara Gasne

Sous la direction de :
Laurence PAIRE-FICOULT, directrice de thèse
Maud RANCHET, co-directrice de thèse

Présentée et soutenue publiquement le 11 décembre 2024

Composition du jury

Isabelle MILLEVILLE	Chargée de Recherche, Université de Nantes	Rapporteure
Philippe AZOUVI	Professeur des Universités – Praticien Hospitalier, Université Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines	Rapporteur
Isabelle BONAN	Professeure des Universités – Praticien Hospitalier, CHU de Rennes	Examinatrice
Jean-Christophe DAVIET	Professeur des Universités – Praticien Hospitalier, CHU de Limoges	Examineur
Jean-Luc LE GUIET	Médecin MPR, Centre Mutualiste de Kerpape	Membre invité
Maud RANCHET	Chargée de Recherche, Université Gustave Eiffel	Co-directrice de thèse
Laurence PAIRE-FICOULT	Directrice de Recherche, Université Gustave Eiffel	Directrice de thèse

Résumé

Un accident vasculaire cérébral (AVC) peut entraîner des séquelles motrices, cognitives et métacognitives, qui impactent les activités quotidiennes, comme la conduite automobile. La reprise de la conduite après un AVC est essentielle pour préserver l'autonomie. À l'inverse, l'arrêt de la conduite peut affecter la qualité de vie et l'implication dans la vie sociale et professionnelle.

L'objectif de ce travail de thèse consistait à étudier le processus de reprise de la conduite des personnes ayant subi un AVC tant au plan de l'évaluation, de la recommandation fournie par les professionnels, qu'au plan du devenir des personnes après la reprise de la conduite. En ce qui concerne l'évaluation de l'aptitude à la conduite, une étude rétrospective visait à investiguer les facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite, à partir des données issues de dossiers médicaux. Une étude expérimentale a exploré l'intérêt d'un feedback vidéo, suite à une mise en situation sur route, sur la prise de conscience des capacités de conduite. Enfin, concernant la reprise de la conduite, une enquête auprès des personnes post-AVC a été réalisée trois ans après l'évaluation de l'aptitude à la conduite.

Les principaux résultats montrent que les séquelles instrumentales, notamment les troubles phasiques, sont les plus associées à une recommandation défavorable d'aptitude à la conduite. Par ailleurs, bien que ces résultats doivent être stabilisés, nous avons montré que l'introduction d'un feedback vidéo suite à la mise en situation de conduite a permis d'améliorer la prise de conscience des capacités de conduite chez quatre des sept participants. A partir du questionnaire explorant la perception des conducteurs post-AVC après leur reprise, deux profils de personnes ont été identifiés. Un groupe de participants a rapporté modifier son comportement de conduite depuis l'AVC alors que l'autre groupe n'a perçu aucun changement dans sa conduite. Les personnes déclarant avoir modifié leur conduite étaient plus jeunes, vivaient davantage dans des zones rurales et avaient plus de séquelles comparativement à l'autre groupe.

En conclusion, ce travail de thèse permet de mieux comprendre le processus de reprise de la conduite des personnes post-AVC. Des retombées cliniques émergent de ces études, notamment sur la prise en compte des facteurs instrumentaux et métacognitifs lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Elles soulignent également l'intérêt d'un entretien adapté aux difficultés de conduite spécifiques, suite à la mise en situation sur route pour favoriser davantage la prise de conscience des capacités de conduite.

Mots clés : Accident vasculaire cérébral – Reprise de la conduite – Evaluation pluriprofessionnelle - Aptitude à la conduite - Prise de conscience des troubles – Neuropsychologie.

Abstract

A stroke can result in motor, cognitive, and metacognitive impairments that affect daily activities, such as driving. Resuming driving after a stroke is essential for maintaining independence. Conversely, stopping driving can negatively impact the quality of life and involvement in social and professional life.

The aim of this thesis was to study the process of resuming driving in stroke survivors, both in terms of assessment, recommendations provided by professionals, and the long-term outcomes after resuming driving. Regarding fitness-to-drive assessment, a retrospective study investigated the factors associated with fitness-to-drive recommendations based on data from medical records. An experimental study explored the benefits of video feedback, following an on-road test, on awareness of driving abilities. Lastly, regarding the return to driving, a survey of stroke survivors was conducted three years after the fitness-to-drive assessment.

The main results show that instrumental impairments, especially phasic disorders, are most associated with unfavorable fitness-to-drive recommendations. Additionally, although these results need to be further assessed, we showed that the introduction of video feedback after the on-road test helps to improve awareness of driving abilities in four of the seven participants. Based on the questionnaire exploring the perception of post-stroke drivers after resuming driving, two profiles of individuals were identified. One group of participants reported modified driving behavior since the stroke, while the other group perceived no driving changes. Participants in the modified driving group were younger, lived more in rural areas, and had more sequelae compared to the other group.

In conclusion, this thesis provides a better understanding of the process of resuming driving in stroke survivors. Clinical implications emerge from these studies, particularly regarding the consideration of instrumental and metacognitive factors in fitness-to-drive assessment. They also highlight the usefulness of an adapted interview addressing specific driving difficulties, following an on-road test, to further enhance awareness of driving abilities.

Keywords: Stroke – Return to driving – Multiprofessional assessment – Fitness to drive – Awareness of disorder – Neuropsychology

Remerciements

Tout d'abord je souhaite remercier les membres de mon jury pour le temps qu'ils ont accordé à l'évaluation de ce travail. Je vous remercie Isabelle MILLEVILLE et Philippe AZOUVI d'avoir accepté d'être les rapporteurs de cette thèse, Isabelle BONAN et Jean-Christophe DAVIET d'avoir accepté d'en être les examinateurs.

Pendant ces trois années (ainsi que les deux précédentes) j'ai eu la chance d'être encadrée par Laurence Paire-Ficout et Maud Ranchet. Il est vraiment difficile pour moi de dire en quelques mots à quel point votre encadrement m'a apportée bien au-delà de l'aspect académique. Je vous remercie pour votre disponibilité constante, votre écoute et tous les retours toujours bienveillants que vous avez pris le temps de m'adresser. Merci également d'avoir pris le temps de comprendre comment je fonctionne et d'avoir toujours accueilli mes émotions qui peuvent prendre beaucoup de place. Grâce à vous j'ai beaucoup appris, autant sur le plan professionnel que personnel.

Merci à l'équipe pluriprofessionnelle du centre Mutualiste de Kerpape et de l'hôpital Henry Gabrielle. Je remercie Pauline Coignard, Jean-Luc Le Guet, Marie-Coraline Delebecque, Nathalie Penvern, Emmanuelle Guillaume, Christian Allain et Jacques Luauté pour votre accueil, votre écoute, vos conseils ainsi que le temps que vous avez accordé à ce travail de thèse.

Je tiens également à remercier toutes les personnes du LESCOT qui ont été d'un grand soutien. Merci Nathalie Redouté pour ta disponibilité et ta gestion de tous les déplacements et surtout mes changements de train de dernières minutes. Merci Bruno Piechnik d'avoir pris le temps de changer toutes les stations qui perdaient la vie entre mes mains. Merci Myriam pour toutes les réunions sur les traitements statistiques que tu prenais le temps de m'expliquer. Merci à toutes les personnes qui m'ont accompagnées, soutenues, et fait bien marrer même dans les grandes périodes de rédaction : Erika, Yannick, Jordan, Florence, Théo, Fabien, Lucie, Evan, Mingming et Caroline. Merci Jean-Charles pour les blagues et les tisanes. Merci Ilann d'avoir supporté et accueilli tous mes doutes. Merci Lucile pour le partage de talent.

Je tiens aussi à remercier les personnes qui m'ont accueillie à mon arrivée dans ce laboratoire et que j'ai pu voir brillamment soutenir leur thèse. Merci à toi Isabeille pour ton soutien dès le tout début de la thèse et surtout au moment où ça a été le plus compliqué. Adouche merci pour ton humour et tes capsules temporelles qui m'ont beaucoup aidée à tenir. Merci la

Cécé.e, pour ton soutien indéfectible et la découverte de ton univers. Si je m'autorise à bifurquer aujourd'hui c'est en grande partie grâce à toi. Merci à toi Séb pour ta présence et ton écoute à chaque fois que je remettais tout en question.

Merci aux doctorantes et doctorants des autres laboratoires. Merci Hugues pour les moments de soutien souvent accompagnés de bières et de belles citations, après tout « on est que maître de soi-même ». Merci Thibault pour l'incruste au sein des doctorants de ton labo, sans toi je n'aurais jamais pu intégrer Jean-Luc à mes remerciements. Merci à Claire, Anaïs, Julie, Jules et François, autant pour les cafés, que les séances de rédaction et d'escalade.

Galinou merci d'avoir été un co-bureau aussi empathique et à l'écoute, je te dois beaucoup. Merci pour le soutien que tu m'as apporté tout au long de cette thèse, grâce à toi j'ai découvert de nouvelles émotions (fatiguéxcité) des blagues et des citations encore plus douteuses que les miennes.

Je veux dire un énorme merci à ma famille pour leur soutien inconditionnel. Papy, je sais que tu es dans beaucoup de mes pas. Merci à mes parents et mon frère, « n'oubliez pas que je vous aime ».

Merci à toi Simon pour ton soutien, ton écoute, et toute la singularité qui gravite autour de toi. Merci de m'avoir permis de m'écouter et de m'épanouir à tes côtés.

Merci aux étoiles filantes qui ont contribué, sans toujours vraiment le savoir, à un soutien permanent.

Merci à mes colocataires, ceux avec lesquels j'ai commencé cette thèse et ceux avec lesquels je l'ai terminée. Merci pour votre soutien permanent, pour tous les moments de vie, les câlins post-insomnies dans la cuisine, les recharges en café, les petits plats et les gros fous rires. La vie n'a jamais été aussi douce que depuis que je la partage avec vous.

Et enfin merci aux copain.es militant.es. Merci de m'avoir montré que l'action peut apaiser la colère et la frustration, que le partage des luttes peut faire naître et nourrir de merveilleux liens. Et surtout que de ces moments de vies si forts peuvent naître les projets de vies les plus fous. Coconstruire un cocon de vie à vos côtés est un des projets les plus stimulants de ma vie, merci de le rendre possible. Merci de m'aider à trouver un peu de sens, de m'écouter sans jamais me juger et d'être la famille qu'on a choisie.

« Et surtout ne laissons pas filer cette énergie qui bout quelque part en nous »

Table des matières

Résumé	3
Abstract	5
Remerciements	6
Liste des abréviations	13
Introduction	15
Première partie : état de l'art	
Chapitre 1 – L'Accident Vasculaire Cérébral et ses conséquences.....	21
1.1. Définition.....	21
1.2. Epidémiologie	21
1.2.1. Dans le monde	21
1.2.2. En France.....	22
1.3. Facteurs de risque	22
1.3.1. Facteurs de risques non modifiables.....	22
1.3.2. Facteurs de risques modifiables.....	23
1.4. Conséquences d'un AVC	24
1.4.1 Séquelles motrices, sensitives et visuelles.....	24
1.4.2. Séquelles cognitives	25
1.4.3. Altérations de la métacognition.....	32
Chapitre 2 – Conduite automobile et évaluation de l'aptitude à la conduite.....	37
2.1. La conduite, une activité complexe	37
2.2. Modélisations de l'activité de conduite.....	38
2.2.1. Modèle de Michon (1985).....	38
2.2.2. Modèle de Anstey et al. (2005)	40
2.2.3. Modèle de Krems & Baumann (2009)	41
2.2.4. Modèle de Lindstrom-Forneri et al., (2010).....	44
2.3. Evaluation de l'aptitude à la conduite	46
2.3.1. Comment l'aptitude à la conduite est-elle évaluée en France ?.....	46
2.3.2. Comment l'aptitude à la conduite est-elle évaluée au sein d'autres pays ?.....	53
2.3.3. Taux de recommandation d'aptitude à la conduite après un AVC.....	56
Chapitre 3 – Conduire après un AVC.....	59
3.1. Facteurs de la reprise de la conduite.....	59
3.1.1 Caractéristiques sociodémographiques et de conduite	59
3.1.2 Caractéristiques cliniques.....	59
3.1.3 Les fonctions cognitives	60
3.2. Quels sont les comportements de conduite après un AVC ?.....	61
3.2.1. Accidentologie.....	61

3.2.2. Performances de conduite.....	62
3.2.3. Perception des habitudes de conduite.....	63
3.3. Métacognition et conduite	65
3.3.1. Comment la métacognition influence les performances de conduite ?	65
3.3.2. Evaluation de la métacognition	66
3.3.3. Comment améliorer la métacognition ?.....	67
Chapitre 4. Problématiques et objectifs de la thèse	71
Deuxième partie : contribution expérimentale	
Chapitre 5 – Evaluation de l’aptitude à la conduite chez les personnes post-AVC : état des lieux dans deux établissements.....	75
5.1. Contexte et objectifs.....	75
5.2. Méthodologie.....	75
5.2.1. Population.....	75
5.2.2. Procédure.....	76
5.2.3. Analyses statistiques.....	78
5.3. Résultats	79
5.4. Discussion et conclusion	81
Chapitre 6 – Etude des facteurs associés aux recommandations d’aptitude à la conduite après un AVC au centre mutualise de Kerpape.....	85
6.1. Contexte et objectifs.....	85
6.2. Méthodologie.....	85
6.2.1. Population.....	85
6.2.2. Analyses statistiques.....	86
6.3. Résultats	86
6.3.1. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite	86
6.3.2. Caractéristiques cliniques.....	87
6.3.3. Régression logistique.....	88
6.4. Discussion	89
6.5. Conclusion.....	93
Chapitre 7 – Intérêt d’un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite	95
7.1 Contexte et objectifs.....	95
7.2. Méthodologie.....	96
7.2.1. Participants	96
7.2.2. Procédure.....	97
7.2.3. Analyses	102
7.3. Résultats	103
7.3.1. Evaluation de l’effet du feedback vidéo	104
7.4. Discussion	116

7.5 Conclusion.....	119
Chapitre 8 – Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite 3 ans après leur évaluation	121
8.1. Contexte et objectifs	121
8.2. Méthodologie.....	122
8.2.1. Participants	122
8.2.2. Matériel	122
8.2.3. Analyses statistiques.....	122
8.3. Résultats	123
8.3.1. Description de l'échantillon	123
8.3.2. Caractéristiques cliniques en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	124
8.3.3. Classification hiérarchique	126
8.4. Discussion	132
8.5. Conclusion.....	138
Chapitre 9 – Performances neuropsychologiques et reprise de la conduite après un AVC.....	141
9.1. Contexte et objectifs	141
9.2. Méthodologie.....	141
9.2.1. Population.....	141
9.2.2. Procédure.....	142
9.2.3. Analyses statistiques.....	148
9.3. Résultats	150
9.3.1. Niveau cognitif selon la recommandation d'aptitude à la conduite	150
9.3.2. Niveau cognitif selon la reprise de la conduite.....	157
9.4. Discussion	161
9.5. Conclusion.....	165
Troisième partie : discussion générale	
Chapitre 10 – Discussion générale	169
10.1. Une grande disparité dans les méthodes l'évaluation de l'aptitude la conduite selon les établissements.....	170
10.2. Recommandations d'aptitude à la conduite.....	171
10.2.1. Certains facteurs cliniques et cognitifs jouent un rôle sur les recommandations d'aptitude à la conduite.....	171
10.2.2. Effets du feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite	174
10.3. Reprise de la conduite après un AVC.....	177
10.3.1. Des facteurs cliniques associés à la reprise de la conduite	177
10.3.2. Perception des pratiques de conduite après un AVC.....	178
10.4. Perspectives	180
10.5. Conclusion.....	183

Bibliographie	185
Index des figures	201
Index des tableaux	203
Annexes	205
Annexe A. Questionnaires étude pilote	205
Annexe B. Publications et communications	210
Publications	210
Conférences	231

Liste des abréviations

AIT : Accident Ischémique Transitoire

AVC : Accident Vasculaire Cérébral

BADS : Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome

Benton VRT : Benton Visual Retention Test

BIDSAM : Brain Injury Driving Self-Awareness Measure

BRIEF-A : Behavior Rating Inventory of Executive Function

FIM : Functional Independence Measure

HAS : Haute Autorité de Santé

INSERM : Institut national de la santé et de la recherche médicale

JORF : Journal Officiel de la République Française

MEM : Memory Evaluation of Multiple Elements

MMSE : Mini-Mental State Examination

MoCA : Montréal Cognitive Assessment

MVPT : Motor Free Visual Perception Test

NIHSS : National Institutes of Health Stroke Scale

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

SDSA : Stroke Drivers' Screening Assessment

TAP : Test of Attentional Performance

TMT : Trail Making Test

TRIP : Test Ride for Investigating Practical fitness-to-drive

UFOV : Useful Field of View Test

WAIS IV : Weschler Adult Intelligence Scale

Introduction

Chaque année, environ 150 000 personnes subissent un Accident Vasculaire Cérébral (AVC) (Feigin et al., 2021). Cette affection neurologique peut entraîner des difficultés motrices (de Peretti et al., 2012), cognitives (Sexton et al., 2019) ainsi que des troubles de la conscience de ces difficultés (Orfei et al., 2007; Pia et al., 2004). Ces différentes séquelles peuvent avoir des répercussions sur la vie quotidienne, notamment en ce qui concerne la conduite automobile (George et al., 2014; Hwang & Song, 2023). En effet, les personnes ayant subi un AVC ont tendance à présenter des capacités de conduite altérées et à surestimer leur performance (Heikkilä et al., 1999a; Scott et al., 2009; Walton-Blane et al., 2016).

En France, la législation stipule qu'après un AVC, la conduite soit suspendue jusqu'à la stabilisation de l'état de santé, avant d'entamer un processus de reprise de la conduite (Journal Officiel de la République Française n°0079, 2022). Selon la législation, ce processus débute par une évaluation pluriprofessionnelle de l'aptitude à la conduite. Cette évaluation est en général composée d'une consultation médicale, parfois d'un bilan neuropsychologique et d'une mise en situation sur route réelle (Journal Officiel de la République Française n°0079, 2022 ; Haute Autorité de Santé, 2016). Suite à ces différentes étapes une synthèse est réalisée en présence de tous les professionnels afin de donner une recommandation d'aptitude à la conduite. Cette évaluation peut être favorable (possiblement avec restrictions ou aménagements de véhicule) ou défavorable (temporaire, ou définitive). Suite à une recommandation favorable, la personne doit ensuite faire valider son permis de conduire auprès d'un médecin agréé pour être autorisée à reprendre la conduite. La reprise de la conduite pour des personnes post-AVC est cruciale car elle permet le maintien de l'indépendance. A l'inverse, l'arrêt de la conduite est souvent vécu comme une perte d'autonomie et peut dégrader la qualité de vie de l'individu (Fonda et al., 2001; Mackenzie & Paton, 2003; Ragland et al., 2005). Le processus de reprise de la conduite après un AVC soulève donc plusieurs enjeux.

Le premier enjeu relève de la sécurité routière. Il est essentiel que l'évaluation de l'aptitude à la conduite reflète de façon représentative les réelles capacités de conduite d'une personne. Cela permet de s'assurer qu'une personne dont les capacités de conduite sont altérées ne soit pas autorisée à reprendre la conduite, et qu'elle ne représente pas de danger pour elle-même ni pour les autres usagers de la route.

Le deuxième enjeu concerne la santé publique. L'arrêt de la conduite peut affecter la qualité de vie de la personne puisqu'il augmente le risque de développer une dépression (Legh-Smith

et al., 1986; Ragland et al., 2005), réduit l'engagement dans les activités sociales (Ragland et al., 2005), et diminue l'intégration sociale et la qualité de vie (Finestone et al., 2010). Il est donc important de délivrer une recommandation représentative des capacités de conduite de la personne afin de ne pas engendrer le développement d'une nouvelle pathologie associée à une perte d'autonomie.

Finalement, un des principaux enjeux réside dans les méthodes d'évaluation de l'aptitude à la conduite et de la prise en charge des personnes post-AVC par les professionnels de santé. Il est essentiel de développer des outils d'évaluation objectivant les capacités réelles de conduite, ainsi que d'assurer une bonne adhésion des participants à cette évaluation ainsi qu'à la recommandation qui en découle. L'enjeu est d'autant plus important pour les personnes qui présentent une conscience des difficultés dégradée. En effet, recevoir une recommandation d'aptitude à la conduite défavorable alors que la conscience des difficultés est altérée peut entraîner des émotions négatives et une grande incompréhension. C'est pourquoi le développement d'outils permettant d'améliorer la prise de conscience de capacités réelles des personnes post-AVC représente un intérêt clinique important.

Ce travail de thèse a donc pour but d'étudier le processus de reprise de la conduite après un AVC et les différents enjeux qu'il soulève afin de proposer des pistes dans la prise en charge de ces personnes.

Ce manuscrit se décompose en dix chapitres. Le premier définit les caractéristiques de l'AVC ainsi que les différentes séquelles qu'il engendre. Le deuxième chapitre aborde la conduite automobile et les méthodes d'évaluation d'aptitude à la conduite. Le troisième chapitre clôt la partie théorique de ce manuscrit en présentant la reprise de la conduite après un AVC et les comportements de conduite associés. Ensuite, le quatrième chapitre dresse les problématiques et objectifs des différentes études présentées dans cette thèse abordant le processus de reprise de la conduite. La partie expérimentale débute avec le cinquième chapitre qui réalise un état des lieux de l'évaluation de l'aptitude à la conduite de personnes post-AVC dans deux établissements de santé. Le sixième chapitre étudie les facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite. Le septième chapitre explore l'intérêt d'un feedback vidéo d'une mise en situation de conduite sur la prise de conscience des capacités de conduite. Le huitième chapitre étudie le devenir des personnes post-AVC 3 ans après une évaluation de l'aptitude à la conduite. Le neuvième et dernier chapitre de la contribution expérimentale explore les liens entre les performances cognitives et la reprise de la conduite. Enfin, le dixième chapitre clôture ce manuscrit avec la discussion générale de l'ensemble des résultats obtenus,

les limites des différentes études ainsi que les perspectives de recherche que les résultats de ce travail de thèse soulèvent.

Deux études ont fait l'objet de publications dans des revues internationales. Par ailleurs, des analyses plus approfondies ont été ajoutées dans les discussions de ces articles au sein de la contribution expérimentale.

Première partie
Etat de l'art

Chapitre 1 – L'Accident Vasculaire Cérébral et ses conséquences

1.1. Définition

Chaque année dans le monde, 15 millions de personnes sont touchées par un Accident Vasculaire Cérébral (AVC). Toutes les cinq secondes, une personne subit un AVC dans le monde, toutes les quatre minutes en France (INSERM, 2019). L'AVC est une affection neurologique considérée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme un problème majeur de santé publique. Un AVC survient lorsque la circulation sanguine au sein du cerveau est interrompue. Il existe deux catégories répertoriées en fonction de la cause de l'obstruction des vaisseaux sanguins. L'AVC est qualifié d'ischémique lorsque la présence d'un caillot sanguin (thrombus) entraîne l'obstruction d'un vaisseau sanguin. C'est la forme la plus répandue, représentant environ 80% à 85% des cas. Les AVC ischémiques peuvent être transitoires (AIT) ou constitués. Un AVC ischémique est considéré comme Transitoire (AIT) lorsque sa durée est inférieure à 24 heures (OMS). Le deuxième type représentant environ 15% à 20% des AVC est dit hémorragique. Il se caractérise par un défaut d'oxygénation dans le cerveau provoqué par la rupture d'un vaisseau sanguin.

1.2. Epidémiologie

1.2.1. Dans le monde

Pour décrire la proportion d'individus touchés par une affection, on utilise le terme incidence, qui se réfère à l'apparition de nouveaux cas. L'incidence est définie comme le rapport entre le nombre de nouveaux cas d'une maladie et le nombre de personnes à risque, sur une période de temps déterminée. L'incidence est déjà en expansion depuis plusieurs dizaines d'années. Entre 1990 et 2019, elle a augmenté de 70% (Feigin et al., 2021). L'augmentation de l'espérance de vie de la population (Insee 2019 ; DRESS 2021) et la baisse du taux de létalité suite à un AVC (Béjot et al., 2009) expliquent en partie l'augmentation de l'incidence.

1.2.2. En France

L'AVC représente la première cause de handicap acquis chez les adultes et la 2ème cause de mortalité chez les hommes (INSERM, 2019). En 2015, plus de 15% des personnes décédaient avant les 30 jours suivant l'AVC. Trente pourcents des personnes post-AVC décédaient au cours de l'année suivante, selon les chiffres de Santé Publique. On observe néanmoins depuis ces 20 dernières années dans certaines régions une baisse du taux de mortalité de 25% dans les 30 jours suivant l'AVC (Béjot et al., 2009). Cette baisse de la mortalité est expliquée par une amélioration de la prise en charge lors de la phase aiguë de cette pathologie ainsi qu'une meilleure prévention primaire et secondaire. Identifier les facteurs de risque est un moyen de prévention visant à réduire l'apparition des AVC.

1.3. Facteurs de risque

Selon l'OMS, un facteur de risque est défini comme « tout attribut, caractéristique ou exposition d'un sujet qui augmentent la probabilité de développer une maladie ou de souffrir d'un traumatisme » (OMS, 2012). Il existe plusieurs caractéristiques susceptibles de favoriser l'apparition d'un AVC. Dans la littérature, les facteurs de risque sont souvent catégorisés en fonction de leur modifiabilité. Certains facteurs de risque sont dits « non modifiables », car il n'est pas possible d'agir sur eux et d'autres « modifiables » car ils présentent des caractéristiques individuelles pouvant être modulables.

1.3.1. Facteurs de risques non modifiables

Parmi les facteurs de risque non modifiables, un âge élevé est susceptible de provoquer un AVC. A partir de 55 ans, le risque de subir un AVC est multiplié par deux tous les dix ans (Rothwell et al., 2005).

Le sexe est également un facteur de risque renseigné dans la littérature. Chez l'homme l'incidence des AVC est 1.25 fois plus élevée que chez la femme (Rothwell et al., 2005). Cependant, le taux de mortalité est plus élevé chez les femmes. En France en 2013, le nombre de décès atteignait 18 343 chez les femmes, 13 003 chez les hommes. L'AVC est la 2ème cause

de mortalité chez les hommes après les cancers, elle en est la première cause chez les femmes (INSERM, 2019).

La génétique joue un rôle essentiel dans les risques d'apparition d'un AVC. Avoir des antécédents d'AVC familiaux, notamment au sein du premier degré de parentalité (parents) entraîne une augmentation du risque d'en subir un autant qu'il s'agisse d'AVC ischémique (Floßmann et al., 2004) qu'un hémorragique (Alberts et al., 2002). L'ethnie fait également partie des facteurs de risque non modifiable. Les personnes d'origine africaine ont une incidence plus élevée de développer un AVC que les personnes d'origine caucasienne (Goldstein et al., 2006 ; White et al., 2005). Cette incidence plus élevée a également été observée chez les personnes d'origine hispaniques (White et al., 2005).

Parmi les facteurs de risque de subir un AVC, il existe également des caractéristiques individuelles pouvant être modulables.

1.3.2. Facteurs de risques modifiables

Les études épidémiologiques ont montré des liens entre les risques d'apparition d'un AVC et des facteurs métaboliques dont le plus répandu est l'hypertension artérielle. Le risque d'avoir un AVC est entre 4 (avant 45 ans) à 9 fois (après 45 ans) plus important chez les personnes ayant de l'hypertension artérielle (O'Donnell et al., 2010).

D'autres facteurs de risque de types comportementaux sont également liés à l'apparition d'un AVC :

- La consommation de tabac double le risque d'avoir un AVC (Goldstein et al., 2006).
- Une forte consommation d'alcool (supérieur à sept verres par jour) augmente le risque d'avoir un AVC hémorragique par cinq, un AVC ischémique par trois (Sacco et al., 1999)
- L'obésité engendre une augmentation du risque de développer un AVC de 50 à 100% (Hu et al., 2007)
- Le diabète multiplie entre deux à six fois le risque d'avoir un AVC (Stegmayr & Asplund, 1995 ; Almdal et al., 2004)
- Les maladies cardiaques augmentent de le risque d'AVC par cinq (Warlow, 1998)

En France, même si l'accent est mis sur la prévention en visibilisant les facteurs de risque et la reconnaissance des signes d'apparition d'un AVC, la fréquence de cette affection neurologique reste élevée. La fondation pour la Recherche sur les AVC estime qu'en France, environ 800 000 personnes ont survécu à un AVC dont 60% gardent des séquelles. Ces séquelles peuvent être multiples et toucher plusieurs fonctions motrices et cognitives.

1.4. Conséquences d'un AVC

Les conséquences d'un AVC sont multiples et liées à sa gravité. Le score le plus utilisé pour définir la gravité d'un AVC provient du NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) (Lyden et al., 1999). Il est basé sur une échelle de 15 items évaluant les conséquences de l'AVC sur plusieurs sphères : la conscience, les mouvements extra oculaires, le champ visuel, les muscles faciaux, la motricité des membres inférieurs et supérieurs, le fonctionnement sensoriel, la coordination, la sphère langagière et l'héminégligence. Chaque sphère est évaluée avec une cotation de 0 jusqu'à 4. Plus les déficits sont sévères, plus le score est élevé. Ce score a initialement été créé dans le cadre d'études cliniques, notamment pour estimer l'injection ou non de la thrombolyse, un traitement médicamenteux permettant de dissoudre les caillots sanguins qui obstruent les artères cérébrales. Aujourd'hui il reste beaucoup utilisé, notamment à l'arrivée de la personne aux urgences pour quantifier la gravité de l'AVC et peut également être administré à plusieurs reprises afin d'étudier l'évolution des déficits engendrés par l'AVC et le degré de récupération des patients. Un AVC est considéré comme mineur lorsque le score NIHSS se situe entre 1 et 4, modéré lorsque le score se situe entre 5 et 15, sévère pour un score entre 15 et 20, grave quand le score est supérieur à 20.

Un AVC peut engendrer différents types de séquelles. Elles peuvent être motrices, sensibles, visuelles, cognitives, instrumentales. L'AVC peut également engendrer des troubles de la métacognition.

1.4.1 Séquelles motrices, sensibles et visuelles

Un AVC peut engendrer des séquelles motrices touchant plusieurs sphères de la motricité. Les séquelles les plus fréquentes d'un AVC sont les troubles de l'équilibre dont 50.3% des 1354 personnes interrogées dans une enquête déclarative de Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution en 2008 et 2009 sont touchées (de Peretti et al., 2012). Les séquelles visuelles

sont également fréquentes et concernaient 23% des personnes post-AVC (de Peretti et al., 2012). Les troubles sensitifs sont également fréquents suite à un AVC. Ils correspondent à l'altération de la sensibilité pouvant toucher une partie d'un membre jusqu'à plusieurs parties du corps. Une personne sur cinq rapporte être atteinte de troubles sensitifs (de Peretti et al., 2012). L'ensemble de ces séquelles peuvent avoir des répercussions sur les activités de la vie quotidienne, notamment sur la conduite automobile (Anstey et al., 2005). En effet, l'activité de conduite nécessite des capacités motrices et sensitives pour gérer les commandes d'un véhicule. La conduite requiert également des capacités visuelles efficaces ; une acuité binoculaire inférieure à 5/10 est incompatible avec la conduite selon l'arrêté de 21 décembre 2005 du Journal Officiel de la République Française (Journal Officiel de la République Française n°301, 2005)

1.4.2. Séquelles cognitives

Les troubles cognitifs comptent parmi les séquelles les plus courantes après un AVC (Jokinen et al., 2015). Selon une méta-analyse comprenant 21 études, 38% des 4158 participants souffrent de troubles cognitifs (Sexton et al., 2019). Sur 200 personnes post-AVC ayant réalisé une batterie de tests cognitifs, 78% présentent des déficits dans au moins une des sphères cognitives étudiées (attention, langage, mémoire, fonctionnement exécutif) (Leśniak et al., 2008). Dans une autre étude incluant 168 personnes post-AVC, les auteurs ont montré que 55% d'entre eux ont une altération d'au moins un des sept domaines cognitifs évalués (raisonnement abstrait, mémoire verbale, mémoire visuelle, fonctionnement exécutif, visuo-perception, langage, et négligence) (Nys et al., 2007).

Les séquelles cognitives après un AVC peuvent toucher différentes composantes du fonctionnement cognitif.

- La vitesse de traitement

La vitesse de traitement correspond à la vitesse avec laquelle une information peut être comprise, intégrée et traitée (Shanahan et al., 2006). Sur une cohorte de 133 participants post-AVC, un ralentissement de la vitesse de traitement de l'information est présent chez 50% des participants (Mahon et al., 2020). Les personnes post-AVC peuvent également avoir des difficultés de perception du temps avec une tendance à sous-estimer le temps réellement passé

lors d'une tâche (Marinho et al., 2019). Ces difficultés d'estimation du temps peuvent ainsi avoir des conséquences sur les prises de décisions motrices et cognitives en conduite (Marinho et al., 2019).

La vitesse de traitement est bien entendu impliquée dans la conduite (Anstey et al., 2005 ; Cullen et al., 2014; Fields & Unsworth, 2017), notamment pour analyser, comprendre et traiter rapidement les informations afin de réagir à une situation inattendue. Un ralentissement trop important de cette fonction peut représenter un obstacle majeur à la reprise de la conduite chez des personnes post-AVC.

- La mémoire

La mémoire fait référence aux processus complexes par lesquels l'individu est capable d'encoder, de stocker et de récupérer une information (Strauss et al., 2006). C'est également une des fonctions cognitives les plus altérées par un AVC. Les troubles de la mémoire concernent 42.1% des 1354 personnes post-AVC interrogées dans une enquête déclarative de Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution en 2008 et 2009 (de Peretti et al., 2012). Un AVC peut engendrer des altérations de la mémoire à court terme, 24 % des 200 participants post-AVC déclaraient avoir des déficits de cette nature. La mémoire à long terme peut également être altérée avec 13% des participants déclarant des déficits dans ce domaine (Leśniak et al., 2008). D'après plusieurs modèles de la mémoire (Tulving, 1972 ; Squire, 1980) la mémoire à long terme comprend la mémoire sémantique et la mémoire procédurale. La mémoire sémantique concerne toutes les connaissances générales ainsi que des définitions et concepts abstraits que nous avons encodés. Elle permet de rappeler ces connaissances de façon verbale (dénomination, définition de terme) ou non verbale (reconnaissance d'objet, utilisation d'objet). La mémoire procédurale nous permet l'apprentissage et l'exécution d'habiletés motrices, telles que la conduite d'un véhicule, la manipulation de la boîte à vitesses, et du volant. Les fonctions mnésiques sont également bien sollicitées lors de l'activité de conduite (Fields & Unsworth, 2017). La mémoire sémantique va nous permettre d'apprendre et de se rappeler des règles du code de la route et des panneaux de sécurité routière.

- Les fonctions exécutives

Le fonctionnement exécutif peut également être altéré suite à un AVC. Les fonctions exécutives regroupent toutes les fonctions de haut niveau permettant la réalisation d'une nouvelle tâche. Ces fonctions facilitent l'adaptation à des situations nouvelles lorsque les routines d'actions ne suffisent pas (Burgess & Simons, 2005). Selon plusieurs auteurs, il existe trois fonctions exécutives fondamentales : l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité mentale (Diamond, 2013). L'inhibition permet de résister aux distractions et de contrôler des comportements automatiques. Cette capacité cognitive permet d'inhiber les éléments non pertinents lors de la réalisation d'une tâche pour traiter uniquement les informations utiles. Elle permet aussi de contrôler les comportements automatiques. La mémoire de travail permet le maintien à court terme et la manipulation d'informations lors de la réalisation d'une tâche. La flexibilité mentale est la capacité à s'adapter à une nouvelle règle ou situation. Ces trois fonctions sont essentielles lorsque nous devons faire face à une nouvelle situation.

Plusieurs études ont montré qu'un AVC altérait ces fonctions (Leśniak et al., 2008; Nys et al., 2007; Roussel et al., 2016). Sur les 200 participants de l'étude de (Leśniak et al., 2008) ayant réalisé des tests cognitifs évaluant notamment l'inhibition et la flexibilité mentale, 18% d'entre eux ont une altération du fonctionnement exécutif, alors que Nys et al., (2007) et Roussel et al., (2016) en compte 39% chez les participants post-AVC inclus dans leurs études.

Pour ce qui est de la mémoire de travail, les résultats d'une méta-analyse rassemblant 50 articles ayant comparé les performances de mémoire de travail de 3 084 personnes post-AVC et 2 898 personnes saines montrent des déficits significatifs de la mémoire de travail chez les participants post-AVC (Lugtmeijer et al., 2021).

Les fonctions exécutives sont souvent sollicitées dans les activités de la vie quotidienne notamment pendant la conduite automobile (Anstey et al., 2005 ; Fields & Unsworth, 2017). Par exemple, lorsqu'un trajet emprunté régulièrement est en travaux, trouver un autre itinéraire sollicite les capacités de flexibilité mentale. Trouver un nouveau trajet nécessite de garder en mémoire les différentes étapes de l'itinéraire pour les réaliser (mémoire de travail), et également d'inhiber les étapes non pertinentes et ne pas prendre le trajet habituel (inhibition).

- Les capacités visuo-spatiales

Les capacités visuo-spatiales permettent de percevoir, analyser, interpréter et manipuler des informations visuelles et spatiales dans leur environnement. Elles regroupent les capacités de perception spatiale, et de construction.

Nys et al., (2007) ont également montré que les capacités de visuo-perception et de visuo-construction sont altérées chez 38% des 190 participants post-AVC. (Jokinen et al., 2015) ont également observé des déficits au sein des capacités visuo-constructives chez 55% des personnes post-AVC.

Ces capacités sont sollicitées lors de la conduite (Fields & Unsworth, 2017). La conduite nécessite en effet l'utilisation des capacités de perception visuo-spatiales pour avoir une représentation mentale de tous les éléments pertinents à traiter lors d'une situation de conduite (Lanceley, 2015).

- Le fonctionnement attentionnel

Le fonctionnement attentionnel comprend plusieurs composantes. La vigilance, ou l'alerte est l'état d'éveil général qui permet à une personne de réagir rapidement et de manière appropriée à une stimulation. L'alerte est à la base de toute performance en matière d'attention, de bonnes capacités de vigilance est une condition préalable à tout comportement efficace (Van Zomeren and Brouwer, 1994). Une deuxième composante du fonctionnement attentionnel est l'attention sélective. Elle permet de se concentrer sur le traitement d'un stimulus tout en inhibant les éléments non pertinents. La troisième composante, l'attention divisée, permet de traiter plusieurs informations simultanément venant de sources différentes. Enfin, l'attention soutenue permet de maintenir son attention pendant une longue période.

Spaccavento et al. (2019) ont investigué les séquelles attentionnelles chez des participants post-AVC en utilisant trois tests différents pour évaluer trois composantes de l'attention. L'alerte était évaluée avec l'épreuve d'alerte phasique de la TAP (Tests d'Évaluation de l'Attention) qui consiste à réagir le plus rapidement possible quand un stimulus apparaît. L'attention sélective était étudiée avec l'épreuve go no go de la TAP qui consiste à réagir le plus rapidement possible quand un signe apparaît, sans réagir lors de l'apparition de distracteurs. L'attention divisée était mesurée avec l'épreuve de la double tâche de la TAP où le participant devait réagir à l'apparition de certains stimuli visuels et auditifs pouvant apparaître plus ou moins simultanément. Les résultats ont montré que plus de 80% des 204

participants post-AVC avaient un déficit dans au moins une des trois composantes de l'attention (Spaccavento et al., 2019). Quarante-cinq pourcent des participants avaient des performances déficitaires au test évaluant l'alerte, 47% au test évaluant l'attention sélective et 40% au test évaluant l'attention divisée (Spaccavento et al., 2019). Ces résultats sont corroborés par d'autres auteurs qui montrent que l'attention soutenue était déficitaire chez 31% des 86 participants post-AVC, l'attention sélective chez 35% des participants, et l'attention divisée chez 43% des participants (Hyndman & Ashburn, 2003).

De toute évidence, le fonctionnement attentionnel est sollicité dans l'activité de conduite (Anstey et al., 2005 ; Fields & Unsworth, 2017). Par exemple, l'attention soutenue est impliquée lorsqu'un individu doit rester concentré pendant un trajet long et répétitif comme lors d'un trajet sur autoroute. L'attention divisée est nécessaire lorsque que le conducteur doit se concentrer sur une situation de conduite tout en écoutant une conversation avec un passager. L'attention sélective est sollicitée lorsque le conducteur doit orienter son attention sur les stimuli pertinents pour résoudre une situation de conduite (ex. une zone de travaux) et inhiber les sources qui pourraient le distraire. Enfin, l'alerte est sollicitée lorsque le conducteur doit réagir rapidement à une situation de conduite imprévue comme une traversée de piéton proche du véhicule.

- Les fonctions instrumentales

Les fonctions instrumentales sont constituées des gnosies, des fonctions langagières, et des praxies.

Les gnosies

La gnosie correspond à la capacité à reconnaître un stimulus de façon visuelle, tactile, auditive, olfactive ou gustative. Lorsqu'une lésion cérébrale affecte cette faculté on parle d'agnosie. Ce trouble peut empêcher la reconnaissance d'une image (agnosie visuelle), d'un objet (agnosie tactile), d'un son (agnosie auditive), d'une odeur (agnosie olfactive) ou d'une saveur (agnosie gustative). Il existe également un trouble spécifique de la reconnaissance des visages appelée prosopagnosie.

Les agnosies suite à un AVC sont peu fréquentes, de 2 à 4 % selon les études (Jokinen et al., 2015; Leśniak et al., 2008). Les capacités gnosiques sont sollicitées lors de la conduite notamment les gnosies visuelles pour reconnaître les panneaux, ainsi qu'auditives pour reconnaître des sons spécifiques comme les sirènes d'une ambulance.

Le langage

Le langage est l'habileté qui nous permet de communiquer par un système complexe et dynamique de symboles conventionnels (American Speech-Language-Hearing Association, 1982). Lorsque les capacités langagières sont altérées on parle d'aphasies. Les aphasies peuvent toucher autant la compréhension que l'expression du langage. L'aphasie réceptive (aussi appelée fluente ou de Wernicke) correspond à une altération de la compréhension du langage. Les personnes touchées par ce type d'aphasie sont capables de s'exprimer de façon fluente avec des mots qui existent mais qui n'ont pas de lien entre eux, ce qui rend leur discours incompréhensible. L'aphasie expressive (non fluente ou de Broca) correspond à une altération des capacités de production du langage. Dans ce type d'aphasie, la compréhension du langage reste intacte.

Les aphasies sont des séquelles fréquentes suite à un AVC. Dans une revue de littérature incluant 50 articles, l'aphasie était présente chez au moins 30% des personnes après un AVC (Flowers et al., 2016). Au sein de deux autres études les aphasies étaient présents chez 1/4 des participants post-AVC (26% dans l'étude de Nys et al. (2007), 27% dans l'étude de Leśniak et al. (2008), respectivement). Les capacités linguistiques étaient testées à la fois sur la compréhension, l'expression, la lecture, l'écriture (Leśniak et al., 2008). Les troubles phasiques suite à un AVC sont rarement présents de façon isolé (Varkanitsa et al., 2023). Au sein des 28 études incluses dans la revue de littérature de Varkanitsa et al. (2023) plusieurs études ont montré que les personnes avec une aphasie avaient également des difficultés attentionnelles, d'apprentissage et de mémoire (Varkanitsa et al., 2023). Ces troubles peuvent donc avoir des répercussions sur la conduite. Les capacités langagières sont sollicitées lors de la conduite notamment pour la compréhension des instructions verbales données par un professionnel de la conduite lors d'une mise en situation sur route ou pour écouter les consignes via un GPS (Lanceley, 2015) et également pour la reconnaissance des panneaux. Les personnes avec des troubles phasiques ont de moins bonnes performances au test de reconnaissance des panneaux

(Donovan et al., 2015; Mackenzie & Paton, 2003). Les personnes avec des troubles phasiques ont également de moins bonnes performances de conduite (Hartje et al., 1991).

Les praxies

Les praxies correspondent aux capacités de planification et d'exécution d'un mouvement (Goodgold-Edwards & Cermak, 1990). Lorsque ces capacités sont altérées, on parle d'apraxie. Une altération des capacités praxiques peut toucher différents stades du mouvement. Dans les principaux types d'apraxie nous pouvons observer l'apraxie idéomotrice qui correspond à l'incapacité de réaliser un geste simple sur demande (ex mimer l'action de faire un signe de la main). Cette apraxie se distingue de l'apraxie idéatoire qui altère la capacité de réaliser un geste composé de plusieurs sous mouvements (ex allumer une bougie). Une personne apraxique peut également avoir des difficultés à se représenter les localisations de différents objets dans l'espace, on parle dans ce cas-là d'apraxie constructive. L'apraxie orale, quant à elle, correspond à une altération des capacités de production de sons liés au langage. Il existe également des apraxies d'habillage ou de la marche.

Les incidences des apraxies suite à un AVC diffèrent dans la littérature en fonction des types d'apraxies évaluées. Ces incidences peuvent varier de 6% pour les apraxies liées au langage (Pedersen et al., 2001), à 7% pour les types d'apraxies liées au mouvement (Pedersen et al., 2001), à 8% pour les apraxies constructives (Leśniak et al., 2008), jusqu'à 30% pour les apraxies orales (Ghoreyshi et al., 2022).

Même si les apraxies sont moins fréquentes que d'autres séquelles dans l'AVC, les tests évaluant les praxies sont souvent utilisés lors des évaluations d'aptitude à la conduite. Dans une revue de littérature de (Fields & Unsworth, 2017), sur les 14 études incluses, les capacités praxiques étaient évaluées dans 9 études lors des évaluations d'aptitude à la conduite. Les capacités praxiques sont bien impliquées lors de la conduite (Rees et al., 2008). Elles permettent aux conducteurs d'avoir une coordination adéquate lors de l'utilisation des pédales et du volant (Lanceley, 2015).

Dans cette partie, les séquelles instrumentales sont présentées de façon indépendante pour rendre la compréhension des altérations plus simples. Cependant, certains types de séquelles instrumentales sont controversées. Selon Hécaen (1972) l'apraxie de la parole n'existe pas au sein des types de troubles praxiques. Martin (1974) soutient que l'apraxie de la parole est en

réalité un type d'aphasie. D'autres auteurs expliquent que ces types d'altérations existent et qu'elles sont souvent présentes de façon concomitantes (Cramer et al., 2023). C'est également ce qui a été montré dans une étude (Ziegler et al., 2022). Sur 156 patients post-AVC avec une aphasie, la prévalence d'avoir également une apraxie de la parole était de 44% (Ziegler et al., 2022).

1.4.3. Altérations de la métacognition

La métacognition est la connaissance consciente qu'ont les individus de leurs propres capacités cognitives et la régulation de ces capacités lors d'une activité par le biais d'un contrôle cognitif (Neslon et al., 1994). Il existe une littérature abondante dans le champ de la métacognition. De nombreux modèles ont été proposés. Nous avons choisi de sélectionner les modèles qui nous semblent les plus adaptés dans le contexte de la conduite en prenant en compte les avancées les plus récentes dans le domaine. Deux dimensions sont présentes au sein de la métacognition : la conscience de nos propres capacités, et la capacité à les réguler. Ces deux dimensions vont être explicitées au sein de deux modèles (Crosson et al., 1989 ; Toglia & Kirk., 2000). Le premier modèle de Crosson et al., (1989) se concentre sur la conscience de soi. Toglia & Kirk, (2000) ont complété le modèle de Crosson et al., (1989) en ajoutant les capacités de régulation.

Crosson et al. (1989) ont créé un modèle orienté sur la conscience de soi, composé de trois niveaux hiérarchiques indépendants : le modèle pyramidal de la conscience de soi. Le niveau de base est la conscience intellectuelle. Elle désigne l'aptitude à identifier qu'une capacité est altérée, et l'implication de cette capacité altérée dans les activités de vie quotidienne. Prenons l'exemple d'une personne qui a des difficultés d'attention divisée suite à un AVC. Si cette personne a un bon niveau de conscience intellectuelle elle aura conscience de ce déficit et saura qu'elle a des difficultés à réaliser une tâche lorsqu'il y a trop de sources de stimulation différentes.

Le deuxième niveau de ce modèle est la conscience émergente. Ce niveau correspond à la capacité à reconnaître une situation difficile lorsqu'elle se déroule. Pour avoir conscience qu'une situation difficile liée à un déficit est en train de se produire, nous devons avoir conscience de l'altération de nos propres capacités. Une personne ne peut donc pas avoir accès à ce niveau de conscience émergente si elle n'a pas accès au premier niveau de conscience intellectuelle. Reprenons notre exemple de la personne qui a des difficultés attentionnelles. Si

lors de la conduite, elle est en conversation avec un passager, nous pouvons dire qu'elle a une conscience émergente adéquate si elle sait qu'elle sera en difficulté à l'arrivée d'une situation de conduite inhabituelle.

Le dernier niveau de ce modèle hiérarchique est la conscience anticipée. Elle correspond à la capacité d'anticiper une difficulté qui va se produire lors d'une tâche devenue difficile à cause d'un déficit. Si la personne de notre exemple se rend compte qu'elle va se retrouver dans une situation de conduite exigeante avec un passager qui tient une conversation (bavard) elle aura la capacité d'anticiper cette situation difficile en demandant au passager de reprendre la conversation une fois la situation passée. Ce modèle permet de visualiser la multi dimensionnalité de la conscience de soi. Il est hiérarchique car il suppose que les niveaux supérieurs dépendent des niveaux inférieurs.

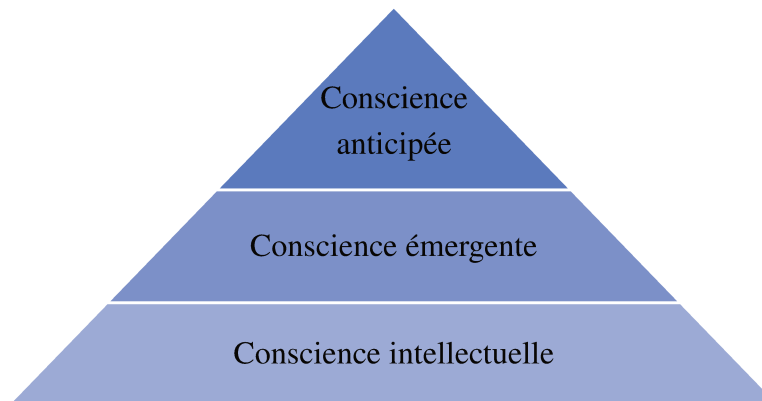


Figure 1. Schéma représentant le modèle pyramidal de la conscience de soi de Crosson et al. 1989

Toglia & Kirk, (2000) ont complété le modèle pyramidal de la conscience de soi qui faisait uniquement référence à la conscience de ses capacités, en lui apportant une dimension plus dynamique. Ce modèle a été appelé « Comprehensive Dynamic Interactional Model of awareness ». Ce modèle inclue la dimension de régulation des comportements absente dans le modèle de Crosson et al., (1989). Les auteurs proposent ainsi de voir les différentes interactions entre la conscience de soi et la régulation comme un modèle dynamique plutôt que hiérarchique. Toglia & Kirk, (2000) ajoutent le concept de « conscience en ligne ». Ce terme désigne un processus interactif de contrôle des performances et d'autorégulation au cours d'une activité. La conscience en ligne est activée au cours d'une activité et permet d'évaluer ses propres performances. Dans leur modèle, les auteurs expliquent qu'il existe des interactions dynamiques entre la conscience intellectuelle, la conscience émergente, la conscience anticipée

et la conscience en ligne. Ce modèle intègre également les facteurs qui peuvent influencer l'autorégulation des performances lors d'une tâche. Ces facteurs sont multiples : l'état cognitif et émotionnel de la personne, la motivation ainsi que l'importance de la tâche. L'ajout des facteurs influençant les capacités d'autorégulation au sein de ce modèle est pertinent notamment pour les professionnels de santé prenant en charge des personnes avec des troubles de la métacognition. Il permet de visibiliser les facteurs à prendre en compte afin de mieux comprendre les difficultés individuelles des troubles de la métacognition. Les auteurs ont à nouveau étudié la pertinence de leur modèle 20 ans après dans une revue de littérature incluant 54 articles (Toglia & Goverover, 2022). Cette revue de littérature a démontré la nature multidimensionnelle de la conscience de soi. Elle a également montré que ce modèle dynamique de conscience de soi était applicable chez des personnes d'âge différents, avec des pathologies différentes (notamment AVC et traumatisme crânien).

Un AVC peut entraîner un déficit de la métacognition appelé anosognosie (Orfei et al., 2007). L'anosognosie est définie comme un trouble de la conscience ou une absence totale de la conscience d'un déficit sensoriel, perceptif, moteur, affectif ou cognitif (Orfei et al., 2007). De nombreuses études ont été réalisées sur la fréquence de ce trouble chez les personnes ayant subi un AVC (Jehkonen et al., 2000 ; Hartman-Maeir et al., 2002). Ces fréquences sont différentes selon les études variant de 7% (Jehkonen et al., 2000) à 77% (Hartman-Maeir et al., 2002). Ces différences de taux peuvent s'expliquer par des délais différents entre l'AVC et l'évaluation. Dans l'étude de Jehkonen et al. (2000), l'anosognosie des participants avait été évaluée dans les dix jours suivant l'AVC alors qu'elle l'avait été dans les 4 à 8 semaines chez Hartman-Maeir et al. (2002).

Un déficit de conscience des troubles peut entraîner une mauvaise estimation des capacités de l'individu dans leurs activités quotidiennes (Gadidi et al., 2011). La métacognition a donc un rôle important dans la conduite. En effet, la conscience de ses propres capacités de conduite est un facteur qui peut moduler le comportement au volant autant que la capacité de conduite elle-même (Anstey et al., 2005; Paire-Ficout et al., 2021a). Un manque de conscience de ses propres capacités de conduite peut affecter la perception des capacités de conduite (Walton-Blane et al., 2016). Certains patients post-AVC ont tendance à surestimer leurs capacités de conduite (Hartje et al., 1991; Heikkilä et al., 1999a).

Chapitre 1. L'Accident Vasculaire Cérébral et ses conséquences

Dans ce premier chapitre, nous avons pu voir les différents types d'AVC, leur incidence, ainsi que leur gravité. Nous avons également abordé les différentes séquelles engendrées par un AVC ainsi que leurs conséquences sur l'activité de conduite. Dans le chapitre suivant nous allons définir ce qu'est l'activité de conduite en présentant différents modèles afin de comprendre comment les différentes fonctions impliquées interagissant entre elles pour rendre l'activité de conduite possible.

Ce qu'il faut retenir

- Un AVC est une affection neurologique fréquente qualifiée de pandémie par l'OMS dont l'incidence est en augmentation.
- Un AVC peut être hémorragique ou ischémique et est associé à plusieurs facteurs de risque modifiables et non modifiables.
- Les séquelles consécutives à un AVC peuvent toucher la motricité, la vision, la cognition et la métacognition.
- La métacognition comprend deux dimensions principales : la conscience de ses propres capacités (conscience intellectuelle, émergente, et anticipée) et la capacité à réguler ces capacités en temps réel (conscience en ligne).
- Les séquelles d'un AVC notamment cognitives et métacognitives peuvent avoir des répercussions sur l'activité de conduite.

Chapitre 2 – Conduite automobile et évaluation de l'aptitude à la conduite

2.1. La conduite, une activité complexe

La conduite automobile est une activité complexe qui sollicite un nombre important de compétences personnelles notamment visuelles, cognitives, et motrices (Anstey et al., 2005). Comme nous l'avons vu dans le chapitre précédent, elle sollicite un grand nombre de fonctions cognitives simultanément, comme la vitesse de traitement (Anstey et al., 2005 ; Cullen et al., 2014; Fields & Unsworth, 2017), la mémoire (Fields & Unsworth, 2017), les fonctions exécutives (Anstey et al., 2005 ; Fields & Unsworth, 2017), les capacités visuo-spatiales (Lanceley, 2015 ; Fields & Unsworth, 2017), les fonctions attentionnelles (Anstey et al., 2005 ; Fields & Unsworth, 2017), les fonctions instrumentales (Rees et al., 2008 ; Lanceley, 2015) et la métacognition (Anstey et al. 2005 ; Paire-Ficout et al., 2021). Un conducteur doit également être capable de comprendre le fonctionnement et l'utilisation d'un véhicule motorisé. De plus, même si la conduite automobile est considérée comme un moyen de déplacement individuel, cette activité se réalise dans un environnement dynamique en perpétuel changement dépendant, entre autres, des comportements des autres usagers. Elle implique la compréhension et l'apprentissage des règles explicites du code de la route ainsi que des règles parfois plus implicites du partage des voies, de l'ordre des priorités à une intersection, etc. La conduite automobile nécessite donc la gestion de plusieurs sources d'informations ainsi qu'une prise de décision rapide et adéquate en fonction des situations de conduite rencontrées.

Selon les données du ministère de l'intérieur, en 2019, 48 millions de personnes disposent du permis de conduire en France. La voiture est donc le moyen de déplacement le plus utilisé au quotidien. En France au cours de l'année 2019 les déplacements en voiture représentaient 80% des distances parcourues selon le ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires (Anstey et al., 2005) (Brahmi et al., 2022). Cette activité est synonyme d'autonomie et d'indépendance. A l'inverse, l'arrêt de la conduite peut impacter la qualité de vie. L'arrêt de la conduite est fortement associé à une diminution des activités en dehors du domicile (Marottoli et al., 2000), et également associé à l'augmentation des symptômes de dépression notamment chez les conducteurs âgés (Fonda et al., 2001 ; Ragland et al., 2005).

Plusieurs auteurs ont proposé des modèles explicatifs de l'activité de conduite en objectivant l'implication des différentes fonctions perceptives, cognitives, motrices et leurs

interactions. Dans cette prochaine partie, quatre modèles de conduite vont être présentés. Ces modèles ont été choisis pour leur complémentarité et leur pertinence par rapport aux objets d'études de ce travail de thèse.

2.2. Modélisations de l'activité de conduite

2.2.1. Modèle de Michon (1985)

Dans le cadre de ce travail de thèse, le premier modèle de conduite que nous avons choisi de détailler est celui de Michon (1985). Il a été utilisé par la Haute Autorité de Santé lors de la création des recommandations d'évaluation d'aptitude à la conduite en 2016, que nous présenterons en deuxième partie de ce chapitre (HAS, 2016). Enfin ce modèle a également été utilisé dans le protocole AUTOCAM-AVC, que nous présenterons dans la partie contribution expérimentale, afin de créer des scores stratégiques, tactiques et opérationnels des performances de conduite des participants lors de leur mise en situation sur route.

Le modèle de Michon (1985) caractérise la conduite comme la réalisation de plusieurs activités simultanées. Les comportements sont envisagés comme étant hiérarchisés en fonction de la temporalité et de l'exigence cognitive des activités de conduite. Trois niveaux hiérarchiques sont décrits : les niveaux stratégique, tactique et opérationnel (Figure 2)

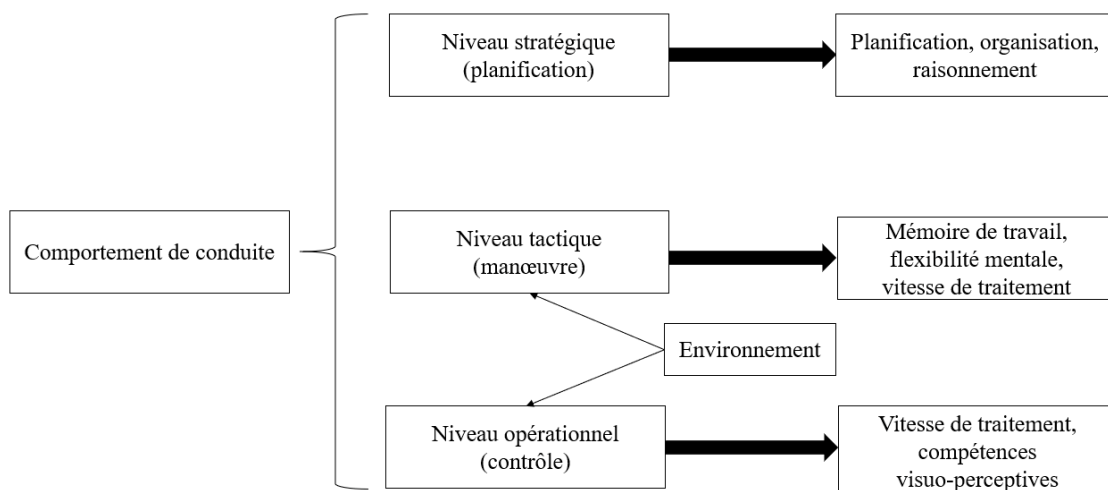


Figure 2. Schéma représentatif du modèle de Michon (1985) avec l'ajout de l'implication des fonctions cognitives introduites par Ranchet et al. (2012)

Le niveau stratégique est le niveau le plus élevé de cette hiérarchie. Il comprend les activités de conduite qui ont une exigence cognitive élevée et une exigence temporelle faible. Le niveau stratégique est vu comme l'étape de planification. Il comprend l'organisation d'un

itinéraire avec les objectifs du voyage, l'itinéraire, l'évaluation des coûts et risques en fonction de l'itinéraire choisi.

Le niveau tactique correspond aux activités ayant une exigence cognitive plus faible que celles du niveau stratégique mais avec une temporalité plus courte (de l'ordre de la seconde). Ce niveau comprend les activités de conduite en cours, dépendantes de l'environnement de conduite, qui permettent au conducteur de s'adapter aux conditions de la circulation en temps réel. Par exemple, ce niveau implique la gestion des interactions routières, telles que l'évitement d'obstacles sur la route, le dépassement de véhicules, ou même le changement d'itinéraire si celui choisi n'est pas praticable.

Le niveau opérationnel est le niveau de base de ce modèle. Les activités de conduite avec une exigence cognitive faible et une exigence temporelle élevée (millisecondes) font parties de ce niveau. Ce dernier comprend la réalisation des activités de conduite choisies dans les niveaux plus élevés, également dépendantes de l'environnement de conduite. Il est défini par les auteurs comme le niveau de contrôle, il comprend les tâches plus automatisées de conduite comme le contrôle de la trajectoire, de la vitesse, ou l'utilisation des commandes de la voiture.

Ce modèle permet de décomposer la conduite de façon hiérarchique en plusieurs niveaux, en fonction de l'exigence temporelle et cognitive des activités de la situation. Cependant, même si ce modèle se base sur les exigences cognitives des différentes activités de conduite, peu de détails sont fournis sur les fonctions cognitives impliquées dans chacun des niveaux hiérarchiques. Les travaux de Ranchet et al. (2012) permettent de combler ce manque. Ces auteurs ont investigué les liens entre les fonctions cognitives et les comportements de conduite auprès de personnes ayant la maladie de Parkinson. En étudiant les comportements de conduite sur simulateur et sur route réelle, les auteurs ont pu préciser les fonctions cognitives impliquées dans les différents niveaux du modèle de Michon (1985). Ainsi, le niveau stratégique sollicite plusieurs fonctions exécutives : la planification, l'organisation et le raisonnement. Ce sont ces fonctions qui vont permettre au conducteur de réfléchir et de préparer un itinéraire. Au niveau tactique, la vitesse de traitement de l'information est sollicitée ainsi que certaines fonctions exécutives telles que la mémoire de travail et la flexibilité mentale. Enfin, les capacités de vitesse de traitement et visuo-perceptives sont sollicitées lors des activités de conduite du niveau opérationnel.

Anstey et al. (2005) ont également créé un modèle de la conduite en incluant les fonctions cognitives impliquées dans les activités de conduite. Ces auteurs ont ajouté un

facteur pouvant moduler les comportements de conduite : la métacognition (Anstey et al., 2005).

2.2.2. Modèle de Anstey et al. (2005)

Dans ce travail de thèse, nous nous intéressons aux capacités de métacognition des personnes post-AVC, et notamment aux éventuels retentissements des capacités métacognitives sur les performances de conduite. C'est pourquoi le deuxième modèle que nous avons décidé de détailler intègre les notions de métacognition au sein des facteurs pouvant moduler les comportements de conduite (Anstey et al., 2005).

Anstey et al. (2005) ont proposé un modèle multifactoriel à partir de 13 articles qui étudiaient les différents facteurs associés à une conduite sécuritaire chez les conducteurs âgés (Anstey et al., 2005).

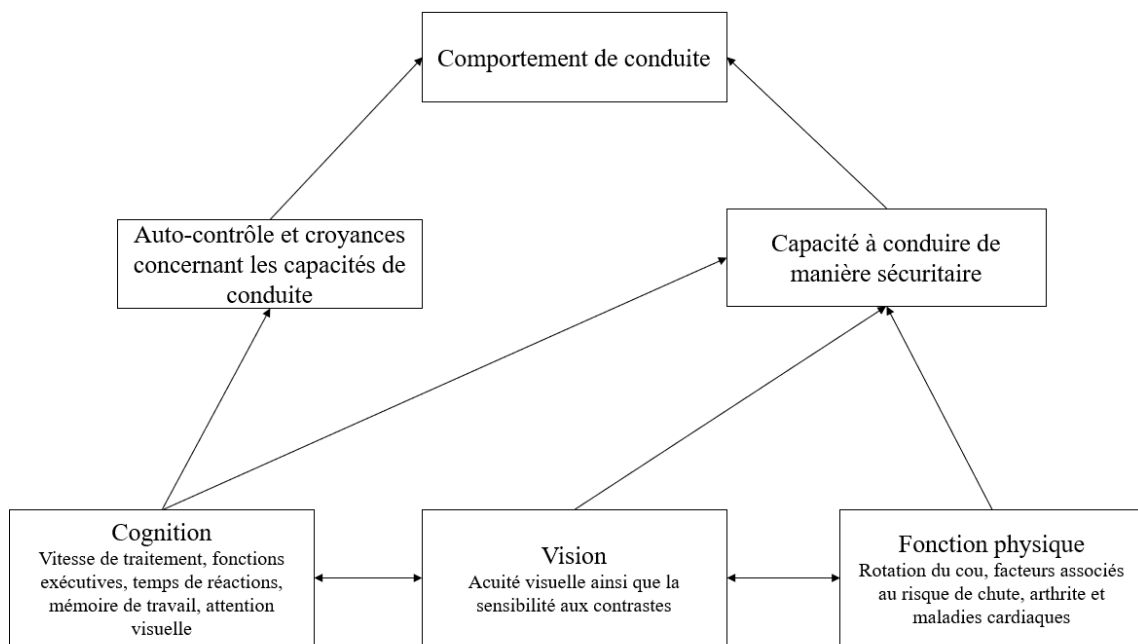


Figure 3. Schéma représentatif du modèle de Anstey et al. (2005)

Ce modèle explique que la conduite sécuritaire est influencée par l'interaction de trois types de facteurs : la cognition, la vision et les fonctions physiques. Parmi ces fonctions nous pouvons retrouver des fonctions similaires à celles ajoutées par (Ranchet et al., 2012) au modèle de (Michon, 1985), comme la vitesse de traitement et les fonctions exécutives. Anstey et al. (2005) ajoutent également les temps de réaction (rapidité de réponse cognitive et motrice), la mémoire de travail et l'attention visuelle. Parmi les fonctions visuelles, les auteurs incluent

l'acuité visuelle ainsi que la sensibilité aux contrastes. Les fonctions physiques comprennent la rotation du cou, et les facteurs potentiellement associés au risque de chute, à l'arthrite et aux maladies cardiaques.

La contribution importante dans le modèle de Anstey et al. (2005) est l'ajout des facteurs auto-contrôle et croyances concernant les capacités de conduite. Ces éléments renvoient à la métacognition. Les auteurs expliquent que la métacognition influence autant les comportements de conduite que les capacités de conduite elles-mêmes. Afin d'expliquer l'influence des croyances concernant les capacités de conduite et de l'auto-contrôle sur les comportements de conduite, nous pouvons reprendre notre exemple du conducteur avec des difficultés d'attention divisée. Si ce conducteur est conscient de ses difficultés, il va éviter des situations de conduite très couteuses au plan cognitif (carrefour complexe avec la radio allumée et une conversation avec les passagers en parallèle) ce qui lui permet d'adapter son comportement au profit d'une conduite sécuritaire. En ajoutant la notion de métacognition, Anstey et al. (2005) montrent que la conduite est une activité complexe régie par des interactions entre les capacités de conduite réelles et les connaissances à propos de ses propres capacités.

Krems & Baumann, (2009) ont proposé un modèle de qui met l'accent sur le rôle de la mémoire épisodique dans la conduite (Krems & Baumann, 2009).

2.2.3. Modèle de Krems & Baumann (2009)

Le modèle de Krems & Baumann, (2009) a été décrit car il souligne l'implication de la mémoire épisodique et de l'inhibition dans l'activité de conduite, il nous a permis d'expliquer les résultats de notre étude sur les liens entre la reprise de la conduite et les capacités cognitives des personnes post-AVC.

Ce modèle intègre également la conscience de la situation dans l'activité de conduite. Il permet d'expliquer comment la conscience d'une situation de conduite se construit et comment cette conscience se transforme en action.

Ce modèle est basé sur la théorie de la construction et de l'intégration de Kintsch (1998), créée pour comprendre comment un texte est assimilé. Selon le modèle de Kintsch (1998), la compréhension d'une nouvelle information nécessite une phase de construction et une phase d'intégration. Pendant la phase de construction, les caractéristiques d'une nouvelle information vont activer la récupération d'informations similaires stockées en mémoire à long terme. Lors

de la phase d'intégration, les connaissances précédemment activées sont ensuite intégrées. Cette phase nécessite des capacités d'inhibition pour que les connaissances antérieures qui ne correspondent pas à la nouvelle information ne soient pas intégrées. Le résultat de ces deux étapes crée une représentation en mémoire épisodique de la nouvelle information. Selon Kintsch (1998) cette représentation en mémoire épisodique se distingue en deux composantes : la base du texte et le modèle de la situation. La base du texte correspond aux informations qui composent le texte, alors que le modèle de la situation correspond aux connections entre les informations du texte et les connaissances antérieures du lecteur.

Krems & Baumann, (2009) étendent ce modèle au domaine de la conduite. Selon leur modèle, la représentation en mémoire épisodique d'une nouvelle situation de conduite comprend deux éléments : la représentation spécifique de la situation (la base du texte) et le modèle de la situation.

- La représentation spécifique

Elle comprend toutes les informations que le conducteur peut directement percevoir de la situation réelle de conduite. Cette représentation intègre également la conscience qu'a le conducteur de ses comportements de conduite lors de cette situation. Par exemple, la conscience que la vitesse de son véhicule est plus élevée que celle des autres conducteurs.

- Le modèle de la situation

Il correspond aux interactions entre la représentation spécifique de la situation et aux connaissances du conducteur émanant d'anciennes situations de conduite déjà vécues. La construction du modèle de la situation nécessite l'utilisation de plusieurs fonctions cognitives. Lors de la nouvelle situation de conduite, la mémoire de travail est sollicitée puisque le conducteur doit retenir plusieurs éléments dynamiques de la scène de conduite (vitesse et position des véhicules, panneaux de circulation). Cette étape sollicite également les capacités mnésiques et d'inhibition qui vont permettre de ne pas intégrer des connaissances incompatibles avec la situation actuelle. Par exemple, si un conducteur se retrouve à un feu de circulation, la représentation spécifique de cette situation est la perception du conducteur que le feu passe à l'orange. Le modèle de situation est le rappel que dans cette situation, il doit freiner et inhiber le comportement d'accélération (Krems & Baumann, 2009). Seules les situations pertinentes doivent être rappelées pour que le conducteur ne soit pas surchargé d'informations. J'ai choisi d'illustrer ce modèle par la Figure 4, créée à partir des explications proposées par l'article de Krems & Baumann, (2009).

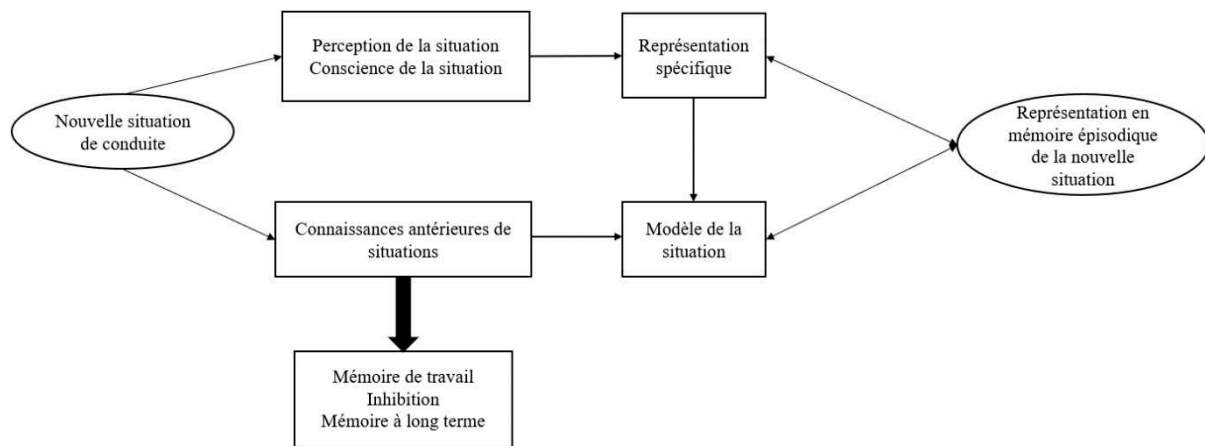


Figure 4. Schéma explicatif du modèle de Krems & Baumann (2009) adapté du modèle de Kintsch (1998). Adaptation personnelle

Ce modèle souligne aussi les potentiels effets de l'expérience de conduite. En effet, un conducteur expérimenté a en mémoire à long terme plus de situations de conduite vécues qu'un conducteur novice. Ils ont également beaucoup plus de chances d'avoir stocké des informations pertinentes pour l'identification d'une situation nouvelle ce qui leur permettra de réagir de façon plus adaptée que les conducteurs novices. Dans une étude sur simulateur, les conducteurs expérimentés rapportaient plus d'éléments présents et pertinents lors d'une situation de conduite que les conducteurs moins expérimentés (Baumann et al., 2008).

En résumé, ce modèle permet de comprendre la façon dont un conducteur appréhende une nouvelle situation de conduite grâce à ses expériences passées et les fonctions cognitives sollicitées. Ce modèle met l'emphase sur la conscience de la situation de conduite qui permet de prendre en compte les différents éléments pertinents pour répondre à cette situation. L'implication des fonctions cognitives dans l'activité de conduite permet de compléter les apports des travaux de Ranchet et al., (2012) sur le modèle de Michon (1985). Comme dans le modèle d'Anstey et al., (2005), les auteurs ont intégré la dimension de la métacognition dans leur modèle tout en ajoutant l'influence de l'expérience de conduite (Krems & Baumann, 2009).

Afin de comprendre les différentes interactions entre tous les facteurs (cognitifs, moteurs, visuelles, métacognitifs,) présentés dans les précédents modèles de la conduite, le modèle de Lindstrom-Forneri et al., (2010) va être détaillé. Ce modèle se base sur les différents niveaux (opérationnel, tactique et stratégique) de Michon (1985) et intègre des facteurs globaux, spécifiques et des modérateurs que nous avons pu observer dans les modèles de Anstey et al., (2005) et de Krems & Baumann, (2009).

2.2.4 Modèle de Lindstrom-Forneri et al., (2010)

Nous avons décidé de terminer cette partie sur les différents modèles de conduite avec le modèle de Lindstrom-Forneri et al., (2010) car il reprend un grand nombre de facteurs différents pouvant contribuer aux comportements de conduite. Ce modèle est un des plus pertinents pour ce travail de thèse qui consiste à étudier les facteurs pouvant influencer l'aptitude à la conduite.

Afin de modéliser l'activité de conduite, Lindstrom-Forneri et al., (2010) proposent le « modèle des compétences quotidiennes » (Driving as an Everyday Competence model), comme représenté dans la figure 5

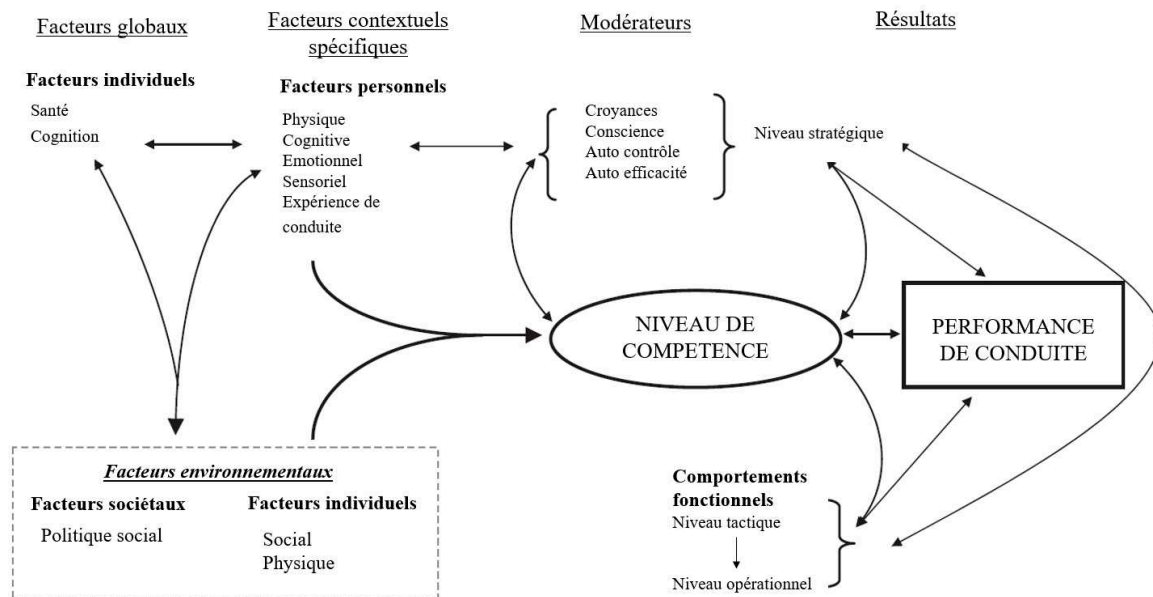


Figure 5. Schéma explicatif du modèle de Lindstrom-Forneri et al., (2010)

Selon ce modèle, la conduite repose sur deux éléments généraux : les **compétences de conduite** et les **performances de conduite**. Les **compétences de conduite** renvoient à ce que le conducteur est capable de faire. Les **performances de conduite** correspondent à ce que le conducteur fait réellement dans un environnement dynamique de conduite. Les **compétences de conduite** et les **performances de conduite** sont sous tendues par des interactions réciproques entre plusieurs facteurs individuels et environnementaux.

Parmi ces différents facteurs nous pouvons observer les facteurs globaux qui comprennent les facteurs individuels et environnementaux. Ces facteurs peuvent avoir des impacts sur les activités de la vie quotidienne et ne sont pas spécifiques à l'activité de conduite. Parmi les **facteurs individuels**, nous retrouvons la santé physique (comorbidités), mentale (dépression) et les fonctions cognitives (troubles cognitifs, démences). Les **facteurs environnementaux** correspondent aux facteurs sociétaux (stéréotypes liés à la conduite, politique sociale).

Lindstrom-Forneri et al., (2010) ajoutent des facteurs contextuels spécifiques. Ils sont constitués de **facteurs personnels et environnementaux**. Ces facteurs sont nécessaires pour l'activité de conduite et peuvent impacter directement les compétences de conduite. Les **facteurs personnels** comprennent les facteurs physiques, cognitifs et sensoriels (notamment visuels). Ce sont les facteurs que nous retrouvons également dans le modèle d'Anstey et al., (2005). Au sein de leur modèle, Lindstrom-Forneri et al., (2010) ajoutent les facteurs émotionnels (anxiété, appréhension et peur de certaines situations de conduite) et les expériences de conduite. Ces auteurs ont intégré des nouveaux facteurs comme les facteurs sociaux et physiques. Les facteurs sociaux concernent notamment l'influence de la famille et des amis notamment sur l'arrêt ou le maintien de la conduite. Les facteurs physiques concernent notamment l'environnement physique, l'environnement intérieur du véhicule et les caractéristiques structurelles de la route.

Comme au sein du modèle d'Anstey et al., (2005) et de Krems & Baumann, (2009), ce modèle intègre une dimension métacognitive en ajoutant des modérateurs pouvant moduler les compétences de conduite : les croyances la conscience, l'auto-contrôle et l'auto-efficacité. Lindstrom-Forneri et al., (2010) associent ces modérateurs au niveau stratégique du modèle de Michon (1985). Les conducteurs adaptent leur conduite selon les croyances qu'ils ont de leurs capacités (physiques, cognitives, sensorielles et émotionnelles), de la conscience de leurs difficultés et de l'auto-contrôle et auto-efficacité engendrées par cette conscience (ex : évitements de situations de conduite perçues comme difficiles).

Pour finir, les comportements fonctionnels sont ajoutés. Ils font référence aux comportements réels nécessaires à la conduite. Ces comportements correspondent aux niveaux tactiques et opérationnels du modèle de Michon (1985).

Tous ces facteurs précédemment énoncés modulent les performances de conduite. Ce modèle complète les différents modèles précédemment présentés. Les auteurs viennent y ajouter les facteurs sociétaux, sociaux et physiques liés à l'environnement de conduite. Ce modèle, comme celui de Anstey et al. (2005) a été élaboré pour les conducteurs âgés. Cependant il peut être également adapté à tous les conducteurs, notamment aux personnes avec des troubles cognitifs (Lindstrom-Forneri et al., 2010). Ce modèle a été évalué et révisé par une équipe d'expert multidisciplinaire comprenant des médecins, ergothérapeutes, psychologues et spécialistes de la réadaptation. Ce modèle est pertinent pour la prise en charge d'un conducteur ayant des troubles cognitifs, physiques et/ou émotionnels puisqu'il permet de mettre en lumière que les capacités de conduite sont influencées par plusieurs facteurs qui peuvent être intégrés

lors de la prise en charge du patient. L'évaluation et l'entraînement de la conduite ne réside pas simplement dans les comportements de conduite mais aussi dans l'intégration d'une prise en charge globale de tous les facteurs pouvant moduler les comportements de conduite.

Cette partie a présenté plusieurs modèles de conduite permettant de comprendre l'implication et les interactions entre différents facteurs lors de l'activité de conduite. Comme nous avons pu le voir, ces quatre modèles se complètent et permettent d'avoir une vision d'ensemble de toutes les capacités nécessaires et des facteurs modulant l'activité de conduite. Nous avons ainsi pu montrer le rôle des facteurs métacognitifs dans la conduite, facteurs qui ont orienté les hypothèses d'une investigation ou de nos investigations présentées plus loin.

L'activité de conduite étant maintenant définie et décomposée, la prochaine partie exposera les différentes législations d'évaluation de l'aptitude à la conduite.

2.3. Evaluation de l'aptitude à la conduite

2.3.1. Comment l'aptitude à la conduite est-elle évaluée en France ?

En France, il existe un cadre législatif fixant la liste des affections médicales incompatibles ou compatibles pour l'obtention, le renouvellement ou le maintien du permis de conduire. L'arrêté datant du 28 mars 2022 stipule qu'un AVC est une affection médicale incompatible avec la conduite « tant que l'état n'est pas stabilisé et que le bilan n'a pas été réalisé par une équipe pluriprofessionnelle comprenant au moins un médecin spécialisé, neurologue ou médecin MPR, et un ergothérapeute » (Journal Officiel de la République Française n°0079, 2022). Cet arrêté s'est basé sur des recommandations de bonnes pratiques à utiliser lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite réalisées par la Haute Autorité de Santé en 2016 (Haute Autorité de Santé, 2016). Ce travail a été réalisé en l'absence de directives claires dans les arrêtés précédents sur les modalités d'évaluation de l'aptitude à la conduite (Journal Officiel de la République Française n°301, 2005 ; Journal Officiel de la République Française n°0079, 2022). Ces recommandations, basées sur la littérature existante, ont donc pour objectif de permettre une meilleure évaluation et un meilleur accompagnement des personnes victimes de lésions cérébrales acquises non évolutives dans la reprise de la conduite. Les lésions cérébrales peuvent être un traumatisme crânien, un AVC, une anoxie cérébrale, une méningo-encéphalite ou une encéphalite. Ces recommandations ont été réalisées par plusieurs types de praticiens (enseignants de la conduite, ergothérapeutes, psychologues spécialisés en neuropsychologie,

médecins en médecine physique et réadaptation, médecins généralistes, médecins agréés par la préfecture et neurologues). Elles concernent les véhicules légers (permis B).

Pour ce qui est des personnes victimes d'un AVC, il est précisé qu'elles doivent arrêter de conduire pendant au moins 15 jours pour un AVC mineur, et au moins un mois pour un AVC modéré à sévère. La personne doit ensuite réaliser une évaluation d'aptitude à la conduite et consulter un médecin agréé par la préfecture pour avoir une décision sur la reprise ou non de la conduite. La HAS préconise que cette évaluation de la conduite soit pluriprofessionnelle et qu'elle comprenne une consultation médicale, un bilan neuropsychologique et une mise en situation sur route. La figure 6 illustre l'évaluation de l'aptitude à la conduite préconisée par la HAS (2016).

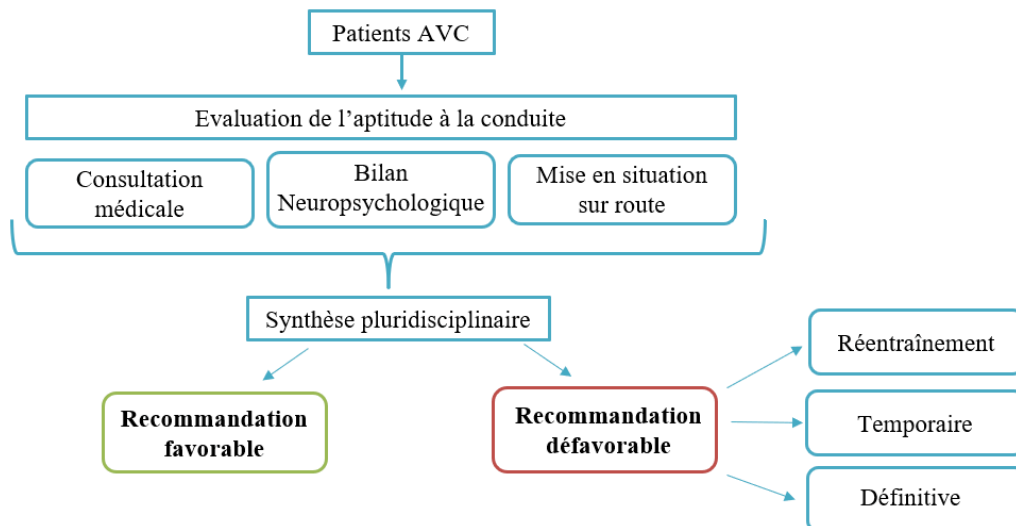


Figure 6. Schéma représentant l'évaluation de l'aptitude à la conduite préconisée par la Haute Autorité de Santé

Consultation médicale

La consultation médicale est la première étape de l'évaluation pluridisciplinaire de l'aptitude à la conduite (Haute Autorité de Santé, 2016). Elle doit être réalisée par un médecin spécialiste, un neurologue ou un médecin de médecine physique et de réadaptation. Au cours de cette consultation les fonctions visuelles (l'acuité visuelle, le champ visuel binoculaire et la motilité oculaire), sensitives (sensibilité superficielle et profonde) et motrices (force, tonus musculaire, amplitudes articulaires, équilibre et coordination) sont évaluées (Haute Autorité de Santé, 2016).

Bilan neuropsychologique

Comme nous avons pu le voir, les performances de conduite ne résident pas seulement dans les capacités de conduite. C'est pourquoi il est utile de procéder à une évaluation cognitive pour permettre de donner des indices ou de prédire les performances de conduite.

La littérature recense plus de 160 outils permettant d'évaluer les performances cognitives dans un contexte d'évaluation d'aptitude à la conduite (Haute Autorité de Santé, 2016). Pour les personnes post-AVC, plusieurs tests cognitifs ont été identifiés comme bon prédicteur des performances de conduite. Le test d'évaluation du champ visuel utile, l'UFOV (Useful Field of View Test) est considéré comme un bon prédicteur des performances de conduite après un AVC (Marshall et al., 2007 ; George & Crotty, 2010). De plus, la partie A du Trail Making Test évaluant la vitesse de traitement et la perception visuelle (Marshall et al., 2007) et la partie B évaluant la flexibilité mentale sont considérés également comme bons prédicteurs des capacités de conduite chez les personnes post-AVC (Devos et al., 2011; Marshall et al., 2007; Mazer et al., 1998; Motta et al., 2014). Les performances au subtest « recherche de clé » de la BADS (Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome) qui évalue le fonctionnement exécutif (notamment la planification et la résolution de problème) permettent également d'identifier les personnes post-AVC avec des performances de conduite détériorées (Motta et al., 2014).

Les tests évaluant les capacités visuo-perceptives peuvent également être de bons prédicteurs des performances de conduite chez les personnes post-AVC, comme le Motor Free Visual Perception Test (MVPT) (Mazer et al., 1998), ou la figure de Rey (Akinwuntan et al., 2002 ; Marshall et al., 2007).

Des combinaisons de tests pouvant prédire au mieux les performances de conduite après un AVC ont également été étudiées (Mazer et al., 1998 ; Akinwuntan et al., 2002). En effet, la batterie de test Stroke Drivers' Screening Assessment (SDSA) contient quatre tests représentatifs de la conduite comme le test de reconnaissance des panneaux de circulation, ou un test évaluant les capacités à choisir des directions de conduite adéquates pour plusieurs véhicules dans un rond-point (« Square Matrices Compass »). Plusieurs études ont montré que cette batterie de tests permet de prédire si les conducteurs sont aptes ou inaptes à reprendre la conduite (Nouri & Lincoln 1993 ; Akinwuntan et al., 2005 ; George & Crotty, 2010). Une méta-analyse de 27 articles a également montré que le test de reconnaissance des panneaux et le Square Matrices Compass étaient des tests prédicteurs des capacités de conduite (Devos et al., 2011). Il existe une version européenne du SDSA, non validée en français pour les AVC (HAS,

2016). Akinwuntan et al., (2002) ont montré que la combinaison de tests évaluant l'acuité visuelle et les capacités visuo-constructives (figure de Rey) prédisaient au mieux les capacités de conduite lors d'un test sur route après un AVC. Mazer et al., (1998) ont aussi établi un modèle prédictif des performances de conduite. Les conducteurs post-AVC avec des scores faibles aux Motor Free Visual Perception Test et à la partie B du Trail Making Test échouaient plus au test de conduite sur route (Mazer et al., 1998).

Les capacités de métacognition peuvent également avoir une influence sur les performances de conduite (Lundqvist & Alinder, 2007 ; Rosenfeld et al., 2022). Rosenfeld et al., (2022) ont montré que la conscience des capacités de conduite était un facteur prédictif des performances de conduite. Ces auteurs ont observé que les personnes avec des performances insuffisantes pour reprendre la conduite surestimaient leurs performances comparativement aux personnes jugées aptes à la conduite (Rosenfeld et al. 2022). Lundqvist & Alinder, (2007) ont également montré que les participants post-AVC qui échouaient lors d'un test de conduite sur route surestimaient leurs performances par rapport aux évaluations faites par le professionnel de la conduite.

Un test neuropsychologique utilisé pour évaluer la métacognition dans un contexte de conduite est la Brain Injury Driving Self-Awareness Measure (BIDSAM) (Gooden et al., 2017c). Cette échelle construite en deux parties, a été créée pour être administrée lors d'une évaluation des capacités de conduite. La première partie de cette échelle est composée de questions générales sur la conduite (ex : « Comment pensez-vous que vous avez conduit aujourd'hui ? ») auxquelles le conducteur doit répondre sur une échelle de cinq points allant de « très médiocre » à « excellent ». La seconde partie est composée d'affirmations qui explorent la fréquence des difficultés ou des erreurs réalisées lors la conduite (ex : « le moniteur m'a aidé à diriger le volant »). Le conducteur indique la fréquence à laquelle la difficulté a été rencontrée sur une échelle en trois points allant de « Non » à « Occasionnellement » et « Fréquemment ». Dans l'étude de Gooden et al., (2017a), les participants jugés inaptes à reprendre la conduite avaient des scores à la BIDSAM significativement moins représentatifs de leurs réelles performances que les personnes jugées aptes à reprendre la conduite.

Finalement, la plupart des études s'accordent sur le fait qu'un seul test cognitif ne suffit pas pour prédire le comportement de conduite, mais qu'une combinaison de tests cognitifs peut permettre une meilleure prédiction des performances de conduite. C'est également ce qu'en a conclu la HAS dans ses recommandations. Le bilan neuropsychologique recommandé lors de l'évaluation d'aptitude à la conduite doit être réalisé par un psychologue spécialisé en

neuropsychologie et doit évaluer les fonctions attentionnelles, visuo-spatiales, la vitesse de traitement de l'information, les fonctions exécutives, le langage, les fonctions mnésiques, la conscience des troubles, le contrôle des émotions, ainsi que les comportements de prise de risque et d'adaptation à l'environnement (Haute Autorité de Santé, 2016). La HAS recommande donc l'utilisation de plusieurs tests neuropsychologiques pour une évaluation des performances cognitives utiles à la conduite. Parmi eux, nous pouvons trouver le Montréal Cognitive Assessment (MoCA) qui permet une évaluation rapide et globale des performances cognitives, la TAP (Tests d'Évaluation de l'Attention), les tests de barrage (ex : D2), le TMT-A et B, le Stroop, la figure de Rey, le Benton VRT (tests évaluant la perception visuelle, la mémoire et les capacités visuo-constructives).

Nous avons pu voir que plusieurs tests neuropsychologiques peuvent prédire les performances de conduite. Cependant, il est important de coupler les performances aux tests neuropsychologiques avec des tests de conduite en situations réelles. Le bilan neuropsychologique évalue des fonctions cognitives et ne permet pas d'objectiver des compétences spécifiques à la conduite comme l'utilisation des différentes composantes d'un véhicule ou la gestion de situations spécifiques à la conduite. Le recours à une évaluation des capacités de conduite réelles est important à ajouter au bilan neuropsychologique. Selon les recommandations de la HAS, la mise en situation de conduite sur route est l'évaluation qui apporte le plus d'informations sur les capacités réelles des personnes (Haute Autorité de Santé, 2016).

Mise en situation sur route

La mise en situation sur route est considérée comme étant une évaluation fiable et valide de l'aptitude à la conduite après un AVC (Akinwuntan et al., 2005). Elle est souvent considérée comme le « gold standard » pour évaluer l'aptitude à la conduite (Akinwuntan al., 2005 ; Akinwuntan et al., 2006).

Dans leur revue de littérature incluant 23 articles, Murie-Fernandez et al., (2014) se sont intéressés aux différentes méthodes utilisées lors de l'évaluation de la conduite chez les personnes post-AVC. Les résultats de l'analyse de ces articles montrent que l'évaluation de la conduite ne doit pas être fondée uniquement sur une évaluation neuropsychologique ou une épreuve de conduite. L'évaluation de la conduite doit être envisagée en deux étapes, avec d'abord une évaluation neuropsychologique pour déterminer si la personne a les capacités nécessaires pour l'épreuve de conduite, puis une épreuve de conduite sur route (Murie-Fernandez et al., 2014). Dans les recommandations de la HAS, il est précisé que la mise en

situation soit réalisée avec un véhicule auto-école équipé de double commande avec un enseignant de la conduite et un ergothérapeute pour une durée comprise entre 45 min et 2h avec une complexité progressive. La mise en situation permet d'évaluer les capacités de conduite de la personne et d'observer les éventuels retentissements de séquelles sensitives, motrices, cognitives et/ou comportementales. Si des séquelles motrices nécessitent des aménagements sur le véhicule, la mise en situation sur route va permettre d'évaluer l'adaptation du conducteur aux aménagements.

L'évaluation sur route réelle semble être la mesure la plus fiable de l'évaluation de l'aptitude à la conduite, cependant il n'existe pas de test sur route standardisé comprenant les différentes situations à évaluer afin de juger de façon objective les capacités de conduite. De plus, la mise en situation sur route réelle est dépendante des conditions de conduite à un instant précis et de l'état mental de la personne qui peut être stressée (Prévost et al., 2013).

Une alternative pertinente avant l'évaluation de la conduite sur route réelle est l'évaluation sur simulateur de conduite (Prévost et al., 2013; Mayhew et al., 2011; McKay et al., 2011). Cette alternative peut être utile si les professionnels ont des doutes sur les capacités de conduite réelle d'une personne. La conduite sur simulateur va permettre d'évaluer les capacités de conduite de façon plus écologique qu'un bilan neuropsychologique tout en évitant de mettre trop en difficulté une personne sur route réelle. Mayhew et al., (2011) ont observé que les conducteurs réalisaient les mêmes erreurs sur simulateur de conduite que sur route réelle. Le simulateur s'est montré suffisamment sensible pour discriminer les conducteurs avec des niveaux différents (sans expériences, novices et experts) en fonction de leurs performances (Mayhew et al., 2011). Pour Prévost et al., (2013) le simulateur de conduite peut permettre d'évaluer les compétences de conduite au même titre que les tests neuropsychologiques et l'évaluation sur route. McKay et al., (2011) soutiennent que l'utilisation de simulateurs de conduite est une méthode utile et sûre pour évaluer les compétences de conduite. Le simulateur de conduite peut également être utilisé pour entraîner des capacités sollicitées lors de la conduite (Akinwuntan et al., 2005 ; Murie-Fernandez et al., 2014).

L'évaluation sur simulateur de conduite présente plusieurs avantages. Elle permet d'avoir des données objectives concernant la qualité de conduite comme les temps de réaction, l'orientation du volant, les variations de vitesse. La simulation permet également de contrôler l'environnement de conduite extérieur, comme la densité de trafic, les comportements des autres conducteurs, les types de situations rencontrées. De plus, la conduite sur simulateur est ressentie comme moins stressante que la conduite réelle (Prévost et al., 2013). Cependant même

si ce type d'évaluation est plus écologique que les tests neuropsychologiques, elle ne peut pas représenter toutes les situations rencontrées sur route réelle.

Nous venons d'aborder les trois types d'évaluations possibles pour évaluer l'aptitude à la conduite (bilan neuropsychologique, mise en situation sur route réelle et simulateur de conduite). La HAS recommande à la suite de la consultation médicale, un bilan neuropsychologique et une mise en situation sur route réelle. Après la réalisation de ces trois étapes, une synthèse est réalisée afin d'émettre une recommandation sur l'aptitude à la conduite de la personne.

Synthèse pluridisciplinaire

La synthèse pluridisciplinaire est un entretien avec l'ensemble des professionnels présents lors des différentes évaluations (médecin, ergothérapeute, enseignant de la conduite et neuropsychologue) au cours duquel chaque personne s'exprime sur les capacités de conduite du participant. A l'issue de cette synthèse, une recommandation est donnée concernant l'aptitude à la conduite. Cette recommandation peut être favorable de façon définitive, ou de façon temporaire (de 6 mois à 5 ans). Une recommandation favorable peut également être accompagnée de restrictions (conduite uniquement de jour, dans un périmètre défini) et/ou d'aménagements (boîte automatique, boule au volant). Si les professionnels jugent que les capacités de la personne sont insuffisantes pour reprendre la conduite, la recommandation est défavorable. Cette dernière peut être accompagnée d'une préconisation pour réaliser des heures de conduite avant la réalisation d'une nouvelle évaluation d'aptitude à la conduite. Elle peut également être temporaire et accompagnée d'une préconisation à réaliser une évaluation de l'aptitude à la conduite dans les prochains mois. Si les professionnels de la conduite jugent que la personne ne récupérera pas de ses séquelles avec le temps, la recommandation défavorable est annoncée comme définitive. La HAS recommande que cette décision soit donnée à la personne de préférence en présence d'un proche (Haute Autorité de Santé, 2016).

La synthèse pluridisciplinaire est donc une étape importante lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite. En effet, plusieurs études montrent que les différents professionnels de la conduite ne donnent pas toujours les mêmes recommandations et ne se basent pas sur les mêmes critères pour évaluer l'aptitude à la conduite. En effet, Ranchet et al., (2016) ont observé au sein de leur étude que le taux de recommandation favorable d'aptitude à la conduite était de 78 % pour l'enseignant de la conduite comparativement à 86 % pour le médecin. Pour émettre

leur recommandation, l'enseignant de la conduite avait tendance à s'appuyer sur l'âge, le nombre d'évaluations précédentes au centre, l'acuité binoculaire et l'expérience de la conduite alors que le médecin s'appuyait davantage sur le nombre d'évaluations précédentes au centre et le nombre de comorbidités. Cette étude souligne l'importance et la pertinence d'impliquer plusieurs professionnels pour donner un avis éclairé sur l'aptitude à la conduite.

Il est recommandé que le médecin agréé s'appuie sur la recommandation pluriprofessionnelle émise suite à l'évaluation d'aptitude à la conduite. Cependant, selon le code de déontologie médicale, seule la personne concernée par cette évaluation peut partager ses informations au médecin agréé (Haute Autorité de Santé, 2016). Même s'il est recommandé aux professionnels présents lors de la synthèse d'encourager la personne à transmettre les résultats de l'évaluation au médecin agréé, la personne concernée ne suit pas toujours cette recommandation.

Cependant, même si de nombreuses structures en France réalisent ces évaluations, toutes ne suivent pas ces recommandations. Une des perspectives de ces recommandations serait de mettre en place un système de labellisation des structures réalisant ces évaluations pluriprofessionnelles afin d'aller vers une homogénéisation des pratiques d'évaluation d'aptitude à la conduite (Haute Autorité de Santé, 2016). La législation et les méthodologies d'évaluation de l'aptitude à la conduite sont également divergentes au sein de différents pays.

2.3.2. Comment l'aptitude à la conduite est-elle évaluée au sein d'autres pays ?

Les procédures d'évaluation d'aptitude à la conduite varient d'un pays à l'autre en fonction des législations, du système d'obtention du permis et de conduire et des ressources disponibles (Devos et al., 2021). Les recommandations au sein de plusieurs pays s'accordent sur une évaluation pluriprofessionnelle comme au Canada, en Australie, en Belgique, en Nouvelle-Zélande et aux Etats-Unis (Akinwuntan et al., 2005; Canadian Medical Association, 2017; Carr et al., 2010; D'apolito et al., 2017; National Transport Commission, 2022; Waka Kotahi NZ Transport Agency, 2014)

Cependant, il existe des différences entre le profil des personnes post AVC à évaluer, à commencer par la période minimum entre l'AVC et l'évaluation de l'aptitude à la conduite qui varie d'un mois pour les législations en Nouvelle-Zélande (Waka Kotahi NZ Transport Agency, 2014) à 6 mois pour la Belgique (Akinwuntan et al., 2005; D'apolito et al., 2017).

Les critères d'évaluation d'aptitude à la conduite varient également entre les pays. Ces critères se basent sur la gravité des déficits engendrés par l'AVC (D'apolito et al., 2017). En Belgique, une personne post-AVC doit réaliser systématiquement une évaluation de l'aptitude à la conduite complète (Akinwuntan et al., 2005). Aux Etats-Unis cette évaluation est réalisée dès qu'il y a une suspicion de déficits légers liés à l'AVC (Carr et al., 2010). En Nouvelle-Zélande l'évaluation de l'aptitude à la conduite est réalisée en cas de séquelles modérées à sévères (Waka Kotahi NZ Transport Agency, 2014).

Le processus de décision concernant l'aptitude à la conduite diffère également entre les pays. Aux États-Unis, il est recommandé de s'appuyer sur des éléments apportant des informations sur la conduite comme l'expérience de conduite, le nombre de kilomètres réalisés par an, l'historique des accidents ou encore la durée depuis l'arrêt de la conduite (The association for Driver Rehabilitation Specialists, 2016). Les recommandations australiennes, quant à elles, recommandent de se baser uniquement sur les performances lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite (National Transport Commission, 2022).

Suite à l'évaluation d'aptitude à la conduite, les démarches à suivre pour faire valider son permis de conduire sont aussi différentes. En Belgique, le médecin délivre, à la suite de l'évaluation pluriprofessionnelle, une attestation médicale d'aptitude à la conduite. Les personnes post-AVC n'ont pas besoin d'aller consulter une autorité complémentaire pour reprendre la conduite (Haute Autorité de Santé, 2016). En France l'évaluation de l'aptitude à la conduite permet d'obtenir une recommandation (favorable ou défavorable) d'aptitude à la conduite. Les personnes doivent ensuite consulter un médecin agréé par la préfecture qui donnera une décision sur la reprise ou non de la conduite (Haute Autorité de Santé, 2016).

En plus d'un manque d'homogénéité entre les législations et les procédures d'évaluation de différents pays, nous allons voir que les législations ne sont pas toujours suivies.

Qu'en est-il du suivi des législations ?

Malgré les législations recommandant l'arrêt temporaire de la conduite après un AVC, certaines personnes continuent de conduire après leur lésion cérébrale. Dans une étude australienne, 25% des personnes avaient repris la conduite au cours du mois suivant leur AVC (Yu et al., 2016). De plus, plus de la moitié des participants avaient repris la conduite malgré la contre-indication des professionnels de la santé (Yu et al., 2016). En outre, une évaluation d'aptitude à la conduite n'est pas toujours réalisée. En effet, dans l'étude de Fisk et al., (1997), 87% des personnes post-AVC interrogées conduisaient sans avoir réalisé une évaluation de leur

aptitude à la conduite. De même, dans une étude australienne, plus de la moitié des participants ayant subi un AVC avaient repris la conduite sans avoir consulté un médecin ou un professionnel de la conduite (Walton-Blane et al., 2016). Schulz et al., (2022) ont également observé qu'au sein de la méta-analyse de Devos et al., (2011) seulement 13% des personnes post-AVC avaient réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite avant de reprendre la conduite.

Ce manque de suivi de la législation s'explique en partie par un manque d'information concernant les procédures à suivre pour reprendre la conduite. En effet, selon les études, entre 41% et 48% des personnes post-AVC interrogées ont rapporté n'avoir reçu aucune recommandation sur leur aptitude à reprendre la conduite de la part des professionnels de la santé (Fisk et al., 1997; Walton-Blane et al., 2016). De plus, les informations concernant la conduite ne proviennent pas toujours des professionnels de la santé. En effet, au sein de la cohorte de l'étude de Fisk et al., (1997) seulement 33% des recommandations concernant la conduite ont été données par un médecin. Les conseils provenant de la famille représentaient 27% des recommandations reçues.

En France les recommandations de la HAS (2016) ont également souligné ce manque d'informations données par les professionnels de la santé. En effet, la HAS explique dans les perspectives des recommandations qu'il existe un manque d'information et de formation des professionnels de la santé travaillant sur la reprise de la conduite. Ce manque d'information est à l'encontre des recommandations de la HAS stipulant que « toute personne victime d'une lésion cérébrale acquise non évolutive soit informée des éventuelles conséquences des lésions cérébrales sur ses aptitudes à la conduite automobile » (Haute Autorité de Santé, 2016). Ce manque d'information concerne autant les personnes cérébrolésées que les professionnels de la santé. La HAS (2016) stipule que l'intégration de formations concernant la conduite doit être poursuivie dans les cursus médicaux et paramédicaux. La formation des médecins agréés par la préfecture concernant l'influence des troubles cognitifs sur les capacités de conduite doit également être renforcée.

En résumé les législations concernant la reprise de la conduite après un AVC ne sont pas homogènes entre les pays et ne sont pas toujours suivies par les personnes post-AVC ni par les professionnels de la santé. Tout cela entraîne des taux de recommandation d'aptitude à la conduite très variables entre les études.

2.3.3. Taux de recommandation d'aptitude à la conduite après un AVC

Au sein de la méta-analyse incluant 27 articles réalisés par Devos et al., (2011), 54% des personnes post-AVC avait une recommandation favorable à une évaluation de la conduite sur route. Les taux de recommandations favorables d'aptitude à la conduite variaient de 30% (F. Nouri, 1988) à 86% (Ranchet et al., 2016). Comme nous avons pu le voir précédemment ces variations peuvent être en partie expliquées par les différences entre les pays en ce qui concerne les législations et des procédures d'évaluation de l'aptitude à la conduite. En effet les études incluses ont été réalisées en Amérique de Nord, en Europe et en Australie.

Le type d'entraînement réalisé avant l'évaluation de la conduite peut également expliquer ces différences dans les taux de recommandation. Les participants des études ayant suivi un entraînement à la conduite sur route (Söderström et al., 2006) ou sur simulateur de conduite (Akinwuntan et al., 2005) présentaient des taux de recommandation favorables d'aptitude à la conduite plus élevés que ceux ayant réalisé des entraînements cognitifs (Akinwuntan et al., 2005; Crotty & George, 2009; Klavora et al., 1995; Mazer et al., 2003). Ces taux de recommandations favorables variaient de 76% pour les participants ayant réalisé des entraînements directement liés à la conduite (Akinwuntan et al., 2005; Söderström et al., 2006) à 42% pour ceux ayant réalisé un entraînement cognitif (Akinwuntan et al., 2005; Crotty & George, 2009; Klavora et al., 1995; Mazer et al., 2003).

Dans ce deuxième chapitre, nous avons exploré les différents modèles de la conduite pertinents pour ce travail de thèse. Nous avons également abordé la législation en France concernant la reprise de la conduite après un AVC. Nous avons constaté que les législations et les méthodologies d'évaluation d'aptitude à la conduite varient selon les pays et ne sont pas toujours respectées.

Le prochain chapitre détaillera le processus de reprise de la conduite après un AVC. Nous examinerons les différents facteurs associés à la reprise de la conduite. Nous montrerons également les comportements de conduite des conducteurs post-AVC ainsi que les facteurs pouvant influencer leur comportement. Parmi ces facteurs, nous nous concentrerons particulièrement sur la métacognition.

Ce qu'il faut retenir

- La conduite est une activité complexe impliquant des compétences visuelles, motrices, cognitives et métacognitives. Elle nécessite la gestion de plusieurs sources d'informations et une prise de décision rapide dans un environnement dynamique.
- En France l'évaluation de l'aptitude à la conduite après un AVC est réalisée par une équipe pluriprofessionnelle. Suite à un entretien médical, une mise en situation sur route et parfois une évaluation neuropsychologique, une recommandation d'aptitude à la conduite est donnée.
- Les législations varient selon les pays et ne sont pas toujours connues et respectées par les personnes post-AVC.

Chapitre 3 – Conduire après un AVC

La reprise de la conduite est un questionnement qui touche environ 50% des personnes ayant subi un AVC (Logan et al., 2004). Une proportion non négligeable, mais difficile à estimer, ne se soumet pas à une évaluation d'aptitude à la conduite (Fisk et al., 1997; Schulz et al., 2022; Walton-Blane et al., 2016) et reprend la conduite peu de temps après l'AVC. D'autres personnes décident d'elles-mêmes de ne pas reprendre la conduite pour des raisons de sécurité et de manque de confiance (Finestone et al., 2009; Fisk et al., 2002; Mackenzie & Paton, 2003).

Comme pour les taux de recommandation d'aptitude à la conduite, les taux de reprise de la conduite diffèrent d'une étude à l'autre (Fisk et al., 1997; Legh-Smith et al., 1986; Walton-Blane et al., 2016). Ils peuvent varier de 30% (Fisk et al. 1997), 42% (Legh-Smith et al., 1986), 50% (Walton-Blane et al., 2016) jusqu'à 66% (Finestone et al., 2009). Ces variations peuvent s'expliquer par l'existence de différents facteurs susceptibles de prédire la reprise de la conduite chez des personnes post-AVC.

3.1. Facteurs de la reprise de la conduite

Plusieurs études ont montré que les facteurs tels que les caractéristiques sociodémographiques, cliniques et cognitives influencent la reprise de la conduite des personnes ayant subi un AVC.

3.1.1 Caractéristiques sociodémographiques et de conduite

Les personnes post-AVC qui reprennent la conduite sont en général plus jeunes que celles qui arrêtent (Bro & Andersson, 2022; Devos et al., 2011; Marshall et al., 2007). De plus, les hommes reprennent plus la conduite que les femmes (McNamara, Walker, et al., 2015; Walton-Blane et al., 2016). L'étude de Walton-Blane et al., (2016) montre également que les personnes qui reprennent la conduite ont un niveau d'éducation plus élevé.

3.1.2 Caractéristiques cliniques

La sévérité de l'AVC a une incidence sur la reprise de conduite. Les personnes ayant subi un AVC ischémique présentent en général de meilleures performances motrices et cognitives

que celles ayant subi un AVC hémorragique et sont plus susceptibles de reprendre la conduite un an après leur AVC (Perrier et al., 2010).

Une des mesures pour évaluer la sévérité de l'AVC, fréquemment utilisée est la NIHSS, que nous avons abordé dans les chapitres précédents. Plus le score à cette échelle est élevé plus l'AVC est grave. Une méta-analyse incluant 16 études a d'ailleurs montré que le score NIHSS est un prédicteur de la reprise de la conduite (Hwang & Song, 2023). Les personnes avec un score élevé au NIHSS, 6 mois après l'AVC, étaient moins susceptibles de reprendre la conduite.

En lien avec ce qui précède, la mesure d'indépendance fonctionnelle (Functional Independence Measure) évaluant la dépendance liée à une pathologie dans les dimensions motrices, cognitives, psychologiques, et comportementales, est souvent associée à la reprise de la conduite (Aufman et al., 2013; Fisk et al., 1997). Le taux de reprise de la conduite des personnes autonomes est plus important que celui des personnes moins autonomes (Aufman et al., 2013; Fisk et al., 1997). De plus, la gravité d'une pathologie peut également être évaluée par l'indice de Barthel qui mesure le fonctionnement indépendant et la mobilité de la personne dans les activités de la vie quotidienne. Devos et al., (2010) ont montré un lien entre cette mesure et la reprise la conduite après un AVC. Les personnes post-AVC qui ont repris la conduite avaient un meilleur score à l'échelle de Barthel que celles qui ont arrêté.

Les comorbidités peuvent influencer la reprise de la conduite (Devos et al., 2010a). Les personnes post-AVC ayant repris la conduite ont moins de comorbidité que celles ayant arrêté la conduite (Devos et al., 2010a). Les personnes qui ont repris la conduite ont également moins de symptômes dépressifs (Devos et al., 2010a), ce qui rejoint les résultats de la revue de littérature de Marshall et al., (2007).

3.1.3 Les fonctions cognitives

Les personnes avec des troubles cognitifs notamment des fonctions exécutives, d'attention divisée, de la vitesse de traitement, et du champ visuel utile, ont en général plus de risque d'arrêter de conduire (Devos et al., 2014a; Hwang & Song, 2023; Marshall et al., 2007; Motta et al., 2014).

En effet, plusieurs tests neuropsychologiques se sont avérés être des prédicteurs de la reprise de la conduite. La revue de littérature de Hwang & Song, (2023) a révélé que le score au Mini-Mental State Examination (MMSE), un outil d'évaluation des troubles cognitifs, peut prédire la reprise de la conduite. Les personnes post-AVC avec un score bas à ce test étaient

moins enclines à reprendre la conduite (Hwang & Song, 2023). Le Trail Making Test A et le test UFOV (test d'évaluation du champ visuel utile) sont également des prédicteurs de la reprise de la conduite (Marshall et al., 2007).

Tous ces différents déterminants devraient être pris en compte ou évalués lors de la prise en charge des personnes post-AVC souhaitant reprendre la conduite. Ces données permettraient d'avoir des indications sur la possible reprise ou non de la conduite. Ces éléments permettraient également de guider les professionnels de la conduite dans leur recommandation d'aptitude à la conduite. En effet, il a été montré que des facteurs cliniques tels que la localisation, la sévérité et le type de l'AVC (Devos et al., 2015) ainsi que des données neuropsychologiques (Hird et al., 2014) peuvent aider les professionnels de la conduite à prendre des décisions concernant l'aptitude à la conduite. Nous allons maintenant aborder l'influence d'un AVC sur les comportements de conduite. Comme nous avons pu le voir en fonction des études, jusqu'à 66% des personnes AVC reprennent la conduite (Finestone et al., 2009). Nous allons voir que même si des personnes post-AVC sont jugées aptes à conduire ou décident-elles même de reprendre la conduite, leur AVC peut avoir des conséquences sur les comportements de conduite à des niveaux différents.

3.2. Quels sont les comportements de conduite après un AVC ?

3.2.1. Accidentologie

La question de l'accidentologie est une problématique assez présente autour des conducteurs post-AVC. En effet, nous avons tendance à penser qu'un AVC peut entraîner une conduite non sécuritaire. Même si l'AVC peut altérer les performances de conduite, les données de la littérature ne confirment pas une forte augmentation du risque d'accident dans cette population (Rapoport et al., 2019). Ces résultats sont en accord avec ceux des études antérieures qui ne montrent pas plus d'accidents chez les personnes ayant subi un AVC (Devos et al., 2010a; Haselkorn et al., 1998; Kumar et al., 1991; Lafont et al., 2008; Schanke et al., 2008). Par exemple, Devos et al., (2010) ont constaté qu'il n'y avait pas d'augmentation du risque d'accident chez les conducteurs 5 ans après leur AVC.

Cependant plusieurs études ont observé des modifications dans le comportement de conduite suite à un AVC.

3.2.2. Performances de conduite

Plusieurs études se sont intéressées aux performances de conduite après un AVC, notamment aux types de difficultés rencontrées. Ces études se réalisent sur simulateur de conduite et sur route réelle.

Sur simulateur de conduite

Le simulateur de conduite est un outil intéressant pour l'évaluation des comportements de conduite des personnes après un AVC puisqu'il permet d'étudier les performances de conduite sans mettre les conducteurs trop en difficulté, voire en danger sur une route réelle. Il permet également d'évaluer la conduite dans des situations spécifiques et contrôlées.

Motta et al., (2014) ont montré que les conducteurs ayant subi un AVC parvenaient plus difficilement à éviter des collisions avec d'autres véhicules et piétons. Ils éprouvaient également des difficultés à s'arrêter à une distance appropriée et à faire preuve de prudence lors de différentes manœuvres (Motta et al., 2014). Uc et al., (2005) ont également constaté que les conducteurs ayant subi un AVC identifiaient moins de panneaux de signalisation que les conducteurs plus âgés sans AVC.

Le simulateur de conduite peut également être utilisé comme un outil d'entraînement. Akinwuntan et al., (2005) ont observé une amélioration des performances de conduite sur route réelle chez les personnes post-AVC après un entraînement sur simulateur de 15 heures par semaine pendant 3 semaines. Afin d'évaluer les performances de conduite, les auteurs ont utilisé la TRIP (Test Ride for Investigating Practical fitness-to-drive). Ce questionnaire est composé de plusieurs items qui peuvent être regroupés en différentes catégories liées aux niveaux stratégiques, tactiques et opérationnels du modèle de Michon (1985), ainsi qu'aux compétences visuo-intégratives (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001). Ce questionnaire doit être rempli par un professionnel de la conduite suite à la performance de conduite sur route. Les résultats de cette étude ont montré que l'entraînement sur simulateur de conduite améliorait davantage les performances globales de conduite et plus spécifiquement l'anticipation et la perception des panneaux, le comportement et la communication visuelle ainsi que la qualité de la participation au trafic et la gestion des tournes à gauche, comparativement à un entraînement cognitif (Akinwuntan et al., 2005; Devos et al., 2009). Toutes ces situations, à l'exception de tourner à gauche, font partie des compétences de conduite visuo-intégratives (De Raedt &

Ponjaert-Kristoffersen, 2001). Les personnes post-AVC qui ont suivi cet entraînement sur simulateur de conduite ont également eu un taux de recommandation favorable d'aptitude à la conduite supérieur aux personnes avec entraînement cognitif (Akinwuntan et al., 2005). Les bénéfices de cet entraînement sur les performances de conduite ont été observés 6 mois après mais se sont cependant estompés au bout de 5 ans (Devos et al., 2009, 2010a).

Des études sur les comportements de conduite des personnes post-AVC sur route réelle complètent ces études sur simulateur de conduite.

Sur route réelle

Les études sur route réelle ont également montré que les conducteurs post-AVC ont des difficultés sur des situations spécifiques (Devos et al., 2014a). Devos et al., (2014) ont pu montrer à l'aide de la TRIP que les conducteurs ont des difficultés dans l'exécution des compétences de base nécessaires pour garder le véhicule sous contrôle, ce qui correspond au niveau opérationnel de Michon (1985). Les conducteurs post-AVC rencontrent également des difficultés dans les situations de conduite nécessitant des compétences visuo-intégratives telles que les changement de voie, communiquer avec les autres usagers de la route, ainsi qu'anticiper et réagir correctement aux panneaux de signalisation et aux feux de circulation (Devos et al. 2014).

Ces différentes études sur simulateur et sur route réelle ont permis de montrer que les personnes post-AVC ont des difficultés de conduite spécifiques aux niveaux opérationnel, tactique et visuo-intégratif (Devos et al., 2014a). Ces résultats apportent des pistes sur le type de situations à ré entraîner en priorité chez les personnes post-AVC et également à évaluer lors des mises en situation sur route des évaluations d'aptitude à la conduite.

Afin d'approfondir la compréhension de la reprise de la conduite après un AVC, plusieurs études ont également investigué la perception des habitudes de conduite des conducteurs post-AVC.

3.2.3. Perception des habitudes de conduite

Après leur AVC, certaines personnes modifient leurs habitudes de conduite par exemple en réduisant leur temps de conduite (Fisk et al., 1997, 2002; Schanke et al., 2008)..

McNamara et al., (2015) ont interrogé des personnes ayant repris la conduite à l'aide d'un questionnaire sur leur niveau de confiance et leurs habitudes de conduite, en moyenne 16 mois

après leur AVC. Ils ont observé qu'au sein de la cohorte interrogée, les habitudes de conduite variaient en fonction de l'âge et du sexe. Les hommes avaient tendance à conduire sur de plus grandes distances et plus souvent que les femmes. Cette différence était également observée selon l'âge des conducteurs : les plus jeunes (moins de 65 ans) conduisaient sur de plus grandes distances et plus souvent que les conducteurs plus âgés, et ils étaient également moins enclins à limiter leur conduite. Certaines habitudes de conduite étaient associées au niveau de confiance. Plus les conducteurs post-AVC conduisaient loin de leur domicile, plus ils se déclaraient confiants dans leur capacité à conduire et moins ils étaient susceptibles de dépendre d'autres personnes pour se déplacer (McNamara, Walker, et al., 2015).

Suite à leur AVC, les conducteurs peuvent rencontrer de nouvelles difficultés dans les situations de conduite de nuit, la planification d'un voyage vers une nouvelle destination, la conduite dans des endroits inconnus, le stationnement, la conduite seul, tourner à gauche, la conduite sur autoroute et pendant les heures de forte affluence (Finestone et al., 2009; Fisk et al., 2002; McNamara, Walker, et al., 2015).

Les conducteurs post-AVC peuvent également avoir recours à des moyens de compensation pour pallier à leurs difficultés de conduite (Fisk et al., 2002). En effet, dans l'étude de Fisk et al., (2002), les conducteurs post-AVC avaient rapporté des moyens de compensation pour pallier leurs difficultés de conduite. Ils réduisaient la longueur de leur trajet, leur quantité de trajets, se rendaient à moins d'endroits différents. Les conducteurs post-AVC avaient également tendance à s'appuyer sur leur entourage pour qu'ils les conduisent (Fisk et al., 2002). Les conducteurs post-AVC interrogés dans l'étude de Finestone et al., (2009) ont rapporté des restrictions de conduite auto-imposées, telle que ne pas conduire la nuit, aux heures de pointe ou en hiver. Blane et al., (2018) ont également observé que les conducteurs post-AVC sont capables d'auto-régulation en modifiant leur comportement afin de s'adapter à leurs difficultés en utilisant des stratégies compensatoires telles que la variation de la vitesse et le changement de voie. De plus, les conducteurs post-AVC avaient une plus grande tendance à l'aversion au risque, s'évaluaient de manière plus prudente et jugeaient leurs performances comme étant inférieures à celles des conducteurs du groupe contrôle.

Ces différentes études montrent que les conducteurs post-AVC ont conscience de leurs difficultés de conduite et sont capables d'auto-réguler leur conduite en modifiant leurs habitudes depuis leur AVC. Les capacités de métacognition de ces personnes post-AVC semblent donc adéquates puisqu'ils sont capables d'identifier des situations vécues comme difficiles et de mettre en place des stratégies de compensation. Cependant, nous allons voir que

ce n'est pas le cas pour toutes les personnes post-AVC. Les altérations des capacités de métacognition peuvent avoir des conséquences sur la perception des capacités de conduite et sur les performances de conduite.

3.3. Métacognition et conduite

3.3.1. Comment la métacognition influence les performances de conduite ?

Un AVC peut entraîner des troubles de la métacognition qui affectent la conscience qu'a la personne de ses propres capacités cognitives (Chavoix & Insausti, 2017; Hartman-Maeir et al., 2002; Jehkonen et al., 2000; Pia et al., 2004) ainsi que les capacités de régulations en cas de difficultés (Al Banna et al., 2015). Un trouble de la métacognition peut donc affecter la perception des capacités de conduite (Walton-Blane et al., 2016). En effet, les personnes post-AVC ont tendance à surestimer leurs capacités de conduite (Hartje et al., 1991; Heikkilä et al., 1999a). Hartje et al., (1991) ont observé que l'auto-évaluation des personnes post-AVC après leur épreuve de conduite ne correspondait pas aux notes attribuées par l'instructeur de conduite. Les participants de l'étude de Heikkilä et al., (1999) ainsi que leur conjoints avaient tendance à surestimer leur capacité de conduite par rapport aux évaluations du neurologue et du psychologue.

Une altération de la conscience des capacités de conduite peut avoir des répercussions sur les comportements de conduite (Horrey et al., 2015; Walton-Blane et al., 2016). En effet, une surestimation engendre une augmentation des comportements à risque liés à la conduite (Horrey et al., 2015) et entraîne les personnes à ne pas arrêter de conduire même s'ils n'en ont plus les capacités (Walton-Blane et al., 2016). A l'inverse, un conducteur parvenant à estimer correctement son aptitude et ses propres difficultés s'exposerait moins à des situations qui surpasseraient ses capacités et serait moins à risque d'accident (Blane et al., 2018; Fuller, 2005; Horrey et al., 2015; Paire-Ficout et al., 2018, 2021b). Il s'avère également que la conscience des troubles est corrélée aux performances de conduite : plus les personnes s'auto-estiment correctement, plus leurs performances de conduite sont bonnes (Blane et al., 2017; Gooden et al., 2017b; Patomella et al., 2009; Schanke et al., 2008).

La littérature montre que les capacités de métacognition sont donc primordiales dans l'activité de conduite. Plusieurs études recommandent que les capacités de métacognition soient évaluées lors d'une évaluation d'aptitude à la conduite (Blane et al., 2017; Rosenfeld et al., 2022). C'est également ce qui est mentionné dans les recommandations d'évaluation d'aptitude

à la conduite de la HAS (2016). De plus, les capacités de métacognition sont un des facteurs sur lesquels se basent les professionnels de la conduite lorsqu'ils doivent prendre une décision concernant l'aptitude à la conduite (Stapleton et al., 2015).

3.3.2. Evaluation de la métacognition

Il existe plusieurs instruments pour évaluer la conscience de capacités. Une méthode d'évaluation communément utilisée est la comparaison des performances auto-évaluées par l'individu lui-même à celles évaluées par un proche et/ou un professionnel de la santé. Plusieurs questionnaires permettent de réaliser ces comparaisons comme « The Patient Competency Rating Scale » (Prigatano et al., 1986), « The Self-Awareness of Deficits Interview » (J. M. Fleming, J. Strong, R. Ashton, 1996) ou « the Awareness Questionnaire » (Sherer et al., 1998). Ces questionnaires comprennent des questions spécifiques sur le fonctionnement de la personne et la façon dont elle réalise certaines tâches quotidiennes. La comparaison des réponses de l'individu à celles d'un proche ou d'un professionnel de la santé permet d'objectiver la présence d'un déficit de la conscience des difficultés. Ces différents questionnaires évaluent particulièrement la conscience intellectuelle du modèle pyramidal de la conscience de soi (Crosson et al., 1989).

D'autres méthodes permettent d'évaluer la conscience en ligne mise en évidence Toglia & Kirk, (2000) pour compléter le modèle de Crosson et al., (1989). Comme nous avons pu le voir dans le chapitre 1, la conscience en ligne permet le contrôle et l'auto-régulation des performances lors d'une activité. « The Self-Regulation Skills Interview » (T. L. Ownsworth et al., 2000) évalue la conscience en ligne par le biais de questions sur les difficultés rencontrées lors de la réalisation d'une tâche et les stratégies compensatoires identifiées pour pallier ces difficultés. Dans leur revue de littérature sur l'évaluation de la métacognition Al Banna et al., (2015) ont observé qu'au sein des 34 articles inclus, les quatre échelles présentées ci-dessus étaient les plus utilisées.

L'évaluation de la conscience des troubles peut également être réalisée à partir de questionnaires d'évaluation des fonctions exécutives : la Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF-A). Ce questionnaire évalue les fonctions exécutives avec des questions concernant la vie quotidienne. La comparaison entre le score d'auto-évaluation (établi par la personne) et celui d'hétéro-évaluation (établi par un proche) permet d'évaluer le niveau de conscience des capacités.

Ces échelles permettent d'évaluer la conscience des capacités et la régulation dans des situations rencontrées quotidiennement. La BIDSAM (Brain Injury Driving Self-Awareness Measure) (Gooden et al., 2017c), présentée et décrite dans le chapitre 2, permet d'évaluer ces capacités dans un contexte de la conduite. Des participants jugés inaptes à reprendre la conduite avaient des scores à la BIDSAM significativement moins représentatifs de leurs réelles performances que les personnes jugées aptes à reprendre la conduite (Gooden et al., 2017b).

Plusieurs études rapportent que l'obtention d'une recommandation d'aptitude à la conduite défavorable engendre des émotions négatives telles que la tristesse, la colère, le mécontentement, voire l'impression d'être traité injustement (Liddle et al., 2011, 2012; Patomella et al., 2009). Les sentiments négatifs notamment celui d'être traité injustement pourraient être décuplés pour une personne qui n'a pas conscience de ses difficultés. En plus d'évaluer les capacités de métacognition, il est important d'essayer de les améliorer afin d'aider les personnes à adhérer à la recommandation si elle est défavorable. Nous allons voir qu'il existe plusieurs méthodes pour améliorer les capacités métacognitives.

3.3.3. Comment améliorer la métacognition ?

Il existe plusieurs méthodes pour améliorer la conscience des capacités réelles et la mise en place de stratégies. Toglia, (1998) a proposé une méthode basée sur le modèle « Comprehensive Dynamic Interactional Model of awareness » (Toglia & Kirk 2000) présenté dans le chapitre 1. Cette méthode, nommée « modèle d'interaction dynamique de la réadaptation cognitive » (Toglia, 1998) propose plusieurs stratégies d'interventions. Elle se base sur le postulat que la cognition résulte de l'interaction entre l'individu, la tâche et l'environnement. Le but de cette méthode est de faire varier le type de tâche, le type d'environnement et de proposer des stratégies pour aider à la réalisation des tâches. Plusieurs stratégies sont proposées comme la prédiction des obstacles et des résultats, l'auto-prédiction du niveau de difficulté, ainsi que la vitesse et la précision de la performance. À des intervalles réguliers lors de la réalisation d'une tâche, le professionnel de santé peut proposer au participant de s'auto-évaluer. Ces auto-évaluations peuvent être ensuite comparées à la performance réelle. Cette méthode propose également le « rôle inversé », le professionnel réalise la tâche à la place du participant qui doit repérer les erreurs commises. L'efficacité de cette méthode a été évaluée après 6 mois d'entraînement auprès d'une personne ayant subi un traumatisme crânien (Landa-Gonzalez, 2001). L'efficacité des différentes stratégies utilisées au sein de cette méthode a été démontrée

lors de cette étude de cas sur plusieurs activités fonctionnelles (la préparation de repas, l'entretien de la maison, la planification de vacances, etc).

Une méthode également utilisée pour améliorer la conscience des difficultés est le feedback direct. Cette méthode consiste à faire des retours sur la performance de la personne directement après la réalisation d'une tâche. Le feedback peut avoir plusieurs modalités, il peut se faire de façon verbale ou par le biais de vidéo. L'efficacité du feedback verbal sur l'amélioration de la conscience des capacités auprès de personnes cérébrolésées a été montrée dans plusieurs études (Cheng & Man, 2006; Goverover et al., 2007; T. Ownsworth et al., 2008). Recevoir un feedback des performances suite à la réalisation d'une tâche permettait aux participants d'augmenter la conscience de leurs capacités réelles et augmentait leurs performances lors des prochaines réalisations de cette tâche (Cheng & Man, 2006; Goverover et al., 2007; T. Ownsworth et al., 2008).

L'efficacité du feedback vidéo sur la conscience des capacités a été démontrée dans plusieurs études (Besharati et al., 2015; Schmidt et al., 2013). De plus, les bénéfices du feedback vidéo couplé au feedback verbal pour améliorer la conscience des capacités a été montrée chez des personnes ayant subi un traumatisme crânien (Schmidt et al., 2013). Ces deux types de feedback ont permis non seulement d'améliorer la conscience des facultés, mais aussi d'améliorer les performances lors d'une tâche quotidienne de préparation de repas. En revanche, ces effets bénéfiques du feedback n'ont pas été observés avec un feedback verbal seul (Schmidt et al., 2013). Enfin, le feedback vidéo s'est également révélé efficace pour améliorer la conscience des capacités motrices chez des personnes souffrant d'hémiplégie après un AVC (Besharati et al., 2015).

Lavallière et al., (2012) ont montré qu'un entraînement sur simulateur de conduite avec feedback vidéo permettait également d'améliorer les stratégies d'inspection visuelle et améliorait les capacités de conduite sur route chez les conducteurs âgés. Les personnes ayant reçu un feedback vidéo de leurs performances de conduite avaient amélioré leur capacité à identifier les stratégies de conduite à risque. Ce feedback vidéo améliore aussi les performances de conduite de personnes âgées après une mise en situation sur route réelle (Sangrar et al., 2022). Dans cette étude, les conducteurs âgés ont été filmés lors d'une mise en situation sur route réelle. Quatre semaines après, les participants du groupe expérimental visionnaient le feedback de leur conduite, puis après quatre semaines les participants réalisaient à nouveau une mise en situation de conduite. Les participants ayant eu un feedback vidéo ont amélioré leurs performances dans plusieurs domaines de conduite comme le contrôle de leur véhicule,

l'observation de la route et le respect des règles de circulation, ce qui n'a pas été le cas pour les participants sans feedback vidéo (Sangrar et al., 2022). L'efficacité du feedback vidéo sur les performances de conduite a également été montrée auprès de personnes âgées avec des troubles cognitifs (Ott et al., 2017). Les participants ont été filmés lors de leur conduite pendant deux mois. Chaque semaine, ils recevaient des vidéos de situations de conduite au cours desquelles ils avaient eu des comportements dangereux, ainsi que des conseils pour réduire ces événements dangereux et des félicitations lorsque peu d'événements dangereux avaient été enregistrés. Ott et al., (2017) ont montré que ces méthodes ont permis de réduire jusqu'à 56 % les comportements de conduite dangereux chez ces personnes âgées souffrant de troubles cognitifs. Les bénéfices de cette intervention ont été maintenus jusqu'à 3 mois (Ott et al., 2017).

Ces différentes études ont montré l'efficacité du feedback vidéo sur les performances lors de tâches quotidiennes et de conduite, auprès de personnes saines et également auprès de personnes avec des pathologies. Cependant, peu d'études se sont intéressées à la prise de conscience de performances de conduite réelles. McKay et al., (2011) ont investigué l'utilisation du simulateur de conduite pour améliorer la conscience des capacités de conduite chez des personnes post-AVC. Les auteurs ont tout d'abord observé qu'elles avaient tendance à davantage surestimer leurs capacités de conduite que les personnes saines avant la réalisation de la conduite sur simulateur et qu'elles les estimaient de façon plus juste après une mise en situation de 45 minutes sur un simulateur de conduite (McKay et al., 2011a). L'utilisation d'un simulateur de conduite est donc une méthode efficace pour l'amélioration de la conscience des capacités de conduite chez les personnes post-AVC.

Il existe donc plusieurs méthodes pour améliorer les capacités de métacognition. La méthode la plus pertinente dans un contexte de conduite est le feedback vidéo. Seulement, à notre connaissance aucune étude ne s'est intéressée à l'efficacité d'un feedback vidéo sur route réelle, sur les capacités de métacognition chez les personnes post-AVC. C'est pourquoi un des objectifs de cette thèse est d'étudier l'intérêt d'un feedback vidéo suite à une mise en situation de conduite sur la prise de conscience des capacités de conduite. Cette étude fait l'objet du 7^{ème} chapitre de ce manuscrit.

Ce chapitre nous a permis de détailler la reprise de la conduite après un AVC. Nous avons pu voir les différents déterminants de la reprise de la conduite après un AVC, ainsi que les performances de conduite et les modifications des habitudes de conduite liées à l'AVC. Enfin, ce chapitre a permis de présenter l'influence de la métacognition sur les performances de conduite ainsi que les méthodes pour évaluer la métacognition et l'améliorer.

Ce qu'il faut retenir

- Plusieurs caractéristiques sociodémographiques, cliniques et cognitifs sont associés à la reprise de la conduite après un AVC.
- Les personnes post-AVC modifient leurs habitudes de conduite en ayant recours à des stratégies pour s'adapter à leurs nouvelles difficultés
- La métacognition influence la perception et les performances de conduite. L'évaluation et les méthodes d'amélioration de la métacognition jouent un rôle essentiel dans la prise en charge des personnes post-AVC

Chapitre 4. Problématiques et objectifs de la thèse

L'augmentation de la prévalence des AVC, en particulier chez les jeunes adultes (Béjot et al., 2015 ; Larrue et al., 2017; Lecoffre et al., 2016) représente un problème de santé publique important. Un AVC peut en effet engendrer des séquelles motrices (de Peretti et al., 2012), cognitives (Jokinen et al., 2015; Sexton et al., 2019) et altérer la conscience des troubles (Orfei et al., 2007; Pia et al., 2004) avec une tendance à la surestimation de ses capacités (Hartje et al., 1991; Heikkilä et al., 1999b; Walton-Blane et al., 2016). Ces altérations plus ou moins sévères peuvent compromettre temporairement ou définitivement la reprise de la conduite automobile. Le retour à la conduite est pourtant essentiel pour maintenir une bonne autonomie et pour participer pleinement à la vie sociale et professionnelle.

Reprendre la conduite après un AVC soulève donc diverses réflexions à chaque étape du processus de reprise de la conduite. La première étape est l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Bien que la législation française préconise une évaluation pluriprofessionnelle d'aptitude à la conduite pour les personnes ayant subi un AVC (Journal Officiel de la République Française n°0079, 2022), ces préconisations n'ont pas été appliquées de manière systématique et actuellement aucun protocole d'évaluation standardisé n'existe, notamment concernant le bilan neuropsychologique. De plus, les taux de recommandation d'aptitude à la conduite dans cette population et les facteurs associés à cette recommandation sont assez méconnus en France.

L'objectif de la première étude était donc de réaliser un état des lieux au sein de deux établissements de santé français et dans la deuxième étude de rechercher les facteurs pouvant influencer les recommandations pluriprofessionnelles d'aptitude à la conduite afin d'investiguer les caractéristiques spécifiques à évaluer lors d'une l'évaluation d'aptitude à la conduite.

Partant du constat que les personnes post-AVC ont des difficultés à estimer correctement leurs capacités cognitives et de conduite (Hartje et al., 1991; Heikkilä et al., 1999b; Walton-Blane et al., 2016), et qu'un feed-back vidéo pouvait améliorer la conscience des troubles (Besharati et al., 2015; Lavallière et al., 2012; Schmidt et al., 2013), nous avons cherché à étudier le rôle d'un tel feedback vidéo sur la conscience des capacités de conduite. L'hypothèse est qu'une mise en situation sur route suivie d'un entretien avec support vidéo peut favoriser la prise de conscience de ses propres capacités et difficultés de conduite. L'étude expérimentale et ses résultats sont traités dans le troisième chapitre.

Suite à l'évaluation d'aptitude à la conduite, la personne post-AVC ayant eu une recommandation favorable doit ensuite faire valider son permis auprès d'un médecin agréé avant de reprendre la conduite. Plusieurs travaux ont montré que les performances de conduite après un AVC étaient modifiées (Devos et al., 2014b; Finestone et al., 2009; Fisk et al., 2002; McNamara, George, et al., 2015). Cependant, il existe très peu d'études sur le ressenti à distance de la reprise de la conduite après un AVC (Fisk et al., 2002; McNamara, George, et al., 2015). C'est pourquoi la quatrième étude a cherché à analyser la perception de la reprise de la conduite des personnes post-AVC trois ans après leur évaluation de l'aptitude à la conduite.

Comme les séquelles cognitives sont présentes chez les personnes post-AVC et que ce sont des fonctions très impliquées dans la conduite, la dernière étude avait pour but d'investiguer la relation entre le niveau cognitif des personnes post-AVC et la recommandation d'aptitude à la conduite d'une part, et la reprise de la conduite d'autre part.

Mieux comprendre les différentes étapes du processus de reprise de la conduite ainsi que leurs enjeux spécifiques apportent des pistes de réflexion sur les méthodes et les outils les plus adaptés pour la prise en charge des personnes post-AVC ainsi que pour leur suivi.

Deuxième partie
Contribution expérimentale

Chapitre 5 – Evaluation de l'aptitude à la conduite chez les personnes post-AVC : état des lieux dans deux établissements

5.1. Contexte et objectifs

Compte tenu de l'absence d'étude en France sur le taux de recommandation d'aptitude à la conduite et la disparité entre les prédicteurs des recommandations de conduite, la présente étude a pour objectif de dresser un premier état des lieux de l'évaluation de l'aptitude à la conduite des personnes post-AVC au sein de deux établissements en France : au centre mutualiste de Kerpape et à l'hôpital Henry Gabrielle. Cela a été réalisé à partir des données issues des dossiers médicaux.

Cette étude a fait l'objet d'un poster intitulé « Évaluation de l'aptitude à la conduite chez les patients ayant subi un accident vasculaire cérébral : étude rétrospective comparant les données de deux centres » présenté lors du 38^{ème} congrès de la SOFMER (Société Française de Médecine physique et de Réadaptation) au Havre du 11 au 14 octobre 2023.

5.2. Méthodologie

5.2.1. Population

Cette étude rétrospective a été réalisée en analysant les données des dossiers médicaux de personnes post-AVC ayant réalisé une évaluation pluriprofessionnelle d'aptitude à la conduite en 2019. C'est une étude bicentrique qui a été menée en parallèle au centre mutualiste de Kerpape près de Lorient, en Bretagne et à l'hôpital Henry Gabrielle, à Lyon dans le Rhône.

Au total, au sein des deux institutions, 172 personnes avaient réalisé une évaluation pluriprofessionnelle d'aptitude à la conduite en 2019. Sur ces 172 personnes, 27 se sont opposées à l'étude et 6 sont décédées. Cette étude incluait donc 140 personnes post-AVC, 66 personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite au centre de mutualiste Kerpape et 74 personnes au sein de l'hôpital Henry Gabrielle.

5.2.2. Procédure

Après plusieurs entretiens avec les équipes pluridisciplinaires du centre mutualiste de Kerpape et de l'hôpital Henry Gabrielle, un tableau Excel comprenant 65 variables a été construit afin d'inclure toutes les informations pertinentes à récupérer dans les dossiers médicaux des personnes. Pour cette première étude, les données ont été triées et regroupées en différentes caractéristiques.

- Caractéristiques sociodémographiques

Cette première catégorie comprenait l'âge en 2019, le genre, le nombre d'années d'études, le niveau d'étude (certificat d'étude, brevet des collèges, CAP, BEP, bac pro, bac, BTS, DUG, licence, master ou doctorat), la latéralité, le lieu de domicile, la profession, la situation travail (actif ou inactif), le statut (célibataire, marié/pacsé/en concubinage, veuf/veuve ou divorcé(e)), la situation de vie (seul(e), vit avec quelqu'un, vit en institution), et le nombre d'enfants à charge.

Certaines catégories ont été ajoutées afin de donner des renseignements plus spécifiques sur les données récoltées. Concernant le lieu du domicile, une variable a été ajoutée pour spécifier le type d'environnement : rural ou urbain. Une variable a été ajoutée pour la profession afin de renseigner le type de profession : agriculteur, artisan commerçant chef d'entreprise, cadre et profession intellectuelle supérieure, profession intermédiaire, employés, ouvriers, sans activité ou autre. Une variable a été ajoutée afin de renseigner si la profession était en lien avec la conduite ou non. Enfin, si la personne n'était pas en activité nous lui demandions de renseigner la raison de cette inactivité : invalidité, retraité, recherche d'emploi, étudiant, sans activité, congé longue maladie ou arrêt de travail.

- Caractéristiques cliniques

Cette catégorie regroupait les caractéristiques liées à l'AVC : le type d'AVC (ischémique, hémorragique ou malformations artérioveineuses cérébrales), la localisation, la présence d'un ou plusieurs AVC (AVC unique ou multiple), le côté de la lésion (gauche, droite ou les deux), ainsi que la date de la lésion. Comme pour les données socio-démographiques, certaines variables ont été ajoutées pour donner plus d'informations sur les données récoltées. A la localisation de l'AVC, il était ensuite spécifié s'il était sus-tentorial (au niveau des hémisphères cérébraux et des structures profondes) ou sous-tentorial (au niveau du cervelet et du tronc cérébral).

Cette catégorie regroupait également la présence de séquelles liées à l'AVC, codé en « oui » « non ». Ces séquelles ont été classées par type : les séquelles sensorielles (ex : troubles de la perception des stimuli de l'environnement), motrices (ex : atteinte partielle ou totale de la motricité, comme l'hémiplégie), cognitives (ex : déficit de l'attention, de la mémoire), instrumentales (ex : aphasie, apraxie). Parmi les séquelles, nous renseignions également la présence ou non d'une hémiparésie et son type (gauche, droite ou bilatérale), ainsi que la présence ou non d'épilepsie. Une dernière catégorie de séquelles « autres » a été ajoutée afin de compléter si ces séquelles ne rentraient pas dans les catégories précédentes. Dans cette dernière catégorie de séquelle, nous retrouvions, pour la plupart, des séquelles psychiatriques (dépression et/ou anxiété liée à l'AVC). A partir de ces séquelles, nous avons calculé le nombre de différents types de séquelles. Nous avons ensuite codé dans une nouvelle variable le nombre de différents types de séquelles en « 0, 1 ou 2 et plus ».

Les comorbidités, définies comme la présence d'une ou de plusieurs pathologies s'ajoutant à la maladie primaire, étaient également incluses au sein des caractéristiques cliniques. La description de la comorbidité était renseignée puis plusieurs variables étaient associées à chaque comorbidité pour les spécifier. Nous avons d'abord le type de comorbidité (cardio-vasculaire, respiratoire, endocrino-métabolique, musculosquelettique, digestif et hépatobiliaire, neurologique, génito-urinaire, hématologique, oculaire, ORL, dermatologique, infection/parasite, allergique, psychiatrique, autre). Il était ensuite spécifié si la comorbidité était en cours, la date de son apparition et si elle était associée à l'AVC. Nous avons ajouté également le nombre de comorbidités. Nous avons ensuite codé dans une nouvelle variable le nombre de comorbidités en « 0, 1 ou 2 et plus ».

Les traitements médicamenteux étaient inclus dans cette catégorie. Pour chaque traitement, la molécule était renseignée ainsi que le type de médicament (antalgique, cardiologie-angéiologie, antidiabétique, insulines et analogues de l'insuline, antiépileptique, antispasmodiques, antidépresseurs, anxiolytiques). Le niveau d'impact du médicament (1 : ne pas conduire sans avoir lu la notice, 2 : ne pas conduire sans l'avis d'un professionnel de santé ou 3 : pour la reprise de la conduite, demander l'avis d'un médecin), ainsi que la dose du médicament par jour étaient spécifiés.

Dans cette catégorie nous regroupions également le type de médecin qui orientait le patient (MPR, neurologue, médecin traitant, médecin agréé), la présence ou absence d'une évaluation neuropsychologique et la consommation de tabac (actif, sevré ou pas de tabagisme).

Parmi les caractéristiques cliniques nous souhaitons également intégrer le score NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) qui correspond à la gravité de l'AVC. Cette échelle basée sur l'observation de symptômes liés à l'AVC est normalement administrée à l'entrée aux urgences et est ensuite recensée dans le dossier médical du patient. Nous avons d'abord cherché à avoir ces données auprès des personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite au sein du centre mutualiste de Kerpape. Cependant, sur les 66 personnes, les scores de seulement 19 personnes ont été retrouvés directement dans les dossiers médicaux. Nous avons contacté les urgences des hôpitaux dans lesquels les patients avaient été accueillis dans l'espoir de retrouver ces données NIHSS des 47 dossiers manquants. Mais la tâche s'est avérée peu fructueuse, puisque nous avons pu récupérer 4 scores NIHSS supplémentaires. Etant donné le peu de scores disponibles, cette donnée n'a pas été intégrée dans cette étude.

- Caractéristiques de conduite

Cette catégorie comprenait toutes les données liées à la conduite comme la date du permis de conduire, le nombre d'années de conduite, la date d'arrêt de la conduite (si la personne avait bien arrêté de conduire suite à l'AVC). Nous renseignions également toutes les données associées à la mise en situation de conduite en 2019 : la date, le délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite, le nombre de mise en situation de conduite ainsi que les heures d'entraînement sur route et/ou de réentraînement entre les mises en situations. La recommandation d'aptitude à la conduite donnée à l'issue de l'évaluation pluriprofessionnelle était également recueillie pour toutes les personnes. Cette recommandation pouvait être favorable, de façon définitive ou temporaire, ou défavorable. Si celle-ci était favorable, les adaptations du véhicule (ex : boîte automatique, inversion de la pédale d'accélérateur, regroupement des commandes annexes sur la boule au volant, boule au volant à la main gauche ou droite), ainsi que les restrictions de conduite (ex : conduite uniquement de jour, dans un périmètre défini) étaient spécifiées s'il y en avait.

5.2.3. Analyses statistiques

La normalité des variables quantitatives a été évaluée avec le test de Kolmogorov-Smirnov. Pour comparer les données quantitatives entre les groupes (centre mutualiste de Kerpape et l'hôpital Henry Gabrielle) des tests U de Mann-Whitney ont été utilisés, comme elles ne suivaient pas une distribution normale. Les différences entre les groupes concernant les données

qualitatives ont été examinées à l'aide de tests du khi-deux. Lorsque la valeur P était inférieure à 0.05, le résultat était considéré statistiquement significatif. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel de statistiques SPSS 28.0.1.1 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

5.3. Résultats

Les caractéristiques socio-démographiques, cliniques et de conduite des personnes ayant réalisées une évaluation d'aptitude à la conduite au centre mutualiste de Kerpape ont été comparées à celles des personnes l'ayant effectuée à l'hôpital Henry Gabrielle. Pour plus de clarté, seulement les caractéristiques les plus pertinentes ont été présentées ci-dessous.

Le tableau 1 présente les caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des 140 personnes répartis selon le centre mutualiste de Kerpape et l'hôpital Henry Gabrielle.

- Caractéristiques sociodémographiques

Ni l'âge ni le genre ne différenciaient des deux cohortes des deux établissements. Une proportion significativement plus élevée de personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite au centre de Kerpape vivait dans un environnement rural (45.4 %) comparativement aux personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite à l'hôpital Henry Gabrielle (10.8 %) ($p < 0.001$).

Les personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite au centre de Kerpape avaient un nombre d'années de conduite significativement plus élevé (40.1 années \pm 19.2) que celles l'ayant réalisée à l'hôpital Henry Gabrielle (32.9 années \pm 14.2) ($p = 0.044$).

- Caractéristiques cliniques

Une proportion significativement plus élevée de personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite au centre de Kerpape avait une malformation vasculaire cérébrale (15.6 %) et une proportion moins élevée a eu un AVC hémorragique (6.2 %), comparativement aux personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite à l'hôpital Henry Gabrielle (malformation vasculaire cérébrale : 2.7 % ; AVC hémorragique : 20.3 %) ($p = 0.003$). Une proportion significativement moins élevée de personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite à Kerpape avait des séquelles sensibles (18.2 %) comparativement aux celles l'ayant réalisée à l'hôpital Henry Gabrielle (38.3 %) ($p = 0.02$).

- Protocoles d'évaluation d'aptitude à la conduite

Comparativement aux personnes ayant réalisé une évaluation à l'hôpital Henry Gabrielle, les personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite au centre de Kerpape avaient :

- Un nombre de mises en situation de conduite significativement plus élevé (1.5 ± 0.8 versus 1.0 ± 0.2), ($p < 0.001$)
- Un délai entre l'AVC et la mise en situation plus important (429.1 jours ± 711.3 versus 223.9 jours ± 296.5) ($p = 0.005$).
- Effectué en plus grande proportion, un bilan neuropsychologique (58.5% versus 24.3%) ($p < 0.001$).
- Reçu, en moindre proportion, une recommandation favorable d'aptitude à la conduite (63.6% versus 93.2%) ($p < 0.001$).

Chapitre 5. Evaluation de l'aptitude à la conduite chez les personnes post-AVC

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des personnes selon l'établissement.

Variable ^a	Centre Mutualiste Kerpape n = 66	Hôpital Henry Gabrielle n = 74	Valeur de p
Age (m, ET)	58 ± 14	54 ± 14	0.07 ^b
Genre, Femme (%)	42.4	33.8	0.293 ^c
Environnement, Rural (%)	45.4	10.8	<0.001 ^c
Années de conduite (m, ET)	40.1 ± 19.2	32.9 ± 14.2	0.044^b
Type d'AVC (%)			
Hémorragique	6.2	20.3	0.003^c
Ischémique	78.1	77.0	
Malformation vasculaire cérébrale	15.6	2.7	
Type de séquelles,			
0	4.5	2.7	0.293 ^c
1	28.8	17.6	
2 et plus	66.7	79.7	
Sensitives (%)	18.2	38.3	0.020^c
Motrices (%)	65.1	79.4	0.107 ^c
Cognitives (%)	66.6	70.3	0.647 ^c
Instrumentales (%)	24.2	34.2	0.197 ^c
Bilan neuropsychologique réalisé (%)	58.5	24.3	<0.001 ^c
Recommandation, favorable (%)	63.6	93.2	<0.001 ^c
Nombre de mise en situation de conduite	1.5 ± 0.8	1.0 ± 0.2	<0.001 ^b
Délai entre AVC et mise en situation de conduite	429.1 ± 711.3	223.9 ± 296.5	0.005^b

^aVariables manquantes : années de conduite, Kerpape n = 12, Henry Gabrielle n = 30; type d'AVC, Kerpape n = 2 ; séquelles sensibles, Henry Gabrielle n = 1 ; séquelles motrices, Henry Gabrielle n = 1 ; séquelles instrumentales, Henry Gabrielle n = 1 ; bilan neuropsychologique, Kerpape n = 1

^bTest U de Mann-Whitney ; ^ctest du χ^2

5.4. Discussion et conclusion

Cette étude a permis de réaliser un état des lieux sur la reprise de la conduite des personnes post-AVC au sein de deux établissements en France. Les principaux résultats ont montré que les personnes du centre mutualiste de Kerpape vivaient davantage dans un milieu rural, avaient un nombre d'années de conduite plus important, étaient plus touchées par une malformation vasculaire cérébrale qu'un AVC hémorragique, et avaient moins de séquelles sensibles que les personnes de l'hôpital Henry Gabrielle. Cette comparaison a également montré des différences

entre les protocoles d'évaluation d'aptitude à la conduite entre ces deux centres. Au sein du centre de Kerpape, en 2019, plus de bilans neuropsychologiques ont été réalisés, les personnes réalisaient plus de mises en situation de conduite, le délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite était plus important comparativement à l'hôpital Henry Gabrielle. Enfin, le taux de recommandations favorables était plus élevé chez les personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite à l'hôpital Henry Gabrielle que chez les personnes ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite au centre de Kerpape. Ces résultats reflètent des disparités entre les populations des deux établissements et dans les protocoles d'évaluation d'aptitude à la conduite.

Cette étude avait également pour objectif d'identifier les facteurs associés aux recommandations pluriprofessionnelles d'aptitude à la conduite. Objectif qui n'a pas pu être réalisé à partir de l'ensemble des données des deux centres principalement en raison du très faible taux de recommandation défavorable à l'hôpital Henry Gabrielle (7%). Par conséquent, pour étudier les facteurs associés aux recommandations pluriprofessionnelles d'aptitude à la conduite, nous avons choisi de nous concentrer uniquement sur les personnes ayant réalisé une évaluation au centre de Kerpape.

Ce qu'il faut retenir

- Les personnes du centre mutualiste de Kerpape vivent davantage dans un milieu rural, ont un nombre d'années de conduite plus important, sont plus touchées par une malformation vasculaire cérébrale qu'un AVC hémorragique, et ont moins de séquelles sensibles que les personnes de l'hôpital Henry Gabrielle.
- Les taux de recommandation et les méthodes d'évaluation d'aptitude à la conduite sont différents entre les deux établissements.
- Cette étude souligne l'importance d'homogénéiser les méthodes d'évaluation de l'aptitude à la conduite, comme préconisé dans les recommandations HAS (2016).

Chapitre 6 – Etude des facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite après un AVC au centre mutualise de Kerpape

6.1. Contexte et objectifs

La littérature a identifié plusieurs facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite tels que le délai entre l'AVC et l'évaluation (Fox et al., 1992; Masson, 2011), certains tests neuropsychologiques (Devos et al., 2011). De plus, la recommandation peut varier selon la spécialité du professionnel (Ranchet et al., 2016). Cependant aucune étude en France ne s'est intéressée aux facteurs associés aux recommandations pluriprofessionnelles de l'aptitude à la conduite. L'objectif de cette étude est d'identifier les facteurs associés aux recommandations pluriprofessionnelles d'aptitude à la conduite de l'échantillon de conducteurs post-AVC provenant du centre de Kerpape. Pour cela, les caractéristiques des personnes ayant eu une recommandation favorable ont été comparées à celles des personnes ayant eu une recommandation défavorable.

Cette étude a fait l'objet d'un article intitulé « Fitness-to-drive recommendations in post-stroke patients: a retrospective study » publié dans le journal « Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases » DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.107781 en mai 2024.

6.2. Méthodologie

6.2.1. Population

Les données provenant des dossiers médicaux des 66 personnes ayant réalisé une évaluation pluriprofessionnelle d'aptitude à la conduite en 2019 au centre Mutualiste de Kerpape ont été incluses dans cette étude.

Les caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des personnes ayant une recommandation favorable ont été comparées à celles des personnes ayant une recommandation défavorable.

6.2.2. Analyses statistiques

La normalité des variables quantitatives a été évaluée avec le test de Kolmogorov-Smirnov. Comme toutes les variables ne suivaient pas une distribution normale, les différences entre les groupes ont été examinées à l'aide de tests U de Mann-Whitney. Pour les variables qualitatives, les différences entre les groupes ont été examinées à l'aide de tests du khi-deux. Le V de Cramer (V) a été utilisé pour estimer la taille de l'effet pour les tests du khi-deux. Une taille d'effet inférieur à 0,2 indique une faible association entre les variables. Une taille d'effet comprise entre 0,2 et 0,6 indique une association modérée entre les variables. Une taille d'effet supérieur 0,6 indique une forte association entre les variables (IBM, 2023). Le coefficient r de Bravais-Pearson a été utilisé pour calculer l'intensité des corrélations. Une valeur de corrélation de 0 indique qu'il n'y a pas de corrélation, 1 indique une corrélation positive totale. Une valeur de corrélation de 0,7 entre deux variables indique une relation significative et positive (Nettleton, 2014). Des modèles de régression logistique avec la méthode d'introduction pas à pas ont été utilisés afin de déterminer quelles variables étaient les meilleurs prédictrices des recommandations d'aptitude à la conduite. Seules les variables qui différaient significativement entre les deux catégories (favorable/ défavorable) ont été incluses dans les modèles. Lorsque la valeur P était inférieure à 0.05, le résultat était considéré statistiquement significatif. Toutes les procédures statistiques ont été réalisées à l'aide de SPSS 28.0.1.1 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

6.3. Résultats

6.3.1. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite

Le tableau 2 présente les caractéristiques sociodémographiques des 66 patients inclus dans l'étude et leur répartition selon s'ils ont eu une recommandation favorable ou défavorable. Sur toutes les variables, seul le délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite était significativement différent entre les deux groupes : ce délai est plus long pour les personnes de la catégorie défavorable (649.46 jours \pm 907.80) que pour ceux de la catégorie favorable (303.3 jours \pm 543.2) ($p = 0.004$; $r = 0.72$).

Chapitre 6. Etude des facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite

Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite de l'échantillon total, selon la recommandation d'aptitude à la conduite

Variab ^a	Toutes les personnes n = 66	Recommandation Favorable n = 42	Recommandation Défavorable n = 24	Valeur de p ^b
Age, années, m ± et	58 ± 14	57 ± 12	59 ± 16	0.248
Genre, femme, %	42.4	35.7	54.2	0.145
Années de conduite, années, m ± et	36.0 ± 14.0	36.0 ± 14.0	37.0 ± 18.0	0.539
Délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite, jours, m ± et	429.1 ± 711.3	303.3 ± 543.2	649.5 ± 907.8	0.004
Nombre de mise en situation de conduite, m ± et	2.0 ± 1.0	1.5 ± 0.8	1.50 ± 0.9	0.636
Entraînement sur route, heures, m ± et	9.2 ± 6.1	9.3 ± 11.3	9.0 ± 4.0	0.104

^aVariab^a manquantes : années de conduite, recommandation favorable n = 15, recommandation défavorable n = 6; entraînement sur route, recommandation favorable n = 31, recommandation défavorable n = 17.

^bTests U de Mann-Whitney ont été utilisés pour les variables âge, années de conduite, délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite, nombre de mise en situation de conduite, et entraînement sur route; test du χ^2 ont été utilisés pour la variable sexe

6.3.2. Caractéristiques cliniques

Une proportion significativement plus élevée de personnes avec une recommandation défavorable avait deux types de séquelles différentes ou plus (87.5 %) comparativement aux personnes avec une recommandation favorable (54.8 %) ($p = 0.022$; $V = 0.34$). Seules les séquelles instrumentales différaient entre les deux groupes. Une proportion significativement plus élevée de personnes avec une recommandation défavorable avait des séquelles instrumentales (45.8 % et 11.9 % respectivement, $p = 0.002$; $V = 0.38$) par rapport à la proportion de personnes avec une recommandation favorable. Parmi ces séquelles instrumentales, toutes les personnes avec une recommandation défavorable, sauf un, présentaient au moins un trouble phasique (tableau 3).

Chapitre 6. Etude des facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite

Tableau 3. Caractéristiques cliniques de l'échantillon total, selon la recommandation d'aptitude à la conduite

Variables ^a , %	Toutes les personnes n = 66	Recommandation Favorable n = 42	Recommandation Défavorable n = 24	Valeur de p ^b
Type d'AVC,				
Hémorragique	6.2	7.3	4.3	0.56
Ischémique	78.1	80.5	73.9	
Malformation vasculaire cérébrale	15.6	12.2	21.7	
Comorbidités,				
0	10.6	14.3	4.2	0.473
1	18.2	16.7	20.8	
2 et plus	71.0	69.0	75.0	
Type de séquelles,				
0	4.5	7.1	0.0	0.022
1	28.8	38.1	12.5	
2 et plus	66.7	54.8	87.5	
Sensitives	18.2	16.7	20.8	0.673
Motrices	65.1	61.9	70.8	0.464
Cognitives	66.7	61.9	75.0	0.278
Instrumentales ^c	24.2	11.9	45.8	0.002

^aVariables manquantes : Type d'AVC, recommandation favorable n = 1, recommandation défavorable n = 1.

^bTests du χ^2 ont été utilisés pour les variables type d'AVC, comorbidités, Séquelles sensibles, Séquelles motrices, Séquelles cognitives, et Séquelles instrumentales ; Test exactes de Fisher ont été utilisés pour la variable type de séquelles

^c Principalement trouble phasique

6.3.3. Régression logistique

Deux variables différaient significativement entre les personnes avec une recommandation favorable et les personnes avec une recommandation défavorable : le nombre de types de séquelles et le délai entre l'AVC et la mise en situation sur route. Une régression logistique a été réalisée avec ces deux variables pour déterminer quel était le meilleur facteur prédictif d'une recommandation défavorable d'aptitude à la conduite. Il s'avère que le nombre de types de séquelles était le meilleur facteur prédictif d'une recommandation d'aptitude à la conduite. Cette variable représentait 17 % de la variance totale avec un coefficient b positif et un exp (b) de 5.31 ce qui signifie qu'une augmentation du nombre de type de séquelles multiplie par 5,31 la probabilité d'appartenir au groupe de personnes ayant reçu une recommandation défavorable. En d'autres termes, un participant présentant deux types de séquelles ou plus avait plus de risques d'avoir une recommandation défavorable.

Suite à ce résultat, les types de séquelles ont été analysés plus spécifiquement à partir d'un modèle de régression logistique pour déterminer quelles séquelles parmi les séquelles instrumentales et l'intervalle de temps entre l'AVC et la mise sur route était la plus prédictive d'une recommandation favorable. La régression logistique a révélé que la présence de séquelles instrumentales était le meilleur prédicteur de la recommandation favorable d'aptitude à la conduite, puisqu'elle représentait 18 % de la variance totale ($p = 0.004$). La variable séquelles instrumentales possède un coefficient b positif et un $\exp(b)$ de 6.26 ce qui signifie qu'un nombre plus élevé de séquelles instrumentales multiplie par 6.26 la probabilité d'appartenir au groupe de personnes ayant eu une recommandation défavorable. Un participant présentant des séquelles instrumentales, notamment un trouble phasique avait plus de risque d'avoir une recommandation défavorable

Tableau 4. Récapitulatif des variables conservées dans les modèles

Modèles	Variable	B	Exp (B) (95% IC)	Valeur de P
Premier modèle	Type de séquelles	1.67	5,31 (1.44 - 19.50)	0.012
Second modèle	Séquelles instrumentales	1.83	6.26 (1.83 - 21.46)	0.004

Exp (B) = OR = odds ratio

IC = Intervalle de confiance

6.4. Discussion

Cette étude rétrospective a permis de réaliser un état des lieux sur la reprise de conduite des personnes post-AVC en France. Parmi les 66 personnes, 78% avaient subi un AVC ischémique et 21% un AVC hémorragique ou présentaient une malformation vasculaire cérébrale. Ces données sont cohérentes avec la population des personnes post-AVC en France qui précisent que 80 à 85% des AVC sont d'origine ischémique, et 5 à 15% sont de nature hémorragique ou dus à une malformation vasculaire cérébrale (INSERM, 2019).

Dans notre étude, 64% des personnes ont eu une recommandation favorable d'aptitude à la conduite. Ce taux est semblable à celui observé dans une méta-analyse dans laquelle 54 % des personnes post-AVC ont eu une recommandation favorable (Devos et al., 2011). Cependant, il est inférieur à celui d'une autre étude, dans laquelle 78 % des personnes ayant subi un AVC ont eu une recommandation favorable par l'enseignant de la conduite (Ranchet et al., 2016). Plusieurs raisons peuvent expliquer ces différences comme les disparités entre les protocoles d'évaluation d'aptitude à la conduite. En effet, les procédures d'évaluation ainsi que la législation varient considérablement d'un pays à l'autre. Dans l'article de Devos et al., (2011), il est mentionné que lors d'une évaluation de la conduite, « les médecins peuvent orienter les

patients vers une évaluation sur route ». Les auteurs précisent également que par manque de temps et de moyens, ces évaluations sur route ne sont pas systématiquement réalisées. En France, depuis 2016 la législation préconise une évaluation pluriprofessionnelle de la conduite incluant une mise en situation sur route (HAS 2016 ; JORF 2022). Depuis ces préconisations, différents centres en France dont le centre mutualiste de Kerpape tendent à suivre ces recommandations mais ces pratiques ne sont pas encore généralisées.

Le taux de recommandation peut également varier en fonction de la spécialité du professionnel qui émet la recommandation d'aptitude à la conduite. En effet, dans l'étude de Ranchet et al., (2016), l'enseignant de la conduite a donné une recommandation favorable à 78% des personnes alors que le médecin a préconisé une recommandation favorable à 86%.

Cette étude rétrospective est la première en France à identifier les facteurs associés aux recommandations pluriprofessionnelles d'aptitude à la conduite des personnes post-AVC. Les résultats montrent que le délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite est significativement plus long chez les personnes avec une recommandation défavorable (649 jours en moyenne) comparativement aux personnes avec un recommandation favorable (303 jours en moyenne). Cela suggère que les personnes avec une recommandation défavorable présentent plus de séquelles et ont besoin d'un temps de récupération plus long. L'intervalle de temps entre l'AVC et la mise en situation de conduite a déjà été mis en relation avec une recommandation favorable d'aptitude à la conduite dans une lettre aux éditeurs réalisée à partir d'une méta-analyse comprenant 17 articles (Schulz et al., 2022). Les auteurs ont analysé statistiquement la relation entre le taux de recommandation favorable et le temps entre l'AVC et la mise en situation de conduite au sein des 17 études incluses dans la méta-analyse de Devos et al., (2011). Ils proposent une représentation graphique de la relation entre le taux de recommandation favorable et le temps entre l'AVC et la mise en situation de conduite au sein de ces 17 études (cf. figure 7). Les résultats de cette analyse montrent une corrélation positive modérée (corrélation de Pearson) entre l'AVC et la mise en situation de conduite et le taux de recommandation favorable. Comme le soulignent ces auteurs, ce résultat confirme que les personnes ayant subi un AVC ont besoin de temps pour récupérer de leurs séquelles avant de reprendre la conduite. Le pourcentage de recommandation favorable (64 %) en fonction du délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite (10 mois) observé dans notre étude a été situé sur la figure 7. Les résultats observés dans la cohorte de notre étude vont dans le sens de ceux observés dans la plupart des études incluses dans la méta-analyse de Devos et al., (2011). Nous observons néanmoins des différences considérables entre les études au niveau des taux

de recommandation favorable, même avec des délais entre l'AVC et la mise en situation similaires.

Les divergences de résultats peuvent s'expliquer par des différences au niveau des caractéristiques cliniques des patients post-AVC comme la sévérité de l'AVC et la localisation de la lésion (Schulz et al., 2022). Les différences entre ces études peuvent également être expliquées par les différences dans les protocoles d'évaluations d'aptitude à la conduite. C'est pourquoi homogénéiser les méthodes d'évaluation d'aptitude à la conduite pourrait permettre de réaliser de nouvelles études comparatives en évitant ce biais.

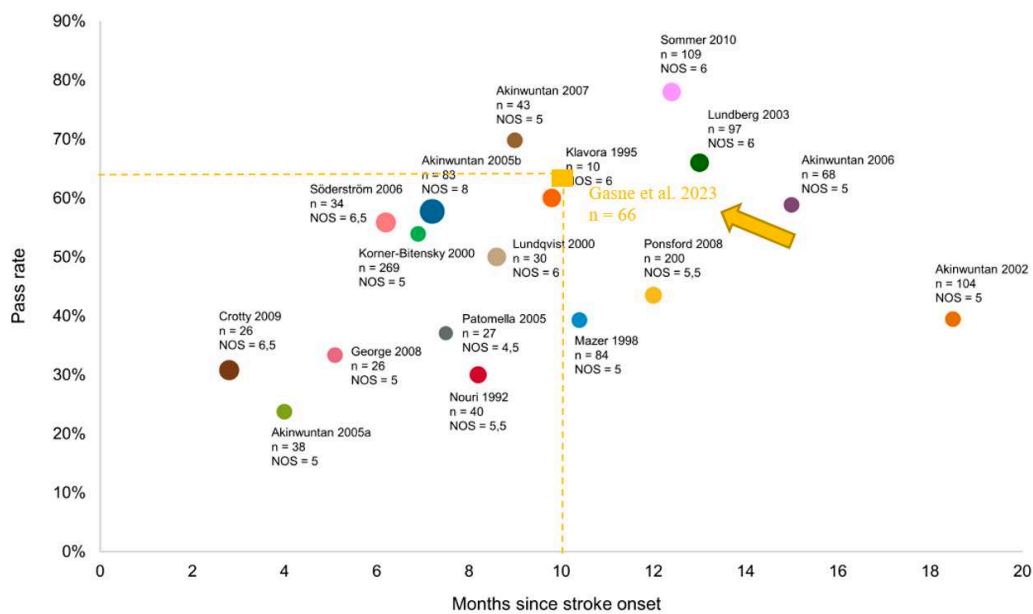


Figure 7. Graphique adapté de l'article de Schulz et al. 2022 Recovery of driving fitness after stroke: A matter of time?

Les régressions logistiques ont révélé que la présence de séquelles instrumentales, notamment les troubles phasiques, était le meilleur prédicteur d'une recommandation défavorable de l'aptitude à la conduite, représentant 18 % de la variance totale. Les troubles phasiques étaient les seules séquelles instrumentales présentes chez les personnes qui avaient reçu une recommandation défavorable. Ce résultat représente la contribution majeure de cette étude rétrospective. Selon plusieurs études, l'aphasie est une séquelle très fréquente suite à un AVC et ne se limite pas qu'à des difficultés d'expression du langage (Enderby & Sutton, 2020). L'aphasie peut également affecter la compréhension du langage. Par conséquent, on peut supposer que ce trouble a un impact sur la compréhension des instructions données par l'enseignant de la conduite pendant la conduite et sur la reconnaissance des panneaux de signalisation. Cette hypothèse est cohérente avec les résultats d'une étude démontrant des scores

significativement plus faibles pour la reconnaissance des panneaux de signalisation et la compréhension des descriptions écrites et orales des panneaux de signalisation chez des personnes avec troubles phasiques comparativement à des personnes sans troubles (Mackenzie & Paton, 2003). Une récente revue de littérature réalisée par Wallace et al., (2024) souligne également que les personnes avec des troubles phasiques ont de moins bonnes performances au test de reconnaissance des panneaux (Donovan et al., 2015), et de moins bonnes performances de conduite (Hartje et al., 1991).

Cependant, au sein de la cohorte de personnes de notre étude, le type d'aphasie dont souffraient les personnes n'était pas toujours spécifié dans leur dossier médical. Par exemple, pour certaines personnes il était précisé « aphasie de compréhension et d'expression » ou « aphasie mixte fluente », alors que dans la plupart des dossiers médicaux des autres personnes, il était simplement mentionné « troubles phasiques ». Il serait donc intéressant de caractériser plus en profondeur la nature de ces troubles phasiques. Cela pourrait nous permettre de savoir quel type d'aphasie présentent les personnes et d'étudier leur impact plus spécifiquement sur leur performance de conduite. Une aphasie fluente de Broca qui entraîne une difficulté de production de la parole, avec une compréhension souvent préservée n'aura pas le même impact sur la conduite qu'une aphasie de Wernicke, où la production de la parole reste intacte, alors que la compréhension est touchée.

Une précédente étude menée avec des personnes ayant subi un AVC a montré que les facteurs de la recommandation d'aptitude à la conduite variaient également en fonction du professionnel de santé (Ranchet et al., 2016). Pour le médecin, les visites précédentes au centre et le nombre de comorbidités étaient les facteurs qui déterminaient le mieux les recommandations d'aptitude à la conduite. Pour l'évaluateur de la conduite, l'âge, les visites précédentes au centre, l'acuité binoculaire et l'expérience de la conduite étaient les meilleurs facteurs. Ces facteurs n'ont pas été mis en évidence dans notre étude. Cependant, ces résultats montrent la nécessité d'une évaluation multi-professionnelle standardisée de l'aptitude à la conduite chez les personnes post-AVC, conformément à la législation française (HAS 2016 ; JORF, 2022).

La présente étude rétrospective a plusieurs limites. La première concerne la taille de la cohorte étudiée. En effet, le fait de se concentrer uniquement sur les personnes post-AVC du centre mutualiste de Kerpape divise la taille de la cohorte par deux. De plus, ce choix

méthodologique restreint la généralisation des résultats de cette étude puisqu'ils ne concernent qu'un seul établissement.

Une autre limite de ces deux précédentes études est que nous nous sommes basés sur la recommandation d'aptitude à la conduite suite à une évaluation qui n'est pas forcément représentative de la reprise ou de l'arrêt de la conduite suite à un AVC. Les personnes ayant subi un AVC ne vont pas toutes consulter un médecin avant de reprendre la conduite. Sur une cohorte de 48 personnes post-AVC, seulement 58% des personnes ont déclaré leur AVC à un professionnel de santé (Walton-Blane et al., 2016). Dans une étude australienne sur 359 personnes, 26% ont repris la conduite dans le mois ayant suivi leur AVC, contrairement aux consignes imposées par la législation (Yu et al., 2016). De plus, étant donné que la décision de maintien ou non du permis de conduire est donnée par un médecin agréé par la préfecture, il arrive que des personnes ayant eu un avis défavorable lors de leur mise en situation de conduite viennent au rendez-vous sans leur compte-rendu accompagné de la recommandation. Le médecin agréé prend donc une décision sur les capacités de conduite de la personne post-AVC sans cette recommandation.

6.5. Conclusion

Cette étude a permis de réaliser un état des lieux de la reprise de la conduite après un AVC dans un centre de réadaptation en France. Sur les 66 personnes incluses, 64% avaient reçu une recommandation favorable d'aptitude à la conduite. Sur l'ensemble des caractéristiques démographiques, cliniques et de conduite, l'intervalle de temps entre l'AVC et l'évaluation et la présence de séquelles instrumentales différenciaient les personnes ayant eu une recommandation favorable des personnes ayant eu une recommandation défavorable. La présence de troubles phasiques s'est avérée être le meilleur prédicteur d'une recommandation d'aptitude à la conduite. Il est possible que les troubles phasiques aient eu un impact sur la compréhension des instructions lors des tests sur route.

L'adhésion à l'évaluation de l'aptitude à la conduite et l'acceptation de la recommandation est une étape importante dans le processus de la reprise de la conduite. Une recommandation défavorable peut être vécue difficilement, notamment si la personne n'a pas conscience de ses propres capacités de conduite. La prochaine étude a pour but de déterminer dans quelle mesure un feedback vidéo après la mise en situation de conduite peut favoriser la prise de conscience des capacités de conduite afin de renforcer l'adhésion de la personne post-AVC à la recommandation.

Ce qu'il faut retenir

- Cette étude rétrospective est la première en France à identifier les facteurs associés aux recommandations pluriprofessionnelles d'aptitude à la conduite des personnes post-AVC.
- 64% des personnes ont eu une recommandation favorable d'aptitude à la conduite.
- Les personnes avec une recommandation défavorable ont un délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite plus élevé, un nombre plus important de type de séquelles, notamment les séquelles instrumentales, que celles ayant eu une recommandation favorable
- La présence de séquelles instrumentales, notamment les troubles phasiques, est le meilleur prédicteur d'une recommandation défavorable d'aptitude à la conduite.

Chapitre 7 – Intérêt d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite

7.1 Contexte et objectifs

Une des conséquences d'un AVC est l'altération de la conscience des troubles (Orfei et al., 2007). Des difficultés de conscience des troubles peuvent entraîner une mauvaise estimation des capacités dans les activités de vie quotidienne (Gadidi et al., 2011) et également des capacités de conduite (Hartje et al., 1991; Heikkilä et al., 1999b; Walton-Blane et al., 2016). La littérature montre qu'une surestimation des capacités de conduite entraîne une augmentation des comportements de conduite à risque (Horrey et al., 2015) et que ces personnes ont tendance à poursuivre la conduite malgré une baisse de leurs capacités (Walton-Blane et al., 2016). Une recommandation défavorable quant à l'aptitude à la conduite sera d'autant plus difficile à accepter pour une personne ayant un déficit de conscience de ses capacités. L'évaluation et l'amélioration de la conscience des capacités représente donc un enjeu important dans l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Une méthode ayant montré des bénéfices pour l'amélioration de la conscience des capacités est le feedback vidéo (Besharati et al., 2015; Lavallière et al., 2012; Schmidt et al., 2013). Il a permis d'améliorer la conscience des capacités réelles des personnes cérébrolésées lors de la réalisation de tâches quotidiennes (Besharati et al., 2015; Schmidt et al., 2013). Des effets bénéfiques du feedback vidéo ont également été montrés dans des contextes de conduite chez des conducteurs âgés (Lavallière et al., 2012). Après avoir visionné des vidéos de leurs performances de conduite, les conducteurs arrivaient à identifier davantage leurs comportements de conduite à risque. Ils adoptaient également des comportements de conduite plus sécuritaires en regardant davantage leurs angles morts et en adaptant leur vitesse. L'objectif principal de cette étude exploratoire est donc d'évaluer les effets d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite chez les personnes post-AVC. L'hypothèse émise est que le feedback vidéo favoriserait davantage la prise de conscience de leurs capacités de conduite qu'en l'absence de feedback vidéo. Ce feedback est réalisé lors d'un entretien avec l'ergothérapeute et l'enseignant de la conduite, et se déroule tout de suite après la mise en situation sur route.

A ce jour, 13 participants ont pu être inclus dans cette expérimentation qui n'a pas pu suivre l'avancée prévue suite à des arrêts d'inclusion pour plusieurs raisons. Le premier arrêt était dû à un changement de matériel vidéo pour la capture des images entraînant une

modification du CPP, retardant ainsi le projet de plus de 6 mois. Le second arrêt s'explique par le fait que nous avons modifié le délai d'inclusion : il est passé de 6 mois à 1 an et demi après l'AVC. Initialement, nous voulions nous intéresser à la phase subaiguë de l'AVC en recrutant des patients 6 mois après l'AVC). Il s'est avéré que ce critère d'inclusion était très restrictif et nous l'avons étendu pour améliorer les chances de recruter des participants et aussi pour se rapprocher de la réalité clinique. En effet, nous avons observé dans l'étude rétrospective que les conducteurs venant pour une évaluation de l'aptitude à la conduite avaient un délai moyen de 14 mois. L'inclusion est actuellement de nouveau suspendue en raison d'un audit dans le centre de Kerpape où se déroulent les expérimentations pour vérifier la bonne conformité des conditions expérimentales en général et plus précisément sur les enregistrements vidéo. Au moment de la rédaction de cette contribution expérimentale, l'audit est toujours en cours et nous n'avons pas de date précise de reprise des inclusions. Nous avons donc réalisé des analyses exploratoires et présenté des résultats préliminaires.

Cette étude a fait l'objet d'une communication orale intitulée « Rôle du feedback vidéo sur la conscience des capacités de conduite chez les personnes ayant subi un Accident Vasculaire Cérébral », lors du 39ème congrès de la SOFMER (Société Française de Médecine physique et de Réadaptation), le 4 octobre 2024, à Toulouse

7.2. Méthodologie

7.2.1. Participants

Les participants inclus dans cette étude doivent avoir entre 18 et 65 ans et être titulaires d'un permis de conduire depuis plus de 3 ans. Le délai d'apparition de leur AVC doit être au minimum d'un mois et au maximum d'un an et demi. Les participants doivent être stables sur le plan médical, avoir un score à la MoCA supérieur à 10 et ne pas avoir repris la conduite. Les participants inclus ne doivent pas avoir besoin d'aménagements du véhicule hors boîte de vitesse automatique, avoir d'aphasie avec troubles de compréhension sévères, d'héminégligence sévère, d'épilepsie non stabilisée, ou de troubles visuels sévères. Tous les participants signent un formulaire de consentement libre, éclairé et par écrit. La prise en charge des participants pour l'inclusion au protocole AUTOCAM-AVC (Figure 8) est réalisée au centre Mutualiste de Kerpape et débute par la visite d'inclusion.

7.2.2. Procédure

- Visite d'inclusion

Lors de cette visite d'environ trente minutes réalisée par le médecin et l'ergothérapeute, les critères d'inclusion et de non-inclusion sont vérifiés. Les données socio-démographiques (âge, sexe, situation professionnelle), cliniques (type d'AVC, séquelles associées, antécédents médicaux, traitements) et de conduite (années de conduite, délais entre AVC et évaluation) sont également collectées. Le participant est ensuite affilié au groupe expérimental (avec feedback vidéo) ou au groupe contrôle (sans feedback vidéo). Cette randomisation se fait de façon aléatoire en respectant un ratio 1:1.

- Bilan neuropsychologique

Tous les participants réalisent un bilan neuropsychologique évaluant plusieurs sphères cognitives d'une durée d'environ deux heures. L'état cognitif global est tout d'abord évalué par la Montréal Cognitive Assessment (MoCA). Le fonctionnement attentionnel est évalué avec la figure de Rey, le D2, le Test des cloches, le Test of Attentional Performance (TAP) avec les épreuves champ visuel, alerte, attention divisée, et les épreuves de code et symboles de la Wechsler Adult Intelligence Scale IV (WAIS-IV) (qui permettent de calculer l'indice de vitesse de traitement). Les fonctions exécutives sont évaluées à l'aide des épreuves de flexibilité et d'incompatibilité de la TAP, le test des priorités, le subtest mémoire des chiffres de la WAIS IV et le subtest mémoire spatiale de la Memory Evaluation of Multiple Elements (MEM III). La Behavior Rating Inventory of Executive Function (BRIEF-A) est également administrée afin d'évaluer la prise de conscience des troubles en comparant les scores obtenus aux questionnaires d'auto-évaluation et d'hétéroévaluation.

Dans cette étude, plusieurs tests neuropsychologiques tels que les tests évaluant l'attention visuelle et l'exploration visuelle (test du d2, figure de Rey), la conscience des troubles (la BRIEF-A) n'ont pas été réalisés par tous les participants. Ces tests ne feront pas partie des analyses.

- Questionnaire pré-conduite participant

Les participants remplissent ensuite un questionnaire pendant quinze minutes, conçu spécifiquement dans le cadre de cette étude par l'équipe pluridisciplinaire de Kerpape et les chercheurs de l'Université Gustave Eiffel. Il est composé de questions sur les habitudes de conduite avant l'AVC et la façon dont ils perçoivent leur possible reprise de la conduite.

- Mise en situation de conduite

Un parcours d'environ une heure est ensuite réalisé avec un véhicule équipé de double commande du centre mutualiste de Kerpape en présence d'un enseignant de la conduite et d'un ergothérapeute. Le parcours commence par une phase de familiarisation de 5 à 10 minutes réalisée sur le domaine privé du centre. Dès que le participant est à l'aise, la mise en situation de conduite à l'extérieur du centre commence. Ce parcours, réalisé sur les communes de Ploemeur et de Lorient, alterne des portions de route en ville, en campagne et sur 2 x 2 voies, comme préconisé dans les recommandations de bonnes pratiques, labellisées par la Haute Autorité de Santé (HAS 2016). Le parcours est composé de deux stops, deux cédez-le-passage, 29 ronds-points avec plusieurs sorties, 27 priorités à droite, six tournes à droite et six tournes à gauche, quatre carrefours à feux tricolores, deux changements de voie, une insertion et sortie sur deux fois deux voies ainsi que deux manœuvres (une pendant l'essai et une à l'arrivée).

Le véhicule est équipé de deux caméras. Une caméra placée sur le toit du véhicule permet de filmer à l'extérieur du véhicule, la chaussée et les usagers aux alentours. Une autre caméra à l'intérieur du véhicule filme l'habitacle, afin d'avoir une vidéo du visage et du regard du conducteur, ainsi que la position de ses mains sur le volant. Un enregistrement GPS est réalisé tout au long du parcours afin d'obtenir la vitesse instantanée du véhicule lors de la relecture des vidéos.

Tous les participants sont au courant de la présence de ces deux caméras mais seulement le groupe expérimental (le groupe avec feedback vidéo) est filmé.

Les interventions orales et physiques réalisées par les professionnels de la conduite lors de la mise en situation sont relevées. Les conseils ou les feedback (nécessité de répéter un conseil) sont considérés comme des interventions orales. Toute action de l'enseignant de la conduite au niveau des commandes du véhicule est comptabilisée comme une intervention pédales ou volant.

- Evaluation de la conduite par les professionnels de la conduite

Suite à la mise en situation de conduite, l'ergothérapeute et l'enseignant de la conduite remplissent, de manière indépendante, la grille d'évaluation de la conduite TRIP (Test Ride for Investigation Fitness to Drive) pendant vingt minutes. Cette grille évalue plusieurs dimensions de la conduite : la position latérale sur la route, les distances de sécurité, la vitesse, l'exploration visuelle, la signalisation, le dépassement, l'anticipation, la communication, l'évaluation en

situations particulières (tourner à gauche, insertion dans le trafic), et les opérations mécaniques (utilisation frein, accélérateur, volant). Cette grille permet d'obtenir un score de performance du participant sur 237. Etant donné que certaines situations ne sont pas rencontrées par tous les participants (comme par exemple les dépassements), des sous scores sont calculés en retirant les points de cette dimension. Pour que les notes de tous les participants soient comparables, nous les avons donc modifiées en pourcentage. Par exemple un participant avec un score de 214 sur 237 obtient un score TRIP de 90%, un participant avec un score de 208 sur 229 obtient un score TRIP de 91%.

- Evaluation de la conduite par les participants et les professionnels de la conduite

Le participant et les professionnels de la conduite complètent chacun un questionnaire de dix minutes co-construit par l'équipe pluridisciplinaire du centre mutualiste de Kerpape et les chercheurs de l'Université Gustave Eiffel. Ce questionnaire évalue les performances de conduite du participant et demande notamment d'évaluer la conduite du participant sur 10 points. Les professionnels de la conduite remplissent ce questionnaire séparément.

- Entretien avec questionnaire d'évaluation des performances de conduite rempli par le participant et les professionnels de la conduite

Un entretien individualisé d'une heure environ est réalisé avec les enseignants de la conduite et le participant pour rejouer jusqu'à quatre situations de conduite avec la vidéo en support pour le groupe expérimental ou sans la vidéo pour le groupe contrôle. Cet entretien est guidé par un questionnaire co-construit avec les professionnels de la conduite de Kerpape et vise à savoir comment le participant auto-estime sa conduite et comment les deux professionnels de la conduite l'évaluent également (questionnaire en Annexe A). L'évaluation porte sur 4 situations de conduite, adaptées en fonction de chaque individu. Le choix de la première situation estimée difficile revient au participant. Si ce dernier n'en identifie pas ce sont les professionnels de la conduite qui la ou les choisissent. Si les professionnels de la conduite n'identifient pas de situations difficiles, au moins une situation de conduite considérée comme complexe est présentée. Cela peut être une intersection avec un tourne à gauche, un rond-point ou encore un carrefour complexe. Tous les participants n'ont donc pas le même nombre de situations à examiner ni les mêmes situations puisqu'elles dépendent des difficultés rencontrées.

Pour chaque situation analysée les participants sont invités à évaluer leurs actions de conduite et leurs décisions sur des échelles allant de 0 à 4 points (0 correspondant à faible et 4

à très bien). Par exemple il leur est demandé « comment pensez-vous avoir adapté votre vitesse ? ». Ensuite, ils revoient la situation de conduite en vidéo (pour le groupe expérimental), ou lors d'échange verbal avec les professionnels de la conduite (pour le groupe contrôle). A la suite de ces échanges, le participant remplit de nouveau le questionnaire d'évaluation comportant les mêmes questions. Le score maximum du questionnaire est de 28 points. Il est transformé en pourcentage car les participants ne rejouent pas le même nombre de situations.

Avant le feedback vidéo ou l'échange verbal, l'enseignant de la conduite et l'ergothérapeute remplissent séparément cette même grille d'évaluation.

Deux scores sont ensuite calculés à partir de ces questionnaires d'évaluation des performances de conduite :

- Le premier score est le score de **modification de la perception**. Il correspond à la différence de score du participant entre avant et après le feedback vidéo ou verbal. Plus l'écart est important, plus le participant a modifié l'estimation de ses capacités de conduite suite au feedback vidéo ou verbal.
- Un score de **concordance** est également établi pour représenter la prise de conscience des capacités de conduite des participants. Ce score de concordance est mesuré en comparant le score du participant à celui des professionnels de la conduite avant et après le feedback vidéo ou verbal. Ce score correspond donc à l'écart entre le score du participant et le score moyen des professionnels de la conduite. Plus le score se rapproche de 0 après le feedback, plus l'auto-évaluation des performances de conduite du participant est proche de l'évaluation des professionnels, donc plus le participant a une conscience adéquate de ses comportements de conduite. A l'inverse, plus ce score s'éloigne de 0, plus le participant surestime ou sous-estime ses capacités de conduite.

- Questionnaire final pour les participants et professionnels de la conduite

Ce questionnaire final d'une heure proposé aux participants permet de déterminer ce qui les a aidés ou ce qui pourraient les aider à évaluer leur propre capacité de conduite. Dans ce questionnaire, les participants doivent estimer s'ils sont en mesure de reprendre ou non la conduite.

Dans ce questionnaire les professionnels de la conduite doivent également dire ce qui pourrait aider les participants à évaluer leur capacité de conduite et estimer l'aide apportée ou

non par le feedback vidéo. Les professionnels de la conduite doivent également se prononcer sur la reprise ou non de la conduite.

- Synthèse et avis pluridisciplinaire

La synthèse pluridisciplinaire permet de donner une recommandation de l'aptitude à la conduite en fonction du bilan neuropsychologique, de la mise en situation sur route et de l'entretien. Cette synthèse pluridisciplinaire se déroule avec le médecin, le neuropsychologue, l'ergothérapeute et l'enseignant de la conduite. La recommandation de l'aptitude à la conduite peut être : favorable, favorable avec des restrictions et/ou des aménagements du véhicule, ou défavorable (avec une nouvelle mise en situation ultérieurement, un réentraînement avant une nouvelle mise en situation, ou un arrêt définitif de la conduite).

- Questionnaire de suivi

Un questionnaire de suivi de trente minutes est envoyé au participant puis complété par l'ergothérapeute au cours d'un appel téléphonique avec le participant 6 mois après l'inclusion. Le participant doit répondre à des questions concernant sa reprise ou non de la conduite et la façon dont il perçoit ses comportements.

La figure 8 représente un schéma du protocole AUTOCAM-AVC.

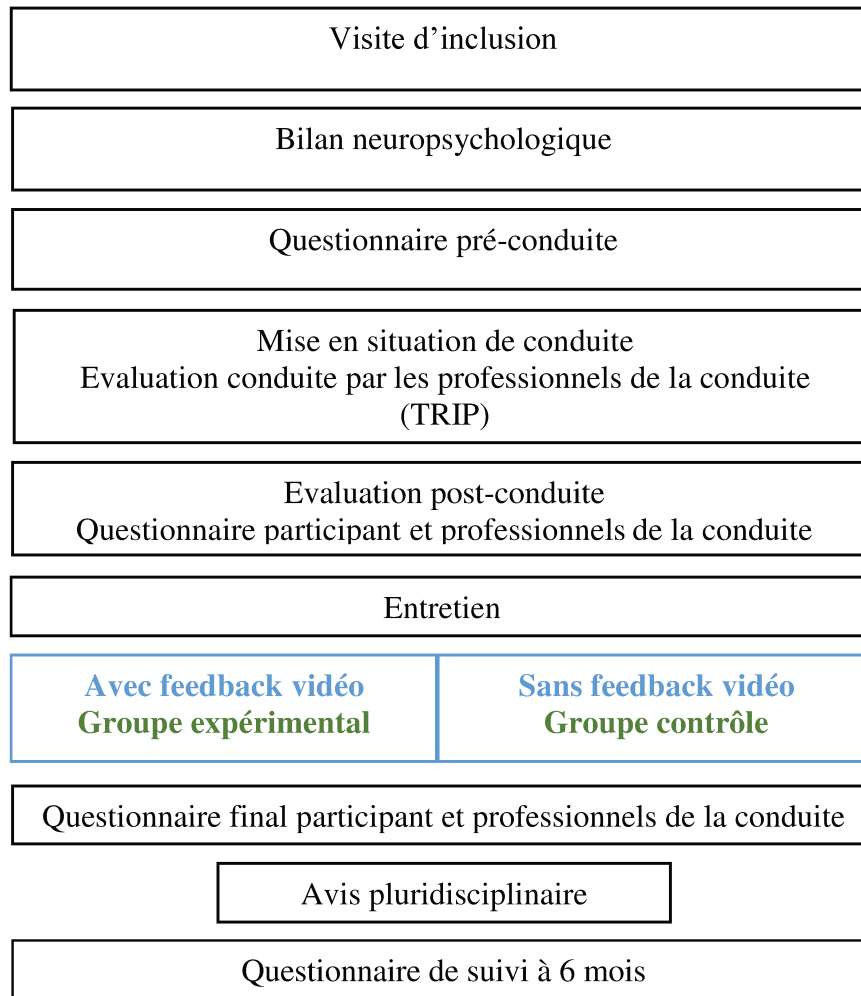


Figure 8. Schéma représentant le protocole AUTOCAM-AVC.

Les réponses au questionnaire de suivi à 6 mois n'ont pas été analysées dans le cadre de cette recherche.

7.2.3. Analyses

Pour comparer les données quantitatives entre le groupe expérimental et le groupe contrôle, des tests U de Mann-Whitney ont été utilisés comme les variables ne suivaient pas une distribution normale et que notre échantillon est relativement petit. Pour les données catégorielles, des tests de Chi2 ou des tests exacts de Fisher ont été réalisés. Pour les différences intra-groupe le Test de Wilcoxon apparié a été utilisé. Lorsque la valeur de p était inférieure à 0.05, le résultat était considéré statistiquement significatif.

Un test de corrélation de Pearson a été utilisé afin d'étudier la concordance des notes d'évaluation entre l'enseignant de la conduite et l'ergothérapeute. Le coefficient de corrélation de Pearson (r) était de 0,87, $p < .001$. Les deux professionnels jugeaient donc les performances de conduite des participants de manière équivalente. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel de statistiques SPSS 28.0.1.1 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

Pour les comparaisons des variables qualitatives et quantitatives entre les groupes avec effet du feedback vidéo et sans effet du feedback vidéo, des analyses uniquement descriptives ont été réalisées.

Pour les analyses, la recommandation a été catégorisée en favorable et défavorable. La recommandation favorable comprend les recommandations favorables et celles avec des restrictions et/ou des aménagements du véhicule. La recommandation défavorable comprend les recommandations défavorables avec une nouvelle mise en situation ultérieurement, un réentraînement avant une nouvelle mise en situation, ou un arrêt définitif de la conduite.

7.3. Résultats

- Description de l'échantillon

Le tableau 5 présente les caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des participants répartis selon leur randomisation : avec ou sans feedback vidéo.

Treize participants (méd = 68 ans) ont été inclus dans cette étude. Sur ces 13 participants, 7 ont reçu un avis favorable concernant leur aptitude à la conduite. Le groupe avec feedback vidéo (expérimental) était composé de 7 participants, le groupe sans feedback vidéo (contrôle) de 6 participants. Nous pouvons observer que les caractéristiques sociodémographiques, cliniques ou de conduite ainsi que le score à la TRIP ne différaient pas entre les participants du groupe avec feedback vidéo et les participants du groupe sans feedback vidéo. Dans le groupe avec feedback vidéo, 4 participants sur 7 ont eu un avis favorable. Dans le groupe sans feedback vidéo, 3 participants sur 6 ont eu un avis favorable.

Chapitre 7 Intérêt d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite

Tableau 5. Caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite de l'échantillon total, selon la randomisation avec ou sans feedback vidéo.

Variables	Tous les participants n = 13	Avec feedback vidéo n = 7	Sans feedback vidéo n = 6	Valeur de p
Age, années, méd Q1-Q3	68 64-69	68 64-69	68 57-70	0.731 ^a
Sexe, femme	4	2	2	1.00 ^b
Emploi				
Employé temps plein	3	2	1	1.00 ^b
Retraité	10	5	5	
Années de conduite, méd Q1-Q3	48 44-50	48 44-50	48 39-50	0.836 ^a
Nature de l'AVC				
Ischémique	9	4	5	0.503 ^c
Hémorragique	3	2	1	
Les deux	1	1	0	
Hémiplégie,				
Droite	6	2	4	0.286 ^b
Gauche	7	5	2	
Aphasie, oui	1	0	1	0.462 ^b
Héminégligence, oui	3	2	1	1.00 ^b
Antécédent, méd Q1-Q3	4 2-5	3 1-6	4 3-4	0.731 ^a
Traitement, méd Q1-Q3	4 3-6	4 2-6	5 4-6	0.534 ^a
Délai entre AVC et mise en situation de conduite, jours, méd Q1-Q3	128 96-167	158 111-167	104 60-173	0.534 ^a
Score TRIP, %, méd Q1-Q3	82 64-90	82 64-91	77 94-90	0.628 ^a
Recommandation, favorable	7	4	3	1.00 ^b

^aTests U de Mann-Whitney ; ^btests exacts de Fisher ; ^ctest du χ^2

7.3.1. Evaluation de l'effet du feedback vidéo

Afin d'étudier si le feedback vidéo pouvait avoir un effet sur la prise de conscience des capacités de conduite nous avons commencé par regarder si les scores des participants avant et après entretien variaient de façon différente en fonction de la présence ou non du feedback

vidéo. Pour cela nous avons comparé les pourcentages calculés à partir des scores d'auto-évaluation des participants avant et après les entretiens.

Variation des scores avant et après entretien pour l'échantillon total

La figure 9 compare les scores médians des notes des participants avant et après l'entretien en fonction de la présence ou non du feedback vidéo. Les participants avec feedback vidéo passaient d'une médiane de 82 avant l'entretien à 75 après l'entretien ($W = 4, p = 0.735$). Les participants sans feedback vidéo passaient d'une médiane de 65 avant l'entretien à 64 après l'entretien ($W = 0, p = 0.066$). Nous pouvons observer que les médianes des participants avec feedback vidéo diffèrent plus entre avant et après l'entretien comparativement au groupe sans feedback vidéo.

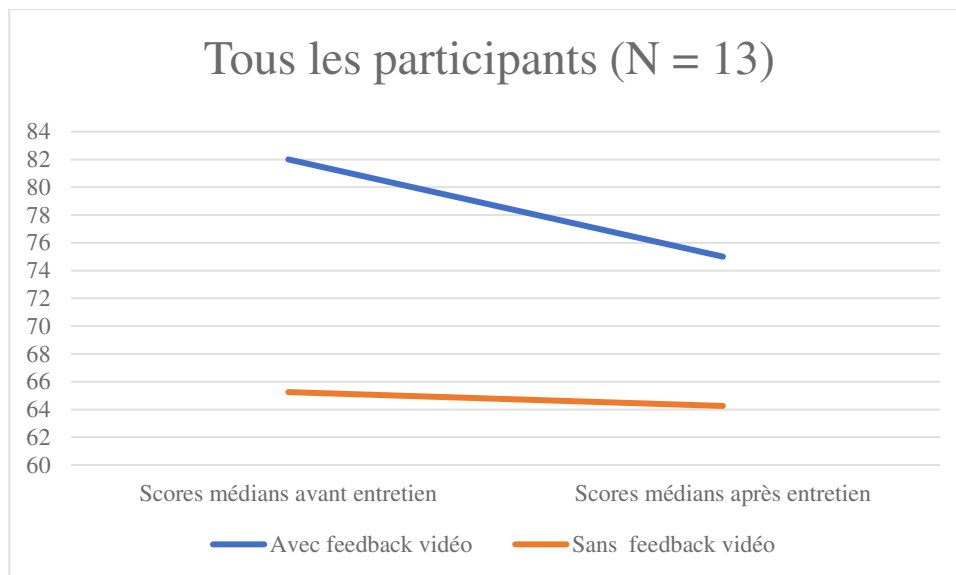


Figure 9. Scores médians (/100) avant et après l'entretien selon la présence ou l'absence du feedback vidéo.

Variation des scores avant et après entretien selon la présence ou l'absence de feedback vidéo

Les figures 10 et 11 présentent les scores de chaque participant avant et après l'entretien, d'une part avec feedback vidéo et d'autre part sans feedback vidéo. Nous pouvons observer (en comparant les Figures 10 et 11) que les notations d'auto-évaluation avant et après entretien variaient de façon plus importante dans le groupe feedback vidéo que dans le groupe sans feedback vidéo. Cette observation montre que les participants ayant eu un feedback vidéo

avaient davantage modifié leur estimation de leurs capacités de conduite après l'entretien par rapport à avant l'entretien, ce qui n'était pas le cas pour les participants sans feedback vidéo.

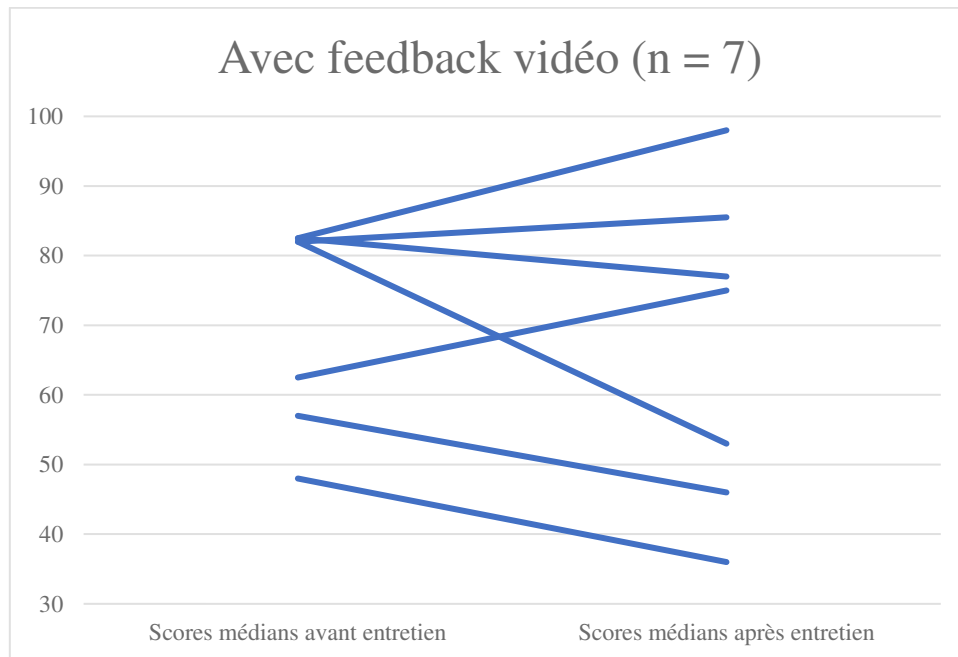


Figure 10. Scores médians (/100) avant et après l'entretien avec feedback vidéo.

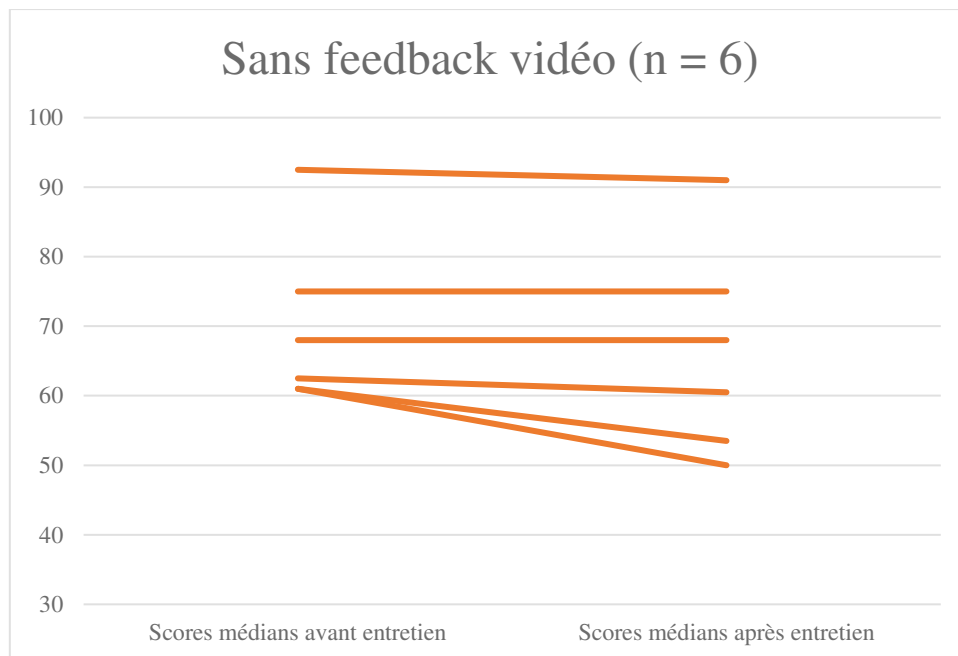


Figure 11. Scores médians (/100) avant et après l'entretien sans feedback vidéo.

Chapitre 7 Intérêt d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite

Afin d'étudier plus spécifiquement les effets du feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite, nous avons regardé les différences entre les notes avant et après l'entretien pour chaque participant.

Dans cette étude la prise de conscience des capacités de conduite est évaluée avec le score de concordance entre l'auto-évaluation des performances de conduite du participant et l'évaluation des professionnels de la conduite après l'entretien. On considère que plus ce score est proche de 0 plus le participant a conscience de ses capacités de conduite.

Les graphiques suivants représentent donc les scores médians attribués par les participants avant (bleu clair) et après entretien (bleu foncé) et les scores médians des professionnels de la conduite (gris).

Comparaison des scores des participants avant et après entretien aux scores des professionnels de la conduite

- Participants avec feedback vidéo

Le score de concordance médian était meilleur après entretien (méd =13) pour le groupe avec feedback vidéo comparativement à avant l'entretien (méd = 16). Pour quatre participants (1, 3, 10 et 12) le score de concordance médian était meilleur après l'entretien (méd = 5) avec feedback vidéo qu'avant l'entretien (méd = 21) (figures 12 à 15).

A l'inverse, pour trois participants (4, 8 et 11), le score de concordance médian n'était pas meilleur après l'entretien (méd =19) avec feedback vidéo puisqu'il était plus important qu'avant l'entretien avec feedback vidéo (méd =7) (figures 16 à 18).

- Scores médians du participant avant entretien
- Scores médians du participant après entretien
- Scores médians des professionnels de la conduite

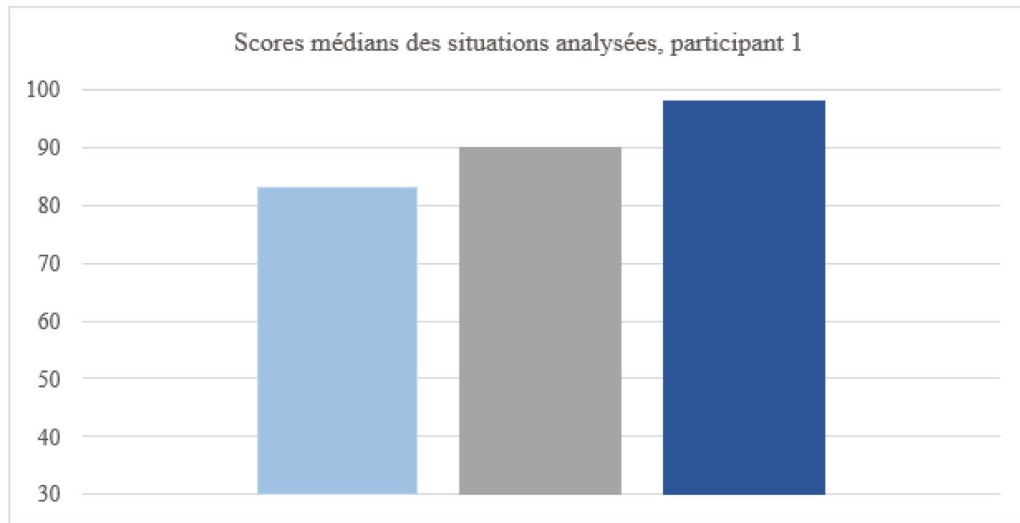


Figure 12. Scores médians du participant 1 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

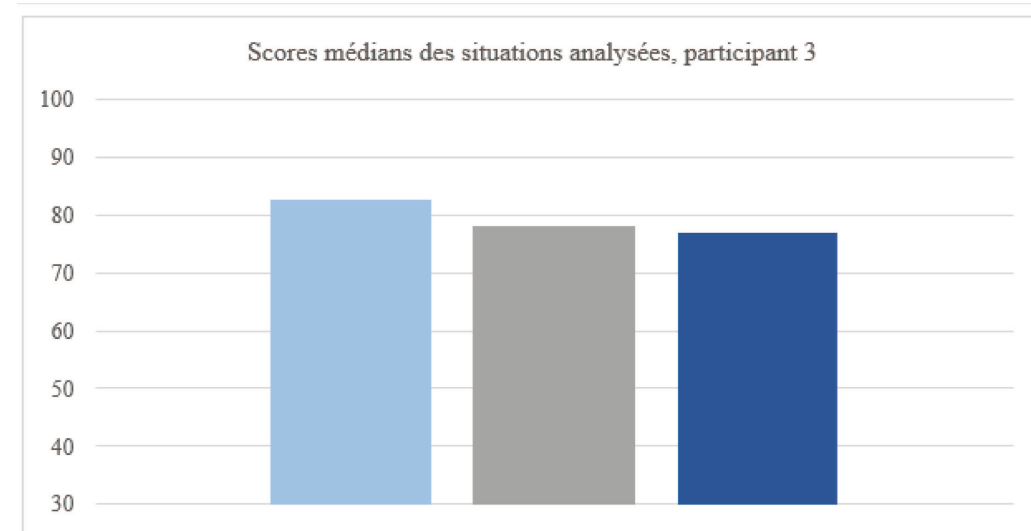


Figure 13. Scores médians du participant 3 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

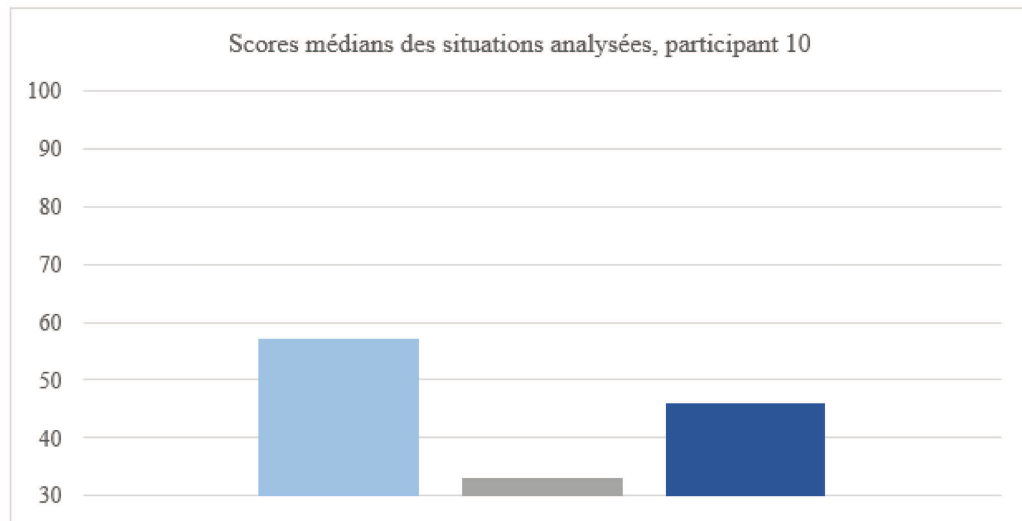


Figure 14. Scores médians du participant 10 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

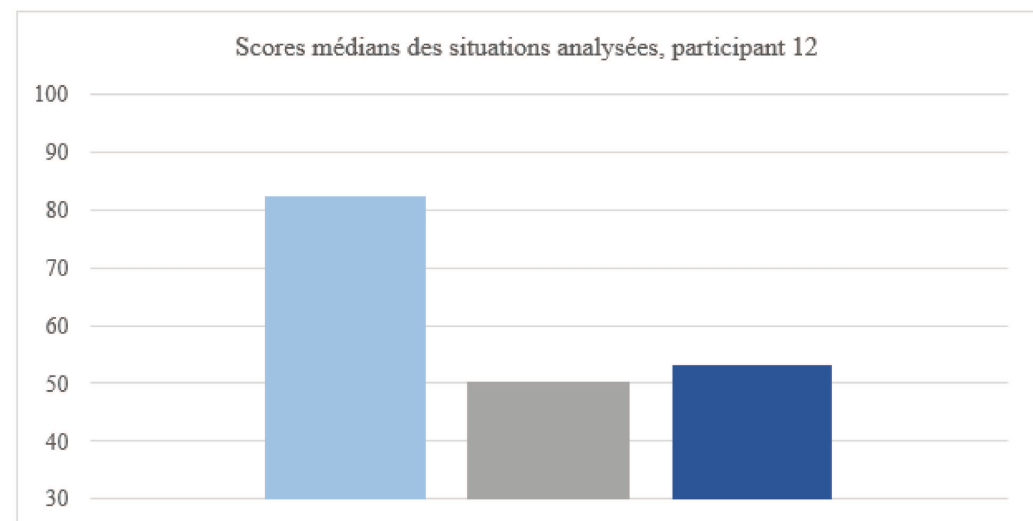


Figure 15. Scores médians du participant 12 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

- Scores médians du participant avant entretien
- Scores médians du participant après entretien
- Scores médians des professionnels de la conduite

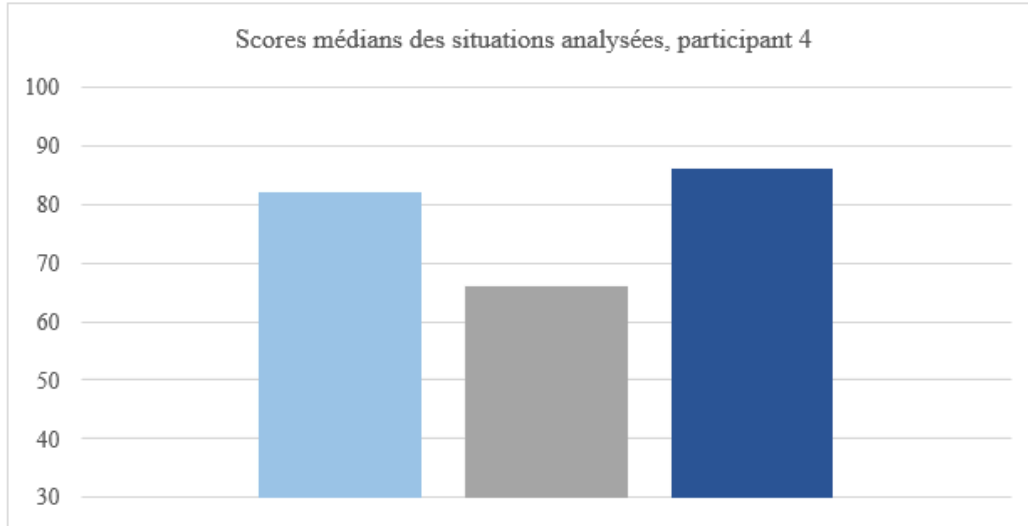


Figure 16. Scores médians du participant 4 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

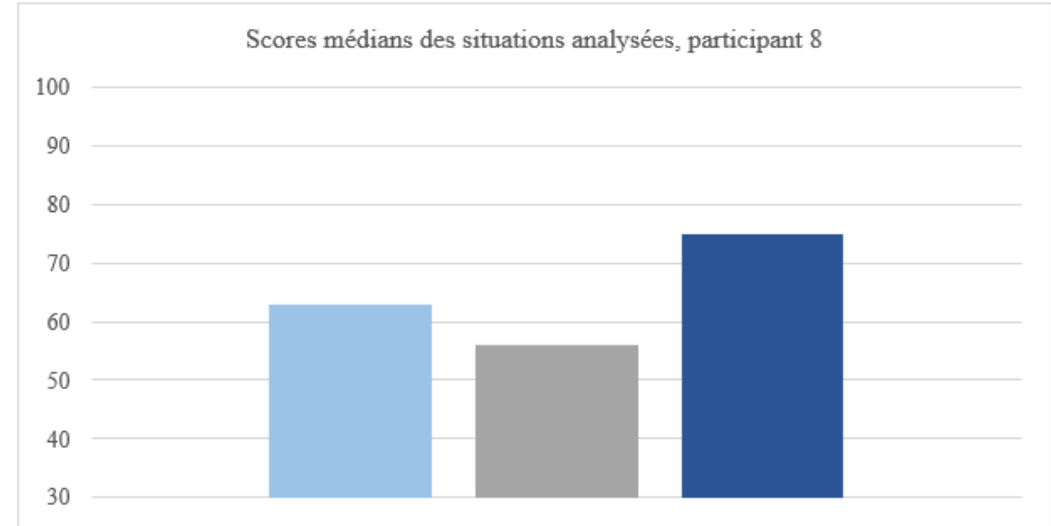


Figure 17. Scores médians du participant 8 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

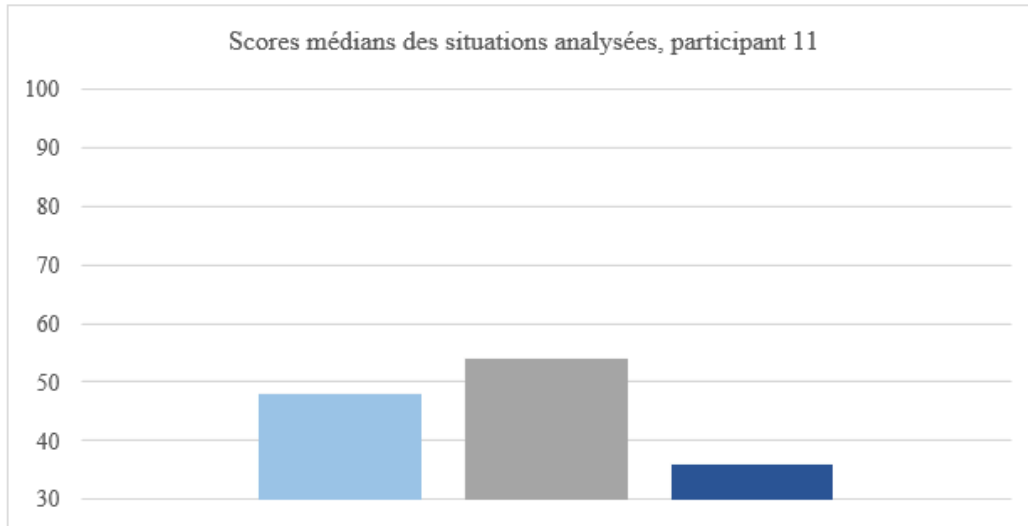


Figure 18. Scores médians du participant 11 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

- Participants sans feedback vidéo

Nous pouvons observer que le score de concordance médian était meilleur après l'entretien sans feedback vidéo qu'avant l'entretien pour cinq des six participants du groupe sans feedback vidéo. Pour ces six participants, le score de concordance médian était de 11 avant l'entretien à 7 après l'entretien sans feedback-vidéo (figures 19 à 24).

Finalement, nous observons une meilleure concordance après entretien entre les scores des participants et des professionnels dans le groupe sans feedback vidéo (méd = 7) que dans le groupe avec feedback vidéo (méd =13).

- Scores médians du participant avant entretien
- Scores médians du participant après entretien
- Scores médians des professionnels de la conduite

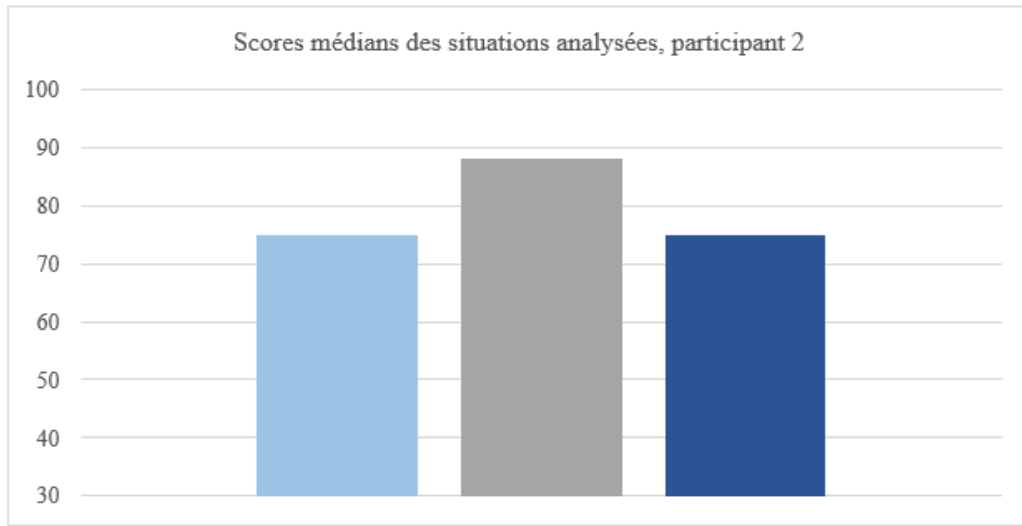


Figure 19. Scores médians du participant 2 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

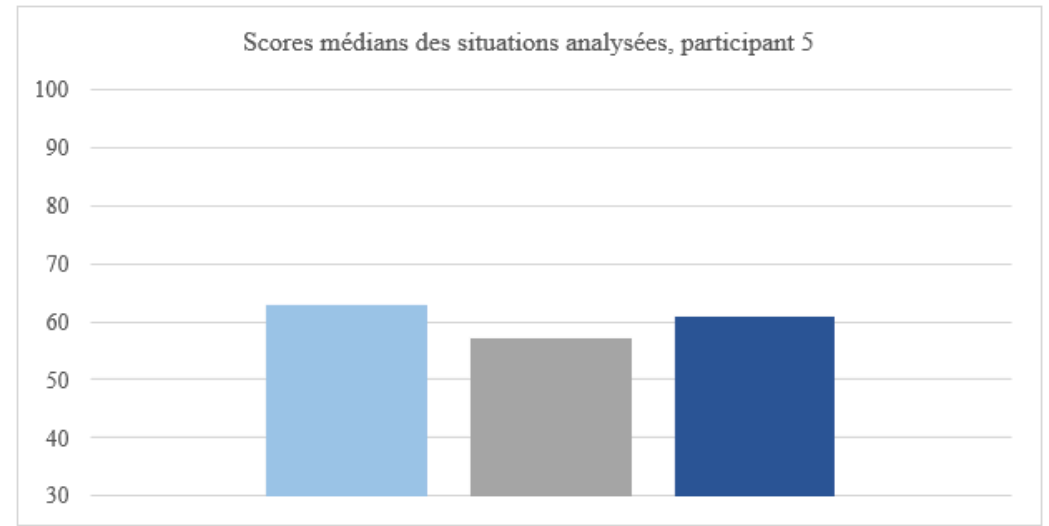


Figure 20. Scores médians du participant 5 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

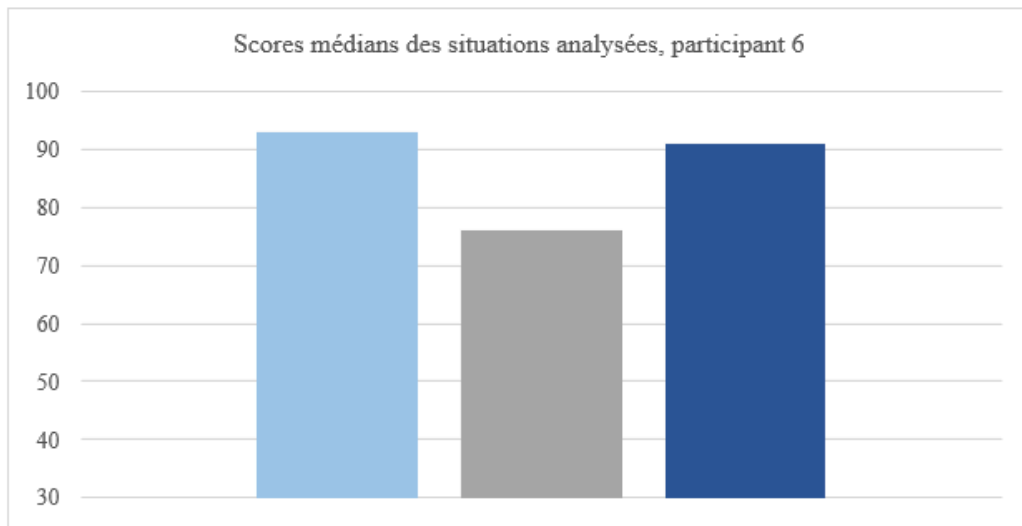


Figure 21. Scores médians du participant 6 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

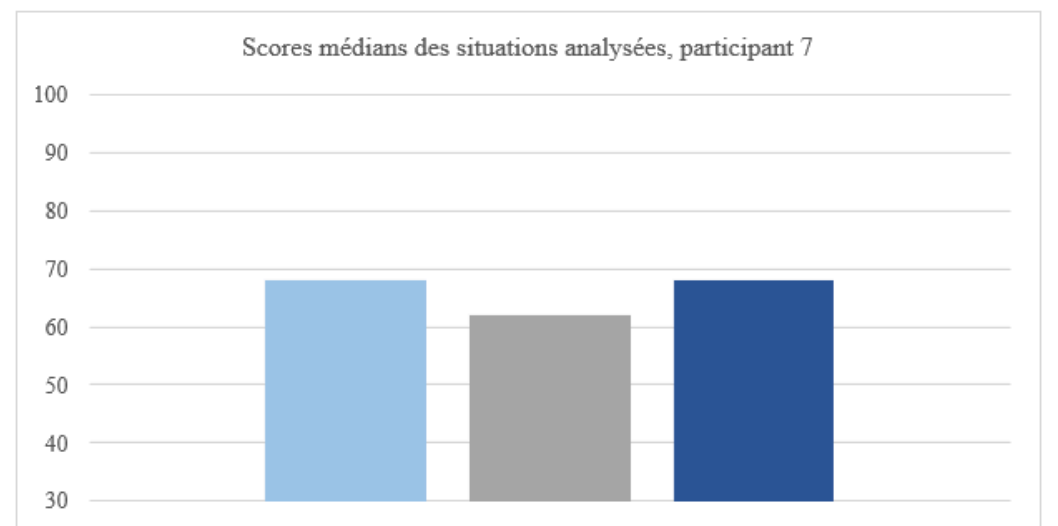


Figure 22. Scores médians du participant 7 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

- Scores médians du participant avant entretien
- Scores médians du participant après entretien
- Scores médians des professionnels de la conduite

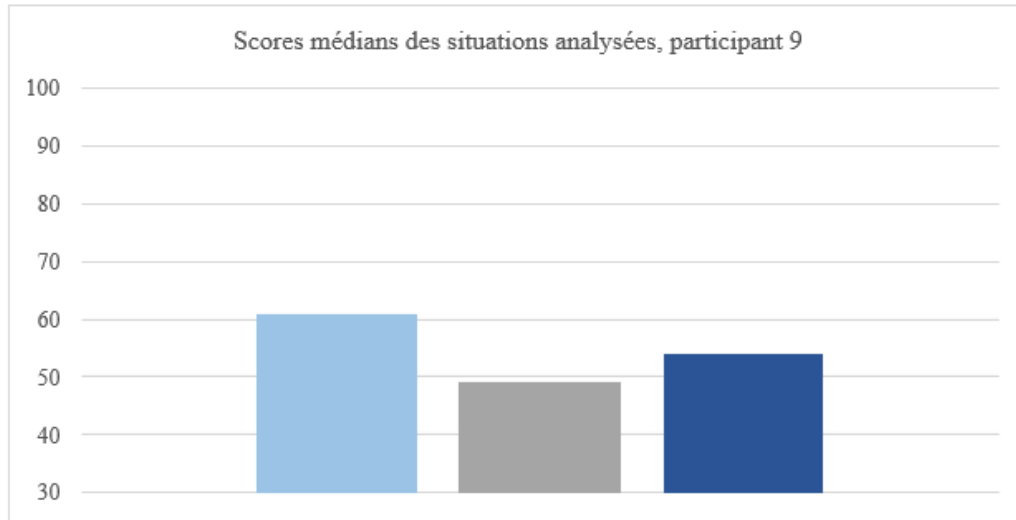


Figure 23. Scores médians du participant 9 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

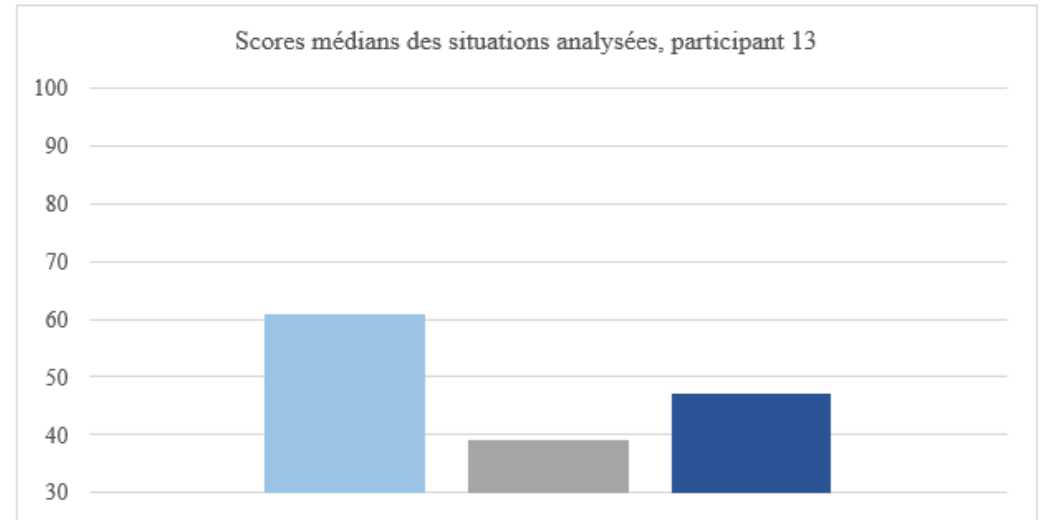


Figure 24. Scores médians du participant 13 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.

Chapitre 7 Intérêt d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite

La concordance des notes du groupe sans feedback vidéo est meilleure après l'entretien que pour le groupe avec feedback vidéo. Cela peut être en partie expliqué par le fait que dans le groupe expérimental, le feedback vidéo a eu un effet inverse à celui attendu pour 3 des 7 participants.

Dans la partie suivante nous avons donc étudié ce qui pouvait différencier les participants qui ont eu un effet bénéfique du feedback sur la conscience de leurs capacités de ceux qui n'ont pas eu d'effet. Pour cela nous avons comparé les données socio-démographiques, cliniques, neuropsychologiques et de conduite de ces participants afin d'investiguer les raisons pour lesquelles le feedback vidéo n'a pas eu le même effet sur la prise de conscience des performances de conduite pour tous ces participants.

Encore une fois, l'échantillon est de petite taille. Les résultats que nous avançons ne permettent que d'envisager quelques pistes d'analyse qui seront à creuser ultérieurement.

Comparaison des données socio-démographiques, cliniques, neuropsychologiques et de conduite des participants avec effet du feedback vidéo des participants sans effet du feedback vidéo

Le tableau 6 présente les caractéristiques socio-démographiques, cliniques et de conduite des sept participants du groupe avec feedback vidéo, selon la présence ou l'absence de l'effet du feedback vidéo.

Concernant les caractéristiques socio-démographiques, nous pouvons observer que les participants pour lesquels le feedback vidéo a eu un effet étaient plus jeunes (méd = 67) que les participants pour lesquels le feedback vidéo n'a pas eu d'effet (méd = 69). Le délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite était plus long pour les participants pour lesquels le feedback vidéo a eu un effet (méd = 160) par rapport aux participants pour lesquels le feedback vidéo n'a pas eu d'effet (méd = 111).

Concernant les caractéristiques cliniques nous pouvons observer que les participants pour lesquels le feedback vidéo a eu un effet avaient en un nombre plus élevé d'antécédents (méd = 6) et un nombre plus élevé de traitements (méd = 5) que les participants pour lesquels le feedback vidéo n'a pas eu d'effet (antécédents : méd = 2 ; traitements : méd = 2).

Chapitre 7 Intérêt d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite

Tableau 6. Caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des participants ayant eu un feedback vidéo, selon un effet ou non du feedback vidéo.

Variables	Tous les participants du groupe avec feedback-vidéo n = 7	Effet feedback-vidéo n = 4	Absence d'effet du feedback-vidéo n = 3
Age, années, méd	68	67	69
Sexe, femme	2	2	0
Emploi			
Employé temps plein	2	1	1
Retraité	5	3	2
Années de conduite, méd	48	47	49
Acuité visuelle en binoculaire, méd	10	10	10
Nature de l'AVC			
Ischémique	4	1	3
Hémorragique	2	2	0
Les deux	1	1	0
Hémiplégie,			
Droite	2	2	0
Gauche	5	2	3
Aphasie, oui	0	0	0
Héminégligence, oui	2	1	1
Antécédent, méd	3	6	2
Traitement, méd	4	5	2
Délai entre AVC et mise en situation de conduite, jours, méd	158	160	111
Recommandation, favorable	4	2	2

Résultats aux tests neuropsychologiques

Le tableau 7 présente les performances aux tests neuropsychologiques des participants, selon la présence ou l'absence de l'effet du feedback vidéo.

Les valeurs T sont les valeurs normatives de la TAP. T est une valeur standardisée dont la moyenne est de 50 et l'écart-type est de 10.

Bien que les groupes comparés soient réduits et que des analyses statistiques ne peuvent pas être appliquées, les participants du groupe avec un effet bénéfique du feedback vidéo

Chapitre 7 Intérêt d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite

semblent avoir des meilleures performances aux tests évaluant l'attention divisée, la planification, et semblent avoir des temps de réaction plus rapides.

Tableau 7. Performances aux tests neuropsychologiques des participants ayant eu un feedback vidéo, selon un effet ou non du feedback vidéo

Variables ^a	Tous les participants du groupe avec feedback-vidéo n = 7	Effet feedback vidéo n = 4	Absence d'effet du feedback vidéo n = 3
MOCA (/30), méd	24	24	24
WAIS, code, note standard, méd	6	6	8
WAIS, symbole, note standard, méd	7	7	7
WAIS, indice vitesse de traitement, note composite, méd	81	83	81
TAP Flexibilité, temps, T, méd	40	37	41
TAP Flexibilité, nombre de fausses, T, méd	46	32	60
TAP Flexibilité, index de prestation d'ensemble, T, méd	36	36	36
Test des priorités, score total, méd	23	26	21
Test des cloches, temps, secondes, méd	145	145	184
Test des cloches, nombre d'omission, méd	3	3	2
WAIS IV Mémoire des chiffres, note standard, méd	9	9	10
MEM III Mémoire spatiale, note standard, méd	9	10	9
TAP Alerte, temps, T, sans avertisseur, méd	40	44	37
TAP Alerte, temps, T, avec avertisseur, méd	37	39	28
TAP Attention divisée, nombre d'omission, T, méd	40	40	34

^aVariations manquantes : Rey temps, Absence d'effet du feedback-vidéo n = 1, Rey perf, Absence d'effet du feedback-vidéo n = 2 ; cloche temps, Absence d'effet du feedback-vidéo n = 1 ; cloche nombre d'omission, Absence d'effet du feedback-vidéo n = 1 ; test des priorités Effet feedback-vidéo n = 1.

Pour résumer, certaines caractéristiques socio-démographiques (l'âge, le délai entre l'AVC et la mise en situation), caractéristiques cliniques (nombre d'antécédents et de traitements), et les performances aux tests neuropsychologiques semblent différencier les participants ayant eu un effet du feedback vidéo des participants n'ayant pas eu d'effet du feedback vidéo.

Adhésion des professionnels de la conduite et des participants au feedback vidéo

Des questions concernant l'adhésion au protocole avec feedback vidéo ont été posées aux participants et aux professionnels de la conduite.

Les sept participants du groupe expérimental ont rapporté que les explications des professionnels accompagnées du feedback vidéo les ont aidés à évaluer leur conduite. Six des sept participants ont rapporté que le feedback vidéo les a aidés à reconstruire la situation de conduite à prendre conscience de leur capacité de conduite. Les professionnels de la conduite ont rapporté que le feedback vidéo a aidé six des sept participants à reconstruire la situation de conduite et qu'il a permis à cinq des sept participants d'augmenter la conscience dans leurs capacités de conduite.

Concernant les participants du groupe contrôle, cinq des six participants ont rapporté que les explications des professionnels accompagnées d'un feedback vidéo pourraient les aider à évaluer leur conduite. Quatre des six participants ont déclaré que revoir certaines situations de conduite par le biais de vidéo leur permettrait d'augmenter la conscience de leurs capacités de conduite.

7.4. Discussion

Cette étude pilote avait pour objectif d'étudier l'intérêt d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite des personnes post-AVC lors d'un entretien suite à la mise en situation sur route. Nous nous attendions à ce que le feedback vidéo favorise davantage la prise de conscience des capacités de conduite des personnes post-AVC qu'en l'absence de feedback vidéo. Nous n'avons pas montré de différences significatives au niveau des caractéristiques socio-démographiques, cliniques et de conduite entre le groupe expérimental et le groupe contrôle.

Compte tenu de notre faible échantillon, nous avons complété nos analyses quantitatives à des analyses plus qualitatives pour mieux comprendre ce qui pourrait favoriser la prise de conscience des capacités de conduite. Les premiers résultats de cette étude pilote ont montré que le feedback vidéo a permis l'amélioration de la prise de conscience des capacités de conduite pour la moitié des participants du groupe expérimental. En effet, quatre des sept participants du groupe avec feedback vidéo avaient un meilleur score de concordance avec les professionnels de la conduite après l'entretien avec vidéo qu'avant. Pour ces quatre participants,

l'amélioration de la prise de conscience des capacités de conduite par le biais d'un feedback vidéo est en accord avec les précédentes études (Besharati et al., 2015; Lavallière et al., 2012; Schmidt et al., 2013). On peut se demander pourquoi le feedback vidéo favorise la prise de conscience uniquement chez certains participants post-AVC et pas chez d'autres. Il apparaît que les participants ayant pris conscience de leurs capacités de conduite après le feedback vidéo ont de meilleures performances aux tests neuropsychologiques évaluant la planification et l'attention divisée. Ce résultat rejoint ceux des études montrant une relation entre performances cognitive et métacognitive : en présence de troubles cognitifs l'estimation de ses propres capacités est plus altérée (Anderson et al., 2010; Hartman-Maeir et al., 2003; Steward et al., 2019).

Un résultat intéressant est que l'entretien sans feedback vidéo permettait également d'améliorer la prise de conscience des capacités de conduite des participants. En effet, pour cinq des six participants du groupe sans feedback vidéo, le score de concordance était meilleur après l'entretien verbal qu'avant. Cette étude montre donc qu'un entretien ciblé sur les difficultés de conduite spécifiques de chaque participant permet d'améliorer la prise de conscience des capacités de conduite. D'après ces résultats, nous pouvons faire l'hypothèse que ce n'est pas forcément le feedback vidéo qui a le plus d'effet sur l'amélioration de la conscience des difficultés mais plutôt la verbalisation des difficultés spécifiques de conduite.

Ces résultats sont en accord avec l'étude de Reyes et al., (2016) qui ont montré que le feedback vidéo et le feedback verbal réduisait de manière équivalente les comportements de conduite dangereux chez les jeunes conducteurs comparativement aux conducteurs sans feedback. Le questionnaire construit pour cette étude a donc montré qu'il était efficace sur la prise de conscience des capacités de conduite même en l'absence du feedback vidéo. Certaines, études utilisent l'échelle de la BIDSAM pour évaluer la conscience des capacités de conduite (Gooden et al., 2017b). Cependant, cette grille d'évaluation pose des questions très générales sur la mise en situation de conduite et non pas sur des situations spécifiques. Par exemple, il est demandé : « Dans quelle mesure avez-vous réussi à rester concentré ? », « Avez-vous ressenti de la fatigue pendant l'évaluation et si oui dans quelle mesure ? ». Ces questions très ouvertes ne permettent pas toujours d'obtenir des réponses de la part des participants. C'est pourquoi nous avons préféré cibler l'entretien sur des situations spécifiques avec des questions bien orientées sur les actions et les décisions.

Ce qui est aussi intéressant d'observer dans cette étude est la forte adhésion des participants et des professionnels à l'utilisation du feedback vidéo. En effet, tous les participants du groupe

expérimental ont rapporté que les explications des professionnels accompagnées du feedback vidéo les ont aidés à évaluer leur conduite. De plus, la majorité des participants ont rapporté que le feedback vidéo les a aidés à reconstruire la situation et à prendre conscience de leur capacité de conduite. Les professionnels de la conduite ont également rapporté que le feedback vidéo a aidé la presque totalité des participants à reconstruire les situations et à prendre conscience dans leurs capacités de conduite.

Les participants du groupe contrôle se sont également montrés favorables à l'intégration d'un feedback vidéo dans le processus d'évaluation de l'aptitude à la conduite. En effet, la majorité des participants ont rapporté que les explications des professionnels accompagnées d'un feedback vidéo pourraient les aider à évaluer leur conduite. De plus, ils ont déclaré que revoir certaines situations de conduite par le biais de la vidéo leur permettrait d'augmenter la conscience de leurs capacités de conduite.

Ces résultats préliminaires sont bien sûr à prendre avec précaution étant donné la taille de l'échantillon. En effet, les difficultés rencontrés suite aux différentes modifications du CPP et l'audit de Kerpape a ralenti l'inclusion des participants. Les analyses statistiques souhaitées n'ont donc pas pu être réalisées.

Une limite de cette étude est l'absence de données des certains questionnaires et tests neuropsychologiques (test du d2, figure de Rey, BRIEF-A). L'absence de données concernant la BRIEF-A ne nous a pas permis de connaître le niveau de conscience des troubles cognitifs de tous les participants. Sur les 13 participants inclus, seulement 6 ont rempli le questionnaire en auto-évaluation, et seulement 5 proches ont rempli le questionnaire en hétéro évaluation. Ces données nous auraient permis d'explorer les liens entre la conscience des capacités cognitives et la conscience des capacités de conduite. De plus, ces données auraient pu nous aider à répondre à la question suivante : est ce que les patients qui prennent conscience de leurs capacités de conduite après le feedback ont une bonne conscience de leurs capacités cognitives ?

Il serait également intéressant de regarder les situations choisies par les participants et par les professionnels de conduite afin de voir si des situations spécifiques ressortent. Nous pourrions voir si des types de situations spécifiques de conduite ressortent et si elles sont comparables à celles observées dans la littérature (Devos et al., 2014b; Finestone et al., 2009; Fisk et al., 2002; McNamara, Walker, et al., 2015; Motta et al., 2014; Uc et al., 2005).

Pour cette étude pilote le score global de la TRIP a été calculé, cependant il est possible de calculer un score opérationnel, un score tactique, et de compensation stratégique basés sur le modèle de Michon (1985). Calculer ces scores pour chaque participant pourrait permettre d'observer si des difficultés de conduite ressortent sur certains niveaux de conduite comme nous pouvons l'observer dans la littérature (Devos et al., 2014).

Enfin, l'analyse des données issues du questionnaire à 6 mois permettra de réaliser un suivi des participants à court terme et d'explorer la suite du processus de reprise la conduite. Nous pourrons savoir si les participants avec un avis favorable reprennent la conduite, et si ce n'est pas le cas mieux comprendre quelles en sont les raisons (financière, administrative, confiance). Pour les participants ayant repris la conduite, les questions sur les habitudes de conduite, l'accidentologie, les difficultés, les situations évitées et les stratégies mises en place pourront nous renseigner sur l'influence de l'AVC sur leurs comportements de conduite.

7.5 Conclusion

Cette étude pilote semble indiquer qu'un feedback individualisé de certaines situations de conduite considérées difficiles pour le participant permet d'améliorer la prise de conscience des capacités, quel que soit le type de feedback (vidéo ou verbal). Le protocole testé dans cette étude apporte des perspectives cliniques pour l'évaluation de l'aptitude à la conduite puisqu'il permet de montrer qu'un entretien adapté aux difficultés spécifiques de chaque participant permet une prise de conscience des capacités de conduite réelles. Il serait donc pertinent d'inclure ce type d'entretien suite à la mise en situation de conduite lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite afin d'optimiser l'adhésion du participant à cette évaluation et favoriser l'acceptabilité de la recommandation, d'autant plus si elle est défavorable. De nouvelles analyses statistiques sont prévues une fois que les inclusions auront repris afin de continuer d'investiguer les effets du feedback vidéo et également d'étudier le suivi de ces participants 6 mois après l'inclusion.

Afin de continuer d'étudier le processus de reprise de la conduite, la prochaine étude s'intéresse aux comportements de conduite des personnes ayant repris la conduite. Pour cela, une enquête a été réalisée sur la perception de la conduite auprès de personnes post-AVC trois ans après leur évaluation d'aptitude à la conduite.

Ce qu'il faut retenir

- Le feedback vidéo et/ou verbal favorise la prise de conscience des capacités de conduite chez des personnes post-AVC.
- Un entretien individualisé avec feedback sur certaines situations de conduite serait à intégrer suite à une mise en situation sur route

Chapitre 8 – Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite 3 ans après leur évaluation

8.1. Contexte et objectifs

A notre connaissance, peu d'études se sont intéressées à la perception de la conduite des personnes post-AVC après la reprise (Fisk et al., 2002; McNamara, George, et al., 2015). Par le biais de questionnaires et d'entretiens, les personnes post-AVC rapportent des difficultés dans les situations où il faut tourner à gauche, sur autoroute, lorsqu'il y a beaucoup de circulation, pendant les heures de pointe, pendant la nuit, dans des endroits inconnus, ou lorsqu'il faut stationner et conduire seul (Fisk et al., 2002; McNamara, George, et al., 2015). Cependant, elles peuvent compenser leurs difficultés en conduisant moins et en utilisant d'autres moyens de transport (Fisk et al., 2002). McNamara et al., (2015) se sont concentrés sur la perception du retour à la conduite chez les personnes âgées en rétablissement d'un AVC, en particulier aux premiers stades de la récupération, tandis que Fisk et al., (2002) ont comparé les perceptions de conduite des individus post-AVC à celles d'adultes sans déficience neurologique.

Dans la présente étude, nous nous sommes concentrés sur la perception de la conduite des individus post-AVC trois ans après leur évaluation officielle d'aptitude à la conduite. L'objectif était donc de déterminer différents profils de patients post-AVC en fonction de leur perception de la conduite. Nous avons également comparé plusieurs facteurs sociodémographiques, cliniques et de conduite pour caractériser les différents profils.

Cette étude a fait l'objet d'un poster intitulé « Profils de conducteurs ayant subi un accident vasculaire cérébral : étude prospective » présenté lors de Entretiens Jacques Cartier à Lyon le 11 octobre 2023. Elle a également fait l'objet d'une communication orale intitulée « Perception de la conduite chez des personnes ayant subi un AVC : étude de suivi après une évaluation de l'aptitude de la conduite », lors des 6ème Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM), le 26 juin 2024 à Bruxelles. Un article a été publié en 2024 « Two profiles of post-stroke drivers based on their driving perception » dans le journal « Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour ». DOI : 10.1016/j.trf.2024.08.029

8.2. Méthodologie

8.2.1. Participants

Cette enquête s'est adressée aux patients post-AVC ayant réalisé une évaluation d'aptitude à la conduite en 2019 au sein du centre mutualiste de Kerpape et de l'hôpital Henry Gabrielle. Sur les 172 patients contactés, 27 ont refusé de participer, 5 sont décédés et 54 n'ont pas répondu. Finalement, 86 participants ont été inclus.

8.2.2. Matériel

Un questionnaire a été envoyé aux participants, trois ans après leur évaluation d'aptitude à la conduite. Ce questionnaire permettait de collecter des informations sociodémographiques, cliniques et de conduite. Les caractéristiques sociodémographiques étaient l'âge, le genre, le type d'environnement et la situation professionnelle. Pour les informations concernant les caractéristiques cliniques, des questions sur les problèmes de santé, les médicaments, et les séquelles liées à l'AVC (sensorielle, motrice, cognitive et instrumentale) étaient posées. Des questions relatives à la conduite étaient également adressées comme le nombre d'années de conduite ainsi que l'arrêt ou non de la conduite directement après l'AVC.

Une seconde partie du questionnaire, que seuls les participants ayant repris la conduite remplissaient, concernait les comportements de conduite depuis l'AVC. Ces questions concernaient la quantité de conduite, la fatigue, la peur et le plaisir ressenti lors de la conduite. Des questions sur les difficultés de conduite, les situations évitées et les stratégies mises en place depuis l'AVC étaient également posées.

8.2.3. Analyses statistiques

Des tests U de Mann-Whitney ont été utilisés pour analyser les différences entre les groupes pour les variables quantitatives qui ne suivaient pas une distribution normale, évaluée avec le test de Kolmogorov-Smirnov.

Tout d'abord, une analyse a été effectuée pour comparer les caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite entre les participants post-AVC qui ont repris la conduite et ceux qui ont arrêté de conduire 3 ans après l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Pour les variables qualitatives, les différences entre les catégories de réponses de chaque groupe

ont été examinées à l'aide des tests du khi-deux. Lorsque le nombre de personnes dans une catégorie était inférieur à 5, le test exact de Fisher a été utilisé.

Afin de définir différents profils basés sur la perception de la conduite, nous avons utilisé la méthode d'analyse de classification hiérarchique. Il s'agit d'un algorithme qui regroupe des éléments similaires en groupes appelés « clusters ». Cette méthode permet d'obtenir un ensemble de clusters, où chaque cluster est distinct des autres, et les éléments à l'intérieur de chaque cluster sont largement similaires les uns aux autres. La classification hiérarchique a été réalisée à partir des sept questions sur la perception de la conduite (ces questions concernaient la quantité de conduite, la fatigue, la peur, le plaisir ressenti lors de la conduite, les difficultés de conduite, les situations évitées et les stratégies mises en place depuis l'AVC). L'analyse par classification hiérarchique avec la méthode de Ward a permis d'obtenir un dendrogramme (Figure 26) qui représente les différents clusters en fonction du cut off choisi. Un cut off de deux groupes a été choisi à partir de ce dendrogramme. Les groupes obtenus ont ensuite été comparés en fonction des caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite. Comme pour les premières analyses, la normalité des variables a été évaluée à l'aide des tests de Kolmogorov-Smirnov. Les différences entre les groupes ont été examinées à l'aide des tests U de Mann-Whitney pour les variables quantitatives. Pour les variables qualitatives, des tests du khi-deux ont été utilisés ou des tests de Fisher lorsque le nombre de personnes dans une catégorie était inférieur à 5. Lorsque la valeur P était inférieure à 0.05, le résultat était considéré statistiquement significatif. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de SPSS 28.0.1.1 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

8.3. Résultats

8.3.1. Description de l'échantillon

Sur les 86 participants de cette étude, 17 ont arrêté de conduire pour différentes raisons (recommandation défavorable suite à une évaluation d'aptitude à la conduite, restrictions de conduite trop strictes, manque de confiance, peur d'avoir un accident de voiture). Au sein de cette cohorte de 86 participants, 69 (80 %) ont repris la conduite (Figure 25).

Chapitre 8. Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite

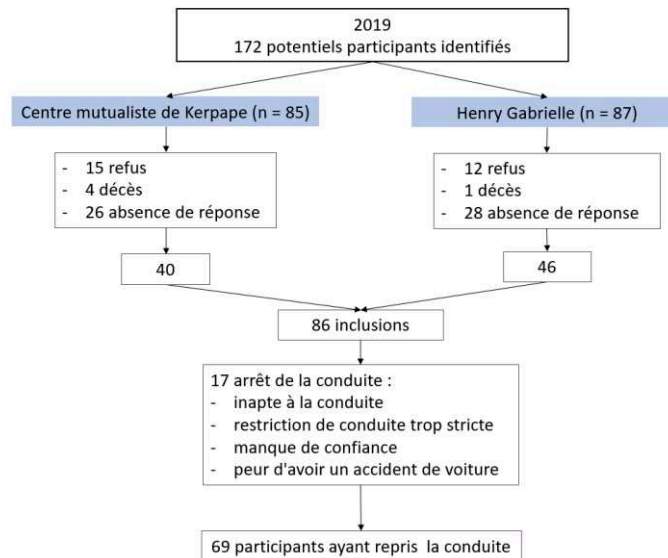


Figure 25. Flowchart description de l'inclusion des participants

8.3.2. Caractéristiques cliniques en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

Le tableau 8 présente les caractéristiques sociodémographiques et de conduite des 86 participants répartis selon leur reprise ou leur arrêt de la conduite. Une proportion significativement plus élevée de participants qui ont repris la conduite ont eu une recommandation favorable d'aptitude à la conduite en 2019 comparativement aux participants qui ont arrêté la conduite (87.0 % et 41.2 % respectivement, $p < 0.001$).

Chapitre 8. Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite

Tableau 8. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite de l'échantillon total, selon la reprise ou l'arrêt de la conduite

Variables ^a	Tous les participants n = 86	Reprise de la conduite n = 69	Arrêt de la conduite n = 17	Valeur de p
Age, années, m ± et Min-max	56.9 ± 13.7 18-82	56.7 ± 13.4 18-79	57.8 ± 15.4 29-82	0.765 ^c
Genre, femme, %	43.0	44.9	35.3	0.472 ^b
Nombre d'années d'étude, années, m ± et Min-max	13.6 ± 3.57 5-23	14.0 ± 3.5 8-23	12.1 ± 3.5 5-20	0.058 ^c
Environnement, rural, %	29.1	29.0	29.4	0.972 ^b
Situation familiale, vit avec quelqu'un, %	69.8	76.4	68.1	0.502 ^b
Situation professionnelle, actif/employé, %	18.6	21.7	5.9	0.177 ^a
Années de conduite, années, m ± et Min-max	39.7 ± 14.1 3-65	39.6 ± 13.7 3-65	40.1 ± 16.0 14-59	0.737 ^c
Recommandation favorable lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite en 2019, %	77.8	87.0	41.2	<0.001 ^a

^aTests exactes de Fisher, ^bTests du χ^2 , ^cTests U de Mann-Whitney

Le tableau 9 présente les caractéristiques cliniques des 86 participants répartis selon leur reprise ou leur arrêt de la conduite. Une proportion significativement plus élevée de participants qui ont arrêté la conduite ont eu un AVC hémorragique comparativement aux participants qui ont repris la conduite (47.1 % et 21.7 % respectivement, $p = 0.035$). Les participants qui ont arrêté la conduite avaient un nombre moyen de séquelles significativement plus élevé que les participants qui ont repris la conduite (moyenne = 1.6 ± 0.8 et moyenne = 1.2 ± 1.1 , $p = 0.045$). Le nombre de séquelles instrumentales diffère également entre les deux groupes. Les participants ayant arrêté la conduite ont déclaré avoir plus de séquelles instrumentales (principalement troubles phasiques) que les participants ayant repris la conduite (moyenne = 0.4 ± 0.5 et moyenne = 0.2 ± 0.5 , $p = 0.007$).

Chapitre 8. Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite

Tableau 9. Caractéristiques cliniques de l'échantillon total, selon la reprise ou l'arrêt de la conduite

Variables	Tous les participants n = 86	Reprise de la conduite n = 69	Arrêt de la conduite n = 17	Valeur de p
Type d'AVC, %				
Hémorragique	26.7	21.7	47.1	0.035^b
Ischémique	73.3	78.3	52.9	
Problèmes de santé, oui, %	33.7	31.9	41.2	0.468 ^a
Traitement, oui, %	91.8	92.8	87.5	0.491 ^b
Fatigue, oui, %	18.6	20.3	11.8	0.728 ^a
Nombre de séquelles, m ± et	1.3 ± 1.0	1.2 ± 1.1	1.6 ± 0.8	0.045^c
Min-max	0-5	0-5	0-3	
Séquelles sensitives, m ± et	0.0 ± 0.2	0.1 ± 0.2	0 ± 0	0.384 ^c
Min-max	0-1	0-1	0-0	
Séquelles motrices, m ± et	0.5 ± 0.6	0.5 ± 0.6	0.6 ± 0.5	0.557 ^c
Min-max	0-2	0-2	0-1	
Séquelles cognitives, m ± et	0.2 ± 0.3	0.1 ± 0.4	0.4 ± 0.7	0.108 ^c
Min-max	0-1	0-1	0-2	
Séquelles instrumentales, m ± et	0.2 ± 0.4	0.2 ± 0.5	0.4 ± 0.5	0.007^c
Min-max	0-2	0-2	0-1	

^aTests exactes de Fisher, ^bTests du χ^2 , ^cTests U de Mann-Whitney

8.3.3. Classification hiérarchique

L'analyse de classification hiérarchique a été effectuée sur les 69 participants ayant repris la conduite, sur la base des 7 questions concernant la perception de la conduite après l'AVC (tableau 10). Pour chaque question, les participants devaient choisir une réponse entre 3 propositions :

Chapitre 8. Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite

Tableau 10. Aperçu des sept questions utilisées pour le regroupement hiérarchique

Depuis l'AVC...	Propositions		
...je conduis :	Moins souvent qu'avant	Autant qu'avant	Plus souvent qu'avant
...l'activité de conduite :	Ne me fatigue pas plus qu'avant	Me fatigue autant qu'avant	Me fatigue plus qu'avant
...l'activité de conduite :	Ne me fait pas plus peur qu'avant	Me fait autant peur qu'avant	Me fait plus peur qu'avant
...quand je conduis je ressens :	Pas le même plaisir à conduire	Autant de plaisir à conduire	Plus de plaisir à conduire
...quand je conduis j'ai :	Plus de difficultés à conduire	Autant de difficultés à conduire	Plus de difficultés à conduire
...quand je conduis j'évite :	Moins de situations	Autant de situations	Plus de situations
...quand je conduis j'ai :	Le même nombre de stratégies de conduite	Je ne sais pas	Développé plus stratégies de conduite

Le dendrogramme obtenu à partir de la classification hiérarchique avec la méthode de Ward, représenté dans la Figure 26, a permis de visualiser que les participants se répartissent en deux groupes. Un cut off de deux groupes a été choisi pour déterminer et caractériser les profils des conducteurs post-AVC. Le premier groupe comprenait 45 participants se caractérise comme ayant perçu une modification de leur comportement et de leur capacité de conduite après l'AVC (groupe « perception de conduite modifiée »). Le second groupe comprenait les 24 autres participants qui déclarent ne pas avoir perçu de changement dans leur conduite après l'AVC (groupe « perception de conduite non modifiée »).

Chapitre 8. Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite

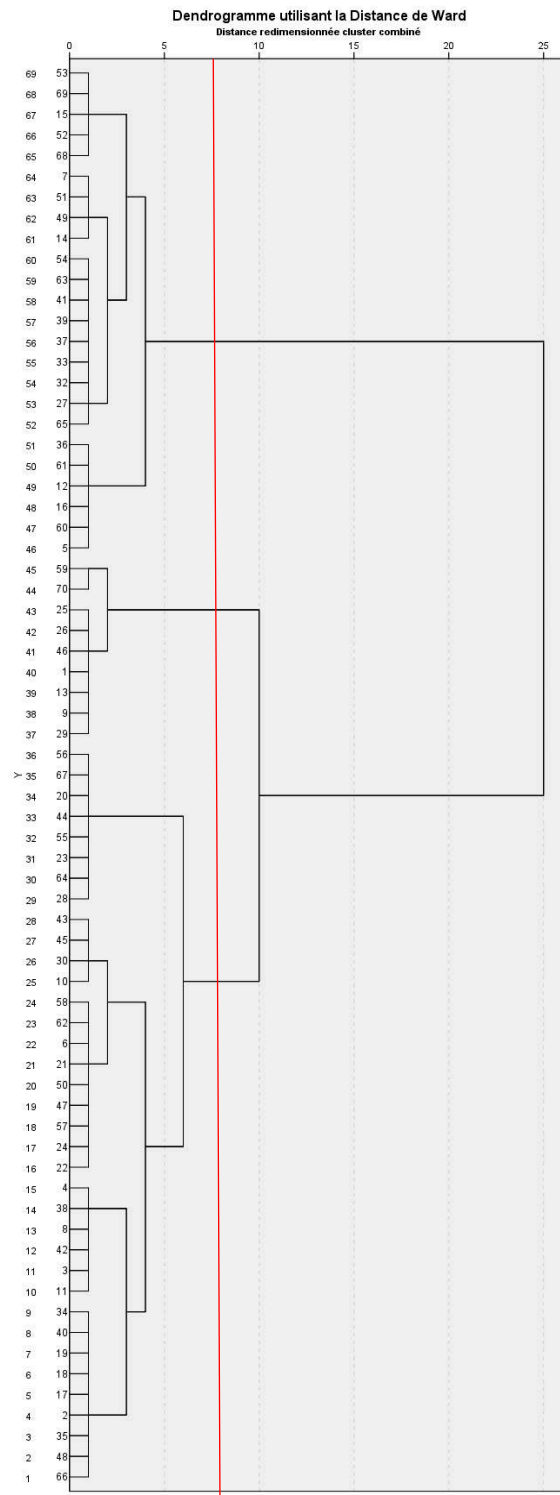


Figure 26. Dendrogramme représentant la classification hiérarchique des participants (n = 69 ; méthode de Ward).

Le tableau 11 représente les différentes réponses aux questions liées à la conduite réparties selon une perception de la conduite modifiée ou non. Plusieurs différences distinguent ces deux groupes. Une plus grande proportion de participants ayant une « perception modifiée de la

Chapitre 8. Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite

conduite » a déclaré conduire beaucoup moins, éprouver moins de plaisir à conduire, plus de fatigue, plus de peur et plus de difficultés à conduire. Ils ont également déclaré éviter un plus grand nombre de situations de conduite et mettre en œuvre un plus grand nombre de stratégies après leur AVC que les participants du groupe « perception de conduite non modifiée » (tableau 11).

Tableau 11. Différences de perception de la conduite entre les deux groupes/clusters trois ans après l'évaluation d'aptitude à la conduite

Variables, %	Perception de conduite modifiée n = 45	Perception de conduite non modifiée n = 24	Valeur de p ^a
Quantité de conduite depuis l'AVC			
Moins	71.1	20.8	<0.001
Autant	28.9	75	
Plus	0.0	4.2	
Fatigue depuis l'AVC			
Pas plus	4.4	75	<0.001
Autant	28.9	25	
Plus	66.7	0.0	
Peur depuis l'AVC			
Pas plus	28.9	79.2	<0.001
Autant	33.3	20.8	
Plus	37.8	0.0	
Plaisir depuis l'AVC			
Pas plus	46.7	0.0	<0.001
Autant	44.4	87.5	
Plus	8.9	12.5	
Difficultés depuis l'AVC			
Moins	0.0	0.0	<0.001
Autant	28.9	91.7	
Plus	71.1	8.3	
Situations évitées depuis l'AVC			
Moins	0.0	0.0	<0.001
Autant	15.6	100	
Plus	84.4	0.0	
Stratégies développées depuis l'AVC			
Autant	20.0	70.8	<0.001
Je ne sais pas	2.2	12.5	
Plus	77.8	16.7	

^aTest exact de Fisher

Caractéristiques sociodémographiques et de conduite en fonction de la perception de la conduite

Le tableau 12 représente les caractéristiques sociodémographiques des 69 participants répartis selon leur perception de la conduite modifiée ou non. Les deux groupes se distinguaient significativement par leur âge et leur environnement. Les participants post-AVC avec une perception de conduite modifiée étaient significativement plus jeunes que les participants avec une perception de conduite non modifiée (57 ans \pm 14 versus 65 ans \pm 10, $p = 0.014$). Une proportion significativement plus élevée de participants avec une perception de conduite modifiée vivait dans un environnement rural comparativement aux participants avec une perception de conduite non modifiée (37.8 % et 12.5 %, $p = 0.028$). Seulement 67 % ($n = 46$) des participants ont arrêté de conduire juste après leur AVC. Ils ont ensuite obtenu une recommandation favorable lors d'une évaluation officielle de leur aptitude à la conduite. Les 23 autres participants, contrairement aux préconisations, ont continué de conduire avant d'avoir effectué une évaluation officielle de leur aptitude à la conduite.

Tableau 12. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite de l'échantillon total et comparaison entre ceux qui ont modifié leur conduite vs ceux qui ne l'ont pas modifié

Variables	Tous les participants N = 69	Perception de conduite modifiée n = 45	Perception de conduite non modifiée n = 24	Valeur de p
Age, années, m \pm et Min-max	60 \pm 13 21-82	57 \pm 14 21-80	65 \pm 10 43-82	0.014^c
Genre, femme, %	44.9	46.7	41.7	0.691 ^b
Environnement, rural, %	29.0	37.8	12.5	0.028^b
Nombre d'années d'étude, années, m \pm et Min-max	14.0 \pm 3.5 8-23	13.7 \pm 2.9 8-23	14.6 \pm 4.4 8-23	0.565 ^c
Situation familiale, vit avec quelqu'un, %	68.1	66.7	70.8	0.724 ^b
Situation professionnelle, actif/employé, %	21.7	22.2	20.8	0.894 ^b
Années de conduite, années, m \pm et Min-max	43 \pm 18 6-68	40 \pm 14 7-67	47 \pm 12 24-68	0.074 ^c
Arrêt de la conduite juste après l'AVC, oui, %	66.7	71.1	58.3	0.284 ^b

^bTests du χ^2 , ^cTests U de Mann-Whitney

Caractéristiques cliniques en fonction de la perception de la conduite

Le tableau 13 représente les caractéristiques cliniques des 69 participants répartis selon leur perception de la conduite modifiée ou non. Une proportion significativement plus élevée de participants ayant une perception modifiée de leur conduite se sont sentis fatigués depuis leur AVC par rapport à ceux ayant une perception non modifiée (31.1 % et 0 %, $p = 0.002$). Les personnes du groupe « perception de la conduite modifiée » avait un nombre moyen de types de séquelles significativement plus élevé que celles du groupe de perception de conduite non modifiée (moyenne = 1.62 ± 1.05 et moyenne = 0.46 ± 0.66 , $p < 0.001$). Les séquelles motrices et cognitives diffèrent entre les deux groupes. De plus, ils ont déclaré plus de séquelles motrices et cognitives que les participants du groupe qui n'ont pas perçu de modification de leur conduite ($p = 0.035$; $p = 0.013$, respectivement).

Tableau 13. Caractéristiques cliniques de l'échantillon total et comparaisons entre le groupe avec perception de conduite modifiée du groupe avec perception de conduite non modifiée

Variables	Tous les participants N = 69	Perception de conduite modifiée n = 45	Perception de conduite non modifiée n = 24	Valeur de p
Type d'AVC, %				
Hémorragique	21.7	20.0	25.0	0.632 ^b
Ischémique	78.3	80.0	75.0	
Problèmes de santé, oui, %	31.9	31.1	33.3	0.850 ^b
Traitement, oui, %	92.8	93.3	91.7	0.799 ^b
Fatigue, oui, %	20.3	31.1	0	0.002^b
Nombre de séquelles, m ± et Min-max	1.2 ± 1.1 0-5	1.6 ± 1.0 0-5	0.5 ± 0.7 0-2	<0.001^c
Séquelles sensibles, m ± et Min-max	0.0 ± 0.2 0-1	0.1 ± 0.2 0-1	0 ± 0 0-0	0.199 ^c
Séquelles motrices, m ± et Min-max	0.5 ± 0.6 0-2	0.6 ± 0.7 0-2	0.3 ± 0.5 0-1	0.035^c
Séquelles cognitives, m ± et Min-max	0.1 ± 0.3 0-1	0.2 ± 0.4 0-1	0 ± 0 0-0	0.013^c
Séquelles instrumentales, m ± et Min-max	0.2 ± 0.5 0-2	0.2 ± 0.5 0-2	0.1 ± 0.4 0-2	0.555 ^c

^bTests du χ^2 , ^cTests U de Mann-Whitney

Types de difficultés de conduite, de situations évitées et de stratégies mises en œuvre

Une proportion significativement plus élevée de participants du groupe avec perception de conduite modifiée a déclaré avoir plus de difficultés à conduire la nuit, dans un trafic dense, par mauvais temps, en ville, dans des zones peu familières et lors de longs trajets, que les participants du groupe de perception de conduite non modifiée ($p = <0.001$; $p = <0.001$; $p = <0.001$; $p = 0.006$; $p = 0.022$; $p = 0.003$, respectivement). Les participants qui ont déclaré avoir modifié leur conduite ont rapporté éviter davantage la conduite de nuit, par mauvais temps et sur de longs trajets depuis leur AVC par rapport aux participants qui ont déclaré ne pas avoir modifié leur conduite ($p = <0.001$; $p = <0.001$; $p = 0.003$, respectivement). Une proportion significativement plus élevée de participants du groupe avec perception de conduite modifiée a déclaré avoir mis en œuvre des stratégies de conduite telles que conduire plus lentement, augmenter la distance entre les véhicules, faire des trajets plus courts, éviter de conduire la nuit, éviter de conduire et discuter de la conduite, par rapport aux participants du groupe de perception de conduite non modifiée ($p = <0.001$; $p = 0.012$; $p = <0.001$; $p = 0.002$; $p = 0.044$; $p = 0.012$, respectivement).

8.4. Discussion

Cette enquête avait pour objectif de mieux comprendre comment les personnes post-AVC perçoivent leur pratique de la conduite trois ans après leur évaluation d'aptitude à la conduite. Le principal résultat de cette étude a révélé deux profils distincts de conducteurs post-AVC : un groupe, constitué des deux tiers des participants, ont déclaré avoir perçu la nécessité de modifier leur comportement au volant et avoir mis en œuvre ces changements, et un autre groupe de participants qui n'ont perçu aucun changement dans leur conduite. Les participants du groupe ayant modifié leur conduite étaient plus jeunes, vivaient dans des zones plus rurales et signalaient plus de séquelles telles que la fatigue, des troubles moteurs et cognitifs que ceux du groupe n'ayant pas modifié leur conduite.

Différences dans les caractéristiques sociodémographiques selon les profils de conduite

Nous avons montré que le groupe ayant déclaré modifier ses pratiques de conduite est plus jeune. Ces conducteurs percevaient probablement mieux leurs difficultés de conduite et, par conséquent, régulaient correctement leur pratique de conduite, tandis que les plus âgés auraient

plus de difficultés à percevoir la nécessité de modifier leur comportement. Cette auto-régulation est assurée par des capacités métacognitives efficaces. La littérature a montré que les capacités de métacognition tendent à décliner avec l'âge (Baldock et al., 2006; Huang et al., 2020). Cependant, l'âge des participants du groupe n'ayant pas modifié leur conduite est de 65 ans en moyenne. Alors que dans la littérature les effets de l'altération des processus métacognitifs apparaissent généralement à un âge plus avancé, à plus de 70 ans (Baldock et al., 2006; Huang et al., 2020; Paire-Ficout et al., 2021a). Il est possible que l'effet cumulatif de l'âge et de l'AVC accentue les troubles métacognitifs, ce qui pourrait expliquer la différence observée entre les deux groupes.

Nous avons constaté que les conducteurs vivant en milieu rural sont plus susceptibles de modifier leurs habitudes de conduite que ceux vivant en milieu urbain. La reprise de la conduite est essentielle en milieu rural en raison du manque de transports alternatifs (Finestone et al., 2010), ce qui incite les personnes post-AVC à adapter leur comportement de conduite et à maintenir leur mobilité grâce à la conduite. La reprise de la conduite est essentielle dans les zones rurales et est particulièrement importante pour maintenir l'implication dans la communauté (Finestone et al., 2010). Cependant, selon une étude portant sur 882 patients ayant subi un AVC, seuls 21 % des participants se sont déplacés en bus et 19 % en train (Asplund et al., 2012). La disponibilité des transports publics n'est donc pas nécessairement ce qui incite les gens à les utiliser. De nombreux autres facteurs contribuent à leur utilisation. Les patients ayant subi un AVC peuvent, par exemple, être gênés dans leur utilisation des transports publics par leurs difficultés physiques et cognitives. Monter dans un bus et garder l'équilibre nécessitent une bonne condition physique. Trouver un itinéraire et changer de mode de transport nécessitent également un bon fonctionnement cognitif. Le fait de vivre dans un environnement rural peut donc encourager les patients post-AVC à adapter leur comportement de conduite afin de leur permettre de continuer et de maintenir leur mobilité.

Les résultats du questionnaire ont montré que les participants du groupe ayant modifié leur conduite ont signalé une plus grande fatigue et présentaient plus de séquelles motrices et cognitives que les participants n'ayant pas modifié leur conduite. Le fait d'avoir plus de séquelles cognitives, y compris la fatigue, après un AVC signifie que le conducteur doit adapter sa conduite en conséquence. En effet, les personnes post-AVC avec des séquelles, en particulier des troubles cognitifs, avaient un plus grand besoin de compenser leurs déficits en évitant certaines situations et en mettant en œuvre des stratégies, contrairement aux patients post-AVC sans séquelles (Fisk et al., 2002).

Le rôle de la conscience de soi dans la perception de la conduite

Les résultats de la présente étude suggèrent que les participants post-AVC du groupe ayant modifié leur conduite étaient conscients de leurs difficultés de conduite et s'y adaptaient en évitant les situations difficiles et en mettant en œuvre de nouvelles stratégies. En effet, ils ont déclaré parcourir de plus courtes distances et prendre moins de plaisir à conduire depuis leur AVC. Ils se sentaient également plus fatigués et éprouvaient plus de peur. Depuis leur AVC, ils ont déclaré avoir plus de difficultés à conduire la nuit, dans la circulation dense, par mauvais temps, en ville, dans des zones inconnues et lors de longs trajets, ce qui a également été montré dans de précédentes études (Fisk et al., 2002; McNamara, George, et al., 2015). De plus, ils ont déclaré éviter un plus grand nombre de ces situations et ont mis en œuvre plus de stratégies (par exemple, éviter les longs trajets). Cela concorde avec les études précédentes qui ont montré que certains conducteurs post-AVC jugent correctement leurs propres performances de conduite (Golper et al., 1980), et adaptent leur comportement de conduite, par exemple en maintenant une distance de sécurité plus grande avec le véhicule qui les précède (Blane et al., 2017).

Une observation intéressante concernant ce groupe est que toutes les situations rapportées comme étant difficiles ne sont pas évitées. En effet, les situations de conduite jugées difficiles depuis l'AVC telles que conduire par fort trafic, en ville et dans les zones non familières ne sont pas plus évitées par les participants depuis leur reprise de la conduite. Alors que la conduite de nuit, par mauvais temps, et pendant de longs trajets sont toutes rapportées comme étant plus difficiles depuis l'AVC et également plus évitées depuis la reprise de la conduite. En se basant sur le modèle de Crosson et al., (1989), une explication pourrait être que certaines personnes ont une conscience émergente efficace, mais des difficultés de conscience anticipée. En effet, la conscience émergente permet aux personnes de reconnaître les situations dans lesquelles elles rencontrent des difficultés. Cependant le fait de ne pas les éviter peut représenter des difficultés de conscience anticipée (Crosson et al., 1989). Une autre explication est à relier à la possibilité ou non de pouvoir éviter les situations de conduite jugées difficiles. En effet, il est compliqué d'éviter de conduire par trafic dense causé par un accident par exemple car ce genre de situation est moins prédictible que la conduite pendant la nuit ou lors de mauvais temps. Il est également plus compliqué d'éviter complètement de conduire en ville ou dans des zones inconnues.

En revanche, les participants du groupe « conduite non modifiée » n'ont perçu aucun changement dans leur comportement au volant depuis leur AVC. L'absence de perception de modification de la conduite peut s'expliquer de deux manières différentes. La première explication pourrait être que ces participants ont peu de déficits cognitifs affectant leur conduite

et n'ont donc pas besoin de modifier leur conduite. C'est également ce que montrent les résultats actuels, puisque ce groupe a signalé moins de séquelles motrices ou cognitives que l'autre groupe. La deuxième explication pourrait être due à un manque de conscience des difficultés de conduite. Le manque de conscience des capacités réelles peut affecter à la fois la perception des capacités cognitives et la perception des capacités de conduite (Anstey et al., 2005; Walton-Blane et al., 2016). L'incapacité à reconnaître les difficultés peut entraîner les individus à réaliser des activités pour lesquelles ils n'ont pas les capacités nécessaires et à ne pas mettre en place de stratégies (Hartman-Maeir et al., 2002). Plusieurs études ont montré que certaines personnes post-AVC ont tendance à surestimer leurs capacités de conduite (Heikkilä et al., 1999b; Scott et al., 2009). Par conséquent, ils ont des difficultés à auto-réguler leur comportement de conduite (Fuller, 2005; Horrey et al., 2015; Richardson et al., 2014, 2015; Toglia & Kirk, 2000). Les troubles de la conscience des capacités réelles peuvent affecter l'aptitude à reconnaître la présence de déficits sensoriels, moteurs ou cognitifs (Al Banna et al., 2015; Hartman-Maeir et al., 2002; Orfei et al., 2007). Ces résultats sont cohérents avec la proportion plus élevée de conducteurs dans le groupe n'ayant pas modifié leur conduite, qui ont déclaré moins de séquelles que les conducteurs du groupe ayant modifié leur conduite. De plus, les individus du groupe n'ayant pas modifié leur conduite sont plus âgés. Le nombre plus faible de séquelles et l'âge plus avancé peuvent donc indiquer des difficultés à percevoir correctement les capacités de conduite.

Reprise de la conduite chez les participants post-AVC

Il est intéressant de noter que plusieurs caractéristiques cliniques telles que le type d'AVC, le nombre de séquelles de l'AVC et les séquelles instrumentales différaient entre les participants qui avaient arrêté de conduire et ceux qui avaient repris la conduite. Une plus grande proportion de participants qui ont arrêté de conduire ont eu un AVC hémorragique que les participants qui ont repris la conduite. Ce résultat est en accord avec une recherche antérieure montrant que les participants ayant subi un AVC hémorragique étaient moins enclins à reprendre la conduite un an après l'AVC que ceux ayant subi un AVC ischémique (Perrier et al., 2010). Ces résultats pourraient s'expliquer par la plus grande gravité de l'AVC hémorragique par rapport à l'AVC ischémique (Andersen et al., 2009) qui entraîne plus de risque de ne pas reprendre la conduite (Hwang & Song, 2023).

Chapitre 8. Profils des personnes post-AVC basés sur leur perception de la conduite

Les participants qui ont arrêté de conduire avaient également plus de séquelles, notamment instrumentales (principalement des troubles phasiques), que les participants ayant repris la conduite, ce qui est conforme aux études précédentes (Matsko et al., 1975 ; Hartje et al., 1991). Ce trouble neurologique peut avoir un impact sur les performances de conduite (Matsko et al., 1975 ; Hartje et al., 1991) et la reconnaissance des symboles telle que les panneaux de signalisation (Donovan et al., 2015; Mackenzie & Paton, 2003) qui est essentielle pour la conduite.

Au total, 80 % des participants post-AVC inclus dans cette étude ont repris la conduite trois ans après l'évaluation de leur aptitude à conduire. Ce taux est assez proche d'une étude rétrospective qui a observé un taux compris entre 78 % et 86 % des patients post-AVC jugés aptes à conduire (Ranchet et al., 2016). Parmi les 69 participants qui ont repris la conduite, seuls 67 % des participants ont cessé de conduire juste après leur AVC, ce qui est cohérent avec les résultats d'études précédentes (52 %, Fisk et al., (1997) ; 50 % Walton-Blane et al., (2016)). Cela signifie qu'un tiers des individus ont continué à conduire après leur AVC avant de réaliser une évaluation de l'aptitude à conduire, malgré les préconisations de la législation française. Plusieurs raisons peuvent expliquer ce comportement. Tout d'abord, il peut y avoir un manque de connaissance de la législation française chez les personnes ayant eu un AVC, soit parce qu'elles ne sont pas conscientes des législations, soit parce qu'elles n'ont pas été informées par les professionnels de santé (Fisk et al., 1997; Yu et al., 2016). Ensuite, certaines personnes ayant eu un AVC peuvent avoir besoin de continuer à conduire après l'AVC pour maintenir leurs activités quotidiennes, notamment leur travail. Enfin, certaines personnes post-AVC peuvent sous-estimer l'impact de l'AVC sur leurs capacités de conduite (Heikkilä et al., 1999b; McKay et al., 2011b; Scott et al., 2009). Elles peuvent se sentir suffisamment aptes à conduire et ne pas reconnaître les risques potentiels pour elles-mêmes et les autres. Ces raisons soulignent l'importance d'une meilleure sensibilisation, d'un suivi médical rigoureux et de la nécessité de solutions de transport alternatifs pour les personnes ayant eu un AVC.

Implications pratiques

Deux axes d'action pourraient être envisagés pour permettre aux conducteurs post-AVC d'estimer plus objectivement leurs capacités de conduite. Le premier axe serait de développer des programmes de rééducation ciblés pour aider les conducteurs à mieux prendre conscience de leurs propres capacités, par exemple en utilisant un support vidéo lors d'un entraînement sur

route pour rejouer les situations critiques. Les études montrent que rejouer une situation après l'avoir vécue améliore la perception des difficultés chez les personnes post-AVC (Besharati et al., 2015; Söderback et al., 1992; Tham & Tegnér, 1997) et chez les conducteurs âgés (Lavallière et al., 2012). La conduite sur simulateur de conduite peut également améliorer l'auto-évaluation des performances de conduite chez les personnes post-AVC (McKay et al., 2011b). Un deuxième axe serait d'encourager l'utilisation de systèmes d'aide à la conduite. Dans le contexte actuel, où les aides à la conduite sont en augmentation, il est pertinent de se demander dans quelle mesure ces aides peuvent aider à améliorer la prise de conscience des problèmes rencontrés. Un système de surveillance permettant au conducteur d'ajuster sa conduite en temps réel pourrait être très utile et pertinent à développer. Les personnes post-AVC doivent également être mieux accompagnées dans la reprise de la conduite. Même si certains pays ont introduit des mesures qui tendent à être harmonisées, les personnes ne sont pas nécessairement informées des démarches à suivre après un AVC (Fisk et al., 1997; Walton-Blane et al., 2016).

Limites et perspectives de recherche

Cette étude peut ne pas être représentative de la population générale en raison de la taille limitée de l'échantillon. Cependant, les données sont cohérentes avec le profil typique des AVC en France. Plus précisément, dans la présente étude, 73 % des participants avaient eu un AVC ischémique, et 27 % avaient eu un AVC hémorragique ou une malformation vasculaire cérébrale. Cette répartition est conforme aux statistiques nationales, qui indiquent que 80 à 85 % des AVC en France sont ischémiques et 20 % hémorragiques (INSERM, 2019).

Une limite de cette étude de suivi trois ans après une évaluation de l'aptitude à la conduite est la perte de 49 % des 172 participants potentiels. Ce taux est similaire à celui d'autres études qui rapportent une perte de 51 % des participants entre 3 mois à 6 ans après leur AVC (Fisk et al., 1997), ou une perte de 49 % des participants 24 à 36 semaines post-AVC (Akinwuntan, De Weerd, Feys, Pauwels, et al., 2005). D'autres études pourraient être reproduites dans d'autres établissements pour permettre l'inclusion d'un plus grand nombre de participants.

Une autre limite est que cette étude repose sur des informations auto-déclarées. Toutes les données sont basées sur la conscience des participants concernant leurs séquelles de l'AVC et leur comportement de conduite. Des études précédentes ont montré que les personnes post-AVC ne perçoivent pas correctement leurs performances de conduite réelles (Heikkilä et al.,

1999b; Patomella et al., 2008; Walton-Blane et al., 2016). Les participants post-AVC qui n'ont pas rapporté de difficultés de conduite peuvent ne pas être conscients de leurs séquelles et des potentiels effets sur les comportements de conduite. Des recherches supplémentaires pourraient intégrer des questionnaires d'évaluation de la conscience des capacités ou inclure des informations médicales objectives afin de comparer les évaluations subjectives aux mesures objectives basées sur la performance des capacités de conduite. Bien que la validité et la fiabilité du questionnaire développé spécifiquement pour cette étude n'aient pas encore été validées, ce questionnaire a permis d'explorer une dimension rarement étudiée et a fourni des résultats innovants.

8.5. Conclusion

Cette étude a caractérisé deux profils distincts de personnes post-AVC en fonction de leur perception de la conduite depuis la reprise de la conduite. Le premier profil se compose de participants qui ont déclaré avoir perçu la nécessité de modifier leur conduite et avoir mis en place des changements. Le second profil est constitué de participants qui n'ont perçu aucun changement dans leur conduite après leur AVC. Les participants qui ont modifié leur conduite étaient plus jeunes, vivaient en milieu rural et avaient plusieurs types de séquelles post-AVC, principalement cognitives et motrices. Toutes ces caractéristiques peuvent contribuer à la modification de leur perception de la conduite. D'autres facteurs tels que la conscience des capacités peuvent influencer leur perception de la conduite. Il serait intéressant de compléter les données recueillies par le questionnaire par des mesures objectives basées sur les performances de conduite réelles. Les résultats de cette étude soulignent également la nécessité d'interventions ciblées pour soutenir les conducteurs post-AVC dans le maintien de pratiques de conduite sûres.

Ce questionnaire nous a permis de compléter les données médicales des personnes ayant réalisé une évaluation de l'aptitude à la conduite en 2019 en intégrant les données sur la reprise ou non de la conduite. En se basant sur ces données et celles des dossiers médicaux, la prochaine étude a comparé les performances cognitives des personnes post-AVC à leur recommandation d'aptitude à la conduite et à leur reprise ou non de la conduite.

Ce qu'il faut retenir

- Les personnes qui ont arrêté de conduire ont davantage eu un AVC hémorragique, ont un nombre de séquelles plus élevé, notamment instrumentales, comparativement à celles qui ont repris la conduite.
- L'analyse par cluster hiérarchique a révélé deux profils de conducteurs post-AVC : un groupe déclarant avoir modifié son comportement au volant, un autre groupe n'ayant perçu aucun changement dans sa conduite.
- Les personnes déclarant avoir modifié leur conduite sont plus jeunes, vivent davantage dans des zones rurales et ont plus de séquelles telles que la fatigue, des troubles moteurs et cognitifs que celles du groupe déclarant ne pas avoir modifié leur conduite.
- Une évaluation de la métacognition devrait être réalisée dans les études basées sur des déclarations afin de contrôler l'influence des capacités métacognitives sur la perception des habitudes de conduite.

Chapitre 9 – Performances neuropsychologiques et reprise de la conduite après un AVC

9.1. Contexte et objectifs

Selon la législation française, les personnes qui ont subi un AVC font l'objet d'une évaluation cognitive complète avant de recommencer des activités exigeantes sur le plan cognitif comme conduire (Journal Officiel de la République Française n°0079, 2022). Les tests cognitifs les plus couramment utilisés dans la littérature anglo-saxonne sont l'UFOV (Useful Field of View Test), le Trail Making Test (TMT), le Motor Free Visual Perception Test (MVPT), la figure de Rey ainsi que la batterie de test SDSA (Stroke Drivers' Screening Assessment). Ces tests s'avèrent être de bons prédicteurs des performances de conduite chez les personnes post-AVC (Akinwuntan et al., 2002; Devos et al., 2011; George & Crotty, 2010; Marshall et al., 2007; Mazer et al., 1998). D'autres recherches ont mis en évidence que les performances au MMSE (Mini-Mental State Examination, à la partie A du TMT (Trail Making Test) et à l'UFOV (Useful Field of View Test) permettaient de prédire la reprise de la conduite chez les personnes ayant subi un AVC (Hwang & Song, 2023; Marshall et al., 2007).

La présente étude avait comme objectif d'examiner la relation entre le niveau cognitif des personnes post-AVC ayant fait un bilan neuropsychologique et la recommandation d'aptitude d'une part et de reprise de la conduite d'autre part. Deux profils cognitifs (bas versus élevé) ont été créés à partir des performances des participants aux différents tests afin d'étudier l'influence de ce statut cognitif sur la recommandation d'aptitude à la conduite et à la reprise ou non de la conduite. Nous faisons l'hypothèse que les personnes post-AVC ayant eu un avis défavorable et/ou ayant arrêté la conduite avaient des capacités cognitives plus altérées que celles avec un avis favorable et/ou ayant repris la conduite.

9.2. Méthodologie

9.2.1. Population

Cette étude rétrospective a été réalisée en analysant les bilans neuropsychologiques des personnes post-AVC ayant réalisé une évaluation pluriprofessionnelle d'aptitude à la conduite en 2019 au centre mutualiste de Kerpape, ou à l'hôpital Henry Gabrielle. Sur les 172 personnes

évaluées, 27 se sont opposées à l'étude et 6 sont décédées. Parmi les 140 personnes post-AVC restantes, 50 ont réalisé un bilan neuropsychologique.

9.2.2. Procédure

Bilan neuropsychologique

Les bilans neuropsychologiques des 50 personnes post-AVC ayant réalisé une évaluation pluriprofessionnelle d'aptitude à la conduite en 2019 ont été récupérés à partir de leurs dossiers médicaux lors de plusieurs visites au sein des deux établissements.

La démarche de recueil et de transformation des données a consisté en plusieurs étapes :

Lors de la première, un tri au sein des données collectées a été réalisé afin de retirer les tests réalisés par moins de 10 patients. Ce premier tri a exclu 17 tests neuropsychologiques : MMSE, MOCA, épreuves scène de famille et reconnaissance des visages de la MEM-III, épreuves reproduction visuelle, mémoire des symboles et dessins de la MEM IV, épreuves séquences lettres chiffres, cubes, arithmétiques et puzzles visuels de la WAIS IV, contrôle mental de la WMS-R, d2, épreuves go no go, alerte phasique, flexibilité et attention divisée de la TAP.

La deuxième étape a consisté à sélectionner les fonctions mesurées par les différents tests retenus. En effet, tous les patients n'avaient pas tous réalisé les mêmes tests neuropsychologiques du fait des différents évaluateurs ayant fait les bilans. Nous avons ainsi retenu sept fonctions représentées dans le tableau 14 avec les tests utilisés pour les mesurer ainsi que leur nombre.

Chapitre 9. Performances neuropsychologiques et reprise de la conduite après un AVC

Tableau 14. Récapitulatif des tests réalisés par les personnes

Fonction étudiée	Test réalisé	Effectif
Mémoire épisodique	RL/RI 16 « somme des 3 rappels libres »	33
	CVLT « rappel libre court terme »	10
Mémoire de travail	Mémoire des chiffres WAIS IV condition ordre inverse	46
Visuo-perceptif	Figure de Rey copie	37
Vitesse de traitement	TMT Grefex partie A	28
	TMT D'KEFS « séquençage de chiffres »	8
Flexibilité	TMT Grefex différence de temps entre la partie B et A	28
	TMT D'KEFS différence de temps entre l'épreuve « alternance chiffres et lettres » et l'épreuve « séquençage de chiffres »	8
Inhibition	Stroop GREFEX	12
	Stroop D'KEFS	13
	Stroop Victoria	1
Fluence verbale	Fluence	39

- La mémoire épisodique

Cette fonction a été étudiée à partir de 2 tests différents : le test de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI 16) (Van der Linden et al., 2004) et le California Verbal Learning Test (CVLT) (Delis et al., 1987). Ces deux tests évaluent la mémoire épisodique verbale, et notamment la présence de déficits d'encodage, de stockage et de récupération (Grober & Buschke, 1987; Pasquier et al., 2001). Lors de ces tests les personnes doivent rappeler plusieurs fois des listes de 16 mots. Il y a différents types de rappels : les rappels libres où le participant rappelle directement les mots, puis les rappels indicés, où le neuropsychologue donne la catégorie sémantique des mots non rappelés afin d'étudier si un indice aide la récupération. Dans ces deux tests, il y a plusieurs rappels immédiats (directement les uns à la suite des autres) et également un rappel différé 20 minutes après. Il existe donc plusieurs sous-scores au sein de ces deux tests. Le choix a été fait de sélectionner les scores des subtests « somme des 3 rappels libres » du RL/RI 16 et « rappel libre court terme » du CVLT afin de comparer les capacités d'encodage et de récupération de l'information verbale en mémoire épisodique. Pour le RL/RI 16 la variable mémoire épisodique est mesurée à partir du nombre de mots rappelés sur 48 (16 x 3), pour le CVLT à partir du nombre de mots rappelés sur 16.

- La mémoire de travail

La mémoire de travail a été étudiée à l'aide du test de la mémoire des chiffres de la WAIS IV. Ce test comprend trois épreuves : l'ordre direct, l'ordre inverse et l'ordre croissant. Pour chaque épreuve des listes de chiffres sont données au participant qu'il doit rappeler dans le même ordre (épreuve ordre direct), de façon inverse (épreuve ordre inverse) et de façon croissante (épreuve ordre croissant). L'épreuve s'arrête lorsque le participant fait deux erreurs consécutives lors des rappels. Selon le modèle de la mémoire de Cattell-Horn-Carroll la condition ordre inverse évalue la mémoire de travail (Schneider & McGrew, 2012). Le score de cette épreuve a donc été sélectionné pour mesurer les capacités de mémoire de travail. La variable mémoire de travail est mesurée à partir du nombre de chiffres rappelés dans la condition ordre inverse.

- Les capacités visuo-perceptives et visuo spatiales

Cette fonction a été étudiée avec l'épreuve de la figure de Rey (Rey, 1959) qui permet d'évaluer les capacités visuo-perceptives (Carr & Lincoln, 1988; Lincoln et al., 1998) et visuo-spatiales (Tremblay et al., 2015). Lors de cette épreuve le participant doit copier une figure complexe composée de 18 éléments puis la rappeler 2 min plus tard et 20 minutes plus tard. Ces épreuves sont chronométrées et un score sur 36 est attribué en fonction des éléments correctement représentés. La phase de copie de cette épreuve a été choisie pour mesurer les capacités visuo-perceptives et visuo-spatiales. La variable capacités visuo-perceptives et visuo-spatiales est mesurée à partir du score de reproduction sur 36.

- La vitesse de traitement

La vitesse de traitement a été étudiée à partir du Trail Making Test A (TMT A) (Salthouse, 2011). Le test consiste à relier le plus rapidement possible des chiffres de 1 à 25 dans un ordre croissant. Deux versions différentes de ce test ont été utilisées selon les centres : la version GREFEX et la versions D'KEFS. La variable vitesse de traitement est mesurée à partir du temps de réalisation de ces épreuves.

- La flexibilité mentale

Pour mesurer la flexibilité mentale nous avons utilisé la partie B du TMT des versions GREFEX et D'KEFS. Les personnes doivent relier des chiffres et des lettres en les alternant, en respectant l'ordre croissant et alphabétique (par exemple : 1-A-2-B-3-C). La flexibilité mentale est évaluée par la différence de temps pour relier les chiffres et les lettres en les

alternant et le temps pour simplement relier les chiffres (première épreuve du TMT) (Lezak et al., 2004; Salthouse, 2011). La variable flexibilité mentale est mesurée à partir des différences de temps entre ces épreuves.

- L'inhibition

Le test de Stroop a été utilisé pour avoir une représentation des capacités d'inhibition des personnes (Stroop, 1935). Trois versions du Stroop ont été réalisées par les personnes de cette étude : la version GREFEX, D'KEFS et Victoria. Dans la condition « dénomination des couleurs » les personnes doivent donner la couleur des rectangles affichés. Dans la condition « interférence » les personnes doivent donner la couleur de l'encre avec laquelle le mot est écrit. La variable inhibition est mesurée par la différence de temps entre l'épreuve « interférence » et l'épreuve de « dénomination des couleurs » pour le Stroop GREFEX. Pour la version D'KEFS du Stroop la variable inhibition est mesurée par la différence de temps entre l'épreuve « Inhibition » et l'épreuve « Dénomination des couleurs ». Pour les personnes ayant réalisé le Stroop Victoria, la variable inhibition est mesurée par la différence de temps entre l'épreuve « interférence » et l'épreuve « dénomination des couleurs ».

- L'évocation lexicale

Le test des fluences lexicales a permis d'évaluer l'évocation lexicale (Cardebat et al., 1990). Dans cette épreuve, les personnes devaient donner le plus de mots commençant par une lettre donnée en deux minutes, sans dire des noms propres ou des mots de la même famille. La variable évocation lexicale est donc mesurée par le nombre de mots donnés.

La troisième étape a consisté à calculer un score par fonction en transformant les données des tests en score Z pour les rendre comparables entre eux et pour créer des catégories (profils). Comme dit précédemment, toutes les personnes n'ont pas réalisé les mêmes tests lors de leur bilan neuropsychologique. Nous avons donc transformé les données de chaque test neuropsychologique à l'aide du test Z. Cette transformation en score Z consiste à centrer et réduire les données en fonction de la moyenne et de l'écart type de chaque test selon la formule suivante : $Z = \frac{x_i - \bar{X}}{s}$

Au sein de cette formule, x_i correspond au score obtenu par la personne lors du test. \bar{X} est la moyenne obtenue par les participants faisant partie de la norme utilisée (les normes utilisées

sont citées juste après). s correspond à l'écart type des scores obtenus par les participants faisant parti de la norme utilisée. Les normes utilisées pour permettre de transformer les notes brutes en score Z sont les suivantes :

- Pour la somme des rappels libres du RL-RI 16, l'épreuve de copie de la figure de Rey et les fluences lexicales : normes de la batterie du GRECOGVASC (Groupe de Réflexion pour l'Évaluation COgnitive VASCulaire) (Wannepain-Despretz et al., 2016).
- Pour l'épreuve du « rappel libre court terme » du CVLT : normes de Poitrenaud et al. (2007).
- Pour l'épreuve d'empan envers : normes de la WAIS IV.
- Pour les épreuves du Stroop et du TMT : normes du GREFEX, du D'KEFS et de la version Victoria.

Cette transformation permet d'une part de pouvoir comparer les tests entre eux et d'autre part de comparer les performances de chaque participant en fonction des normes associées à chaque test (valeurs standardisées correspondant à des valeurs de référence).

La quatrième étape a consisté en la création de deux profils cognitifs en se basant sur la distribution des scores transformés. Pour cela nous avons décidé de prendre les personnes ayant les scores les plus élevés et les plus faibles aux fonctions évaluées pour pouvoir les comparer entre elles au regard des variables de conduite. Il s'agissait en effet de savoir si le groupe de personnes ayant un faible niveau cognitif avait un avis plus souvent défavorable ou si elles étaient moins susceptibles de reprendre la conduite. A partir des calculs de score Z , nous avons classé les personnes selon deux profils cognitifs : le profil cognitif bas et le profil cognitif élevé. Lorsqu'un participant a obtenu un score Z inférieur à -1.65, la fonction évaluée par ce test était considérée comme déficitaire puisqu'un score Z inférieur à -1.65, correspond aux 5% des performances les plus faibles (Amiéva et al., 2011).

Etant donné que toutes les personnes n'avaient pas réalisé le même nombre de tests, une « moyenne de score déficitaire » a été calculée en divisant le nombre de tests considérés comme déficitaires par le nombre de tests réalisés. Un cut off de 33 % de fonctions évaluées considérées comme déficitaires a été choisi pour considérer le profil cognitif bas. Par exemple, un participant qui avait eu un score déficitaire à un test et six scores dans la norme obtenait un ratio de 1/7 qui correspondait à 14.28 %, son profil était donc considéré comme *élevé*. A l'inverse,

un profil cognitif était considéré comme *bas* lorsque le participant avait au moins 2 performances déficitaires sur 6 tests effectués, car le participant obtenait un ratio de 2/6 qui correspondait à 33 %. Pour résumer, le profil cognitif était considéré bas dans les cas suivants :

- 2 tests déficitaires sur 4 (50 %)
- 2 tests déficitaires sur 5 (40 %)
- 2 tests déficitaires sur 6 (33 %)
- 3 tests déficitaires sur 7 (43 %)

Toutes les personnes ayant moins de 4 fonctions évaluées ont été retirées de l'étude, afin que les scores calculés s'appuient sur un nombre de mesures suffisamment élevé (figure 27). La Figure 27 représente la répartition du nombre de personnes par fonctions étudiées.

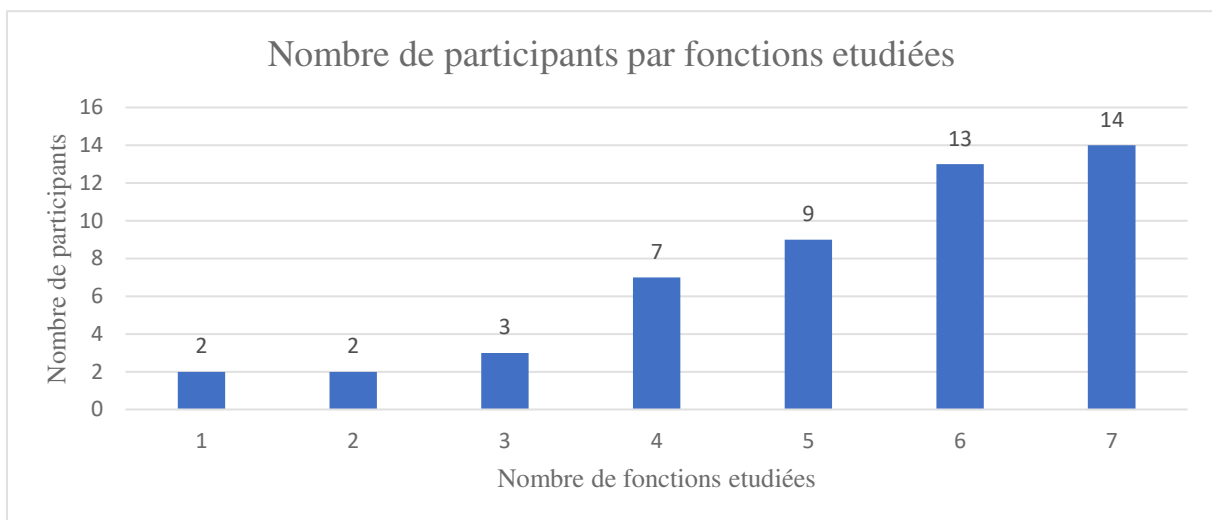


Figure 27. Représentation du nombre de personnes par fonctions étudiées

Sept personnes ont donc été retirées de l'étude car ayant un nombre de fonctions étudiées inférieur à 4. Au total, nous avons donc analysé les données de 43 personnes dont 32 présentaient un profil cognitif élevé et 11 un profil cognitif bas.

La cinquième étape correspond à la présentation des variables de conduite qui seront comparées aux performances cognitives. Les variables liées à la conduite que nous avons intégrées dans cette étude sont celles que nous avons collecté dans les dossiers médicaux des patients ayant réalisé une mise en situation de conduite en 2019, ainsi que les réponses au

questionnaire que ces personnes ont rempli trois ans après leur mise en situation de conduite. Parmi ces variables collectées, nous avons intégré :

- La recommandation préconisée par l'équipe pluridisciplinaire suite à l'évaluation de la conduite en 2019 (favorable/défavorable)
- La reprise de la conduite suite à l'AVC (oui/non)

Deux types d'analyses ont été réalisées pour étudier les liens entre les variables de conduite et les variables cognitives. Les scores Z ainsi que les profils cognitifs (profil cognitif élevé versus profil cognitif bas) ont été comparés aux variables liées à la conduite.

- Résumé des différentes étapes de la procédure :

Etape 1 : Tri et sélection des tests neuropsychologiques

Etape 2 : Sélection des fonctions cognitives

Etape 3 : Calcul des scores z

Etape 4 : Création de 2 profils cognitifs (déficientaire / non déficientaire)

Etape 5 : Présentation des variables de conduite

9.2.3. Analyses statistiques

- Comparaison des scores Z aux variables liées à la conduite

Les scores Z ont été modifiés pour qu'ils soient tous positifs de manière à pouvoir appliquer des tests de comparaison de moyennes sur les valeurs obtenues : pour chaque fonction, le score Z le moins élevé a été ajouté à tous les autres scores afin qu'ils soient tous positifs. Une fois tous les scores Z modifiés, la normalité des données a été évaluée avec le test de Kolmogorov-Smirnov. Pour les variables qui suivaient une distribution normale, les différences entre les groupes ont été examinées à l'aide de tests t de Student. Pour les variables qui ne suivaient pas une distribution normale, les différences entre les groupes ont été examinées à l'aide de tests U de Mann-Whitney.

Nous avons également procédé à des analyses qualitatives pour la comparaison des scores Z aux variables liées à la conduite. La taille des effectifs étant très peu élevée (parfois seulement deux personnes dans le groupe « arrêt de la conduite »), les tests t de Student et U de Mann-Whitney n'ont pas pu être appliqués. Pour réaliser ces analyses qualitatives nous avons utilisé les scores Z non modifiés (scores directement calculés, sans les avoir rendus positifs) pour chaque fonction cognitive chez toutes les personnes. Utiliser les scores Z non modifiés permet de visualiser plus facilement sur les graphiques créés comment se situent les performances des personnes en fonction de leur recommandation de la conduite (favorable ou défavorable) et de la reprise de la conduite (oui ou non) suite à l'AVC. Etant donné que les scores Z sont des scores centrés réduits, une performance proche de 0 signifie qu'elle se rapproche de la moyenne de la norme. A l'inverse plus un score s'éloigne positivement de 0 plus la performance est supérieure à la moyenne et plus la performance est considérée comme bonne.

- Comparaison des profils cognitifs aux variables liées à la conduite

Des tests de khi-deux ont été utilisés pour comparer les deux profils cognitifs en fonction des variables de conduite. Lorsque le nombre de personnes dans une catégorie était inférieur à 5, le test exact de Fisher a été utilisé. Lorsque la valeur p était inférieure à 0.05, le résultat était considéré comme statistiquement significatif. Toutes les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide de SPSS 28.0.1.1 (SPSS, Inc., Chicago, IL).

Le déroulement des résultats est schématisé dans la Figure 28.

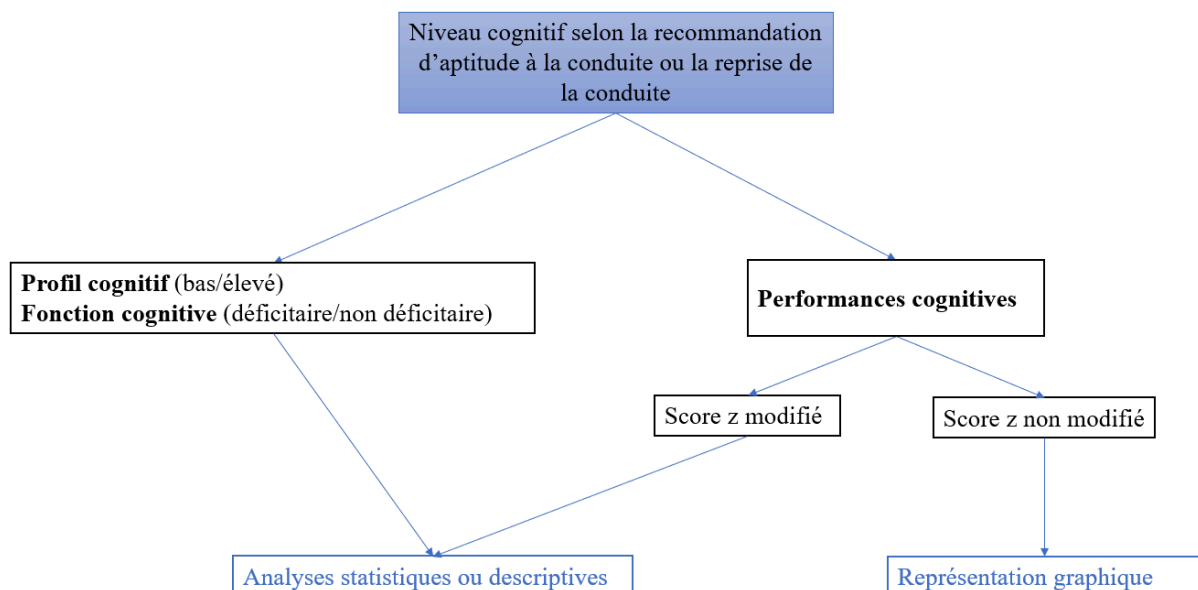


Figure 28. Flowchart représentant le plan des analyses.

9.3. Résultats

Quarante-trois personnes post-AVC (52 ans \pm 12) ont été incluses dans cette étude. L'échantillon est composé de 44% de femmes (n = 19) et de 56% d'hommes (n = 24). Soixante-douze pourcents (n = 31) des personnes ont subi un AVC ischémique, 28% (n = 12) un AVC hémorragique. Soixante-trois pourcents (n = 27) des personnes ont réalisé leur évaluation de la conduite au centre de Kerpape, 37% (n = 16) à l'hôpital Henry Gabrielle.

9.3.1. Niveau cognitif selon la recommandation d'aptitude à la conduite

Comparaison des profils cognitifs selon la recommandation d'aptitude à la conduite

Le tableau 15 présente la répartition des personnes selon leurs caractéristiques cognitives et la recommandation émise en 2019 suite à leur évaluation de conduite. Trente-quatre personnes avaient une recommandation favorable, 9 une recommandation défavorable.

Chapitre 9. Performances neuropsychologiques et reprise de la conduite après un AVC

Tableau 15. Répartition des personnes selon leurs profils cognitifs en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

Variables ^a	Recommandation Favorable n = 34	Recommandation Défavorable n = 9	Valeur de p ^b unilatérale
Profil cognitif			
Profil cognitif élevé	26	6	0.549
Profil cognitif bas	8	3	
Mémoire épisodique			
Non déficitaire	27	5	0.037
Déficitaire	3	4	
Mémoire de travail			
Non déficitaire	32	9	0.786
Déficitaire	1	0	
Visuo-perceptif			
Non déficitaire	20	6	0.208
Déficitaire	7	0	
Vitesse de traitement			
Non déficitaire	26	6	0.558
Déficitaire	3	0	
Flexibilité			
Non déficitaire	22	4	0.544
Déficitaire	8	2	
Inhibition			
Non déficitaire	14	3	0.063
Déficitaire	4	5	
Evocation lexicale			
Non déficitaire	15	8	0.05
Déficitaire	14	1	

^aVariables manquantes : mémoire, recommandation favorable n = 4 ; mémoire de travail, recommandation favorable n = 1 ; visuo-perceptif, recommandation favorable n = 7, recommandation défavorable n = 3 ; vitesse de traitement, recommandation favorable n = 5, recommandation défavorable n = 3 ; flexibilité, recommandation favorable n = 4, recommandation défavorable n = 3 ; inhibition, recommandation favorable n = 16, recommandation défavorable n = 1 ; évocation lexicale, recommandation favorable n = 5

^btest exact de Fisher

Bien qu'il y ait un plus grand nombre de personnes avec un profil cognitif élevé ayant eu une recommandation favorable, il n'existe pas de différence significative ($P > 0.05$) avec le groupe ayant une recommandation défavorable. Si nous regardons chaque fonction cognitive séparément, nous remarquons qu'une proportion significativement plus élevée de personnes avec une recommandation favorable avaient de bonnes capacités mnésiques (90 %).

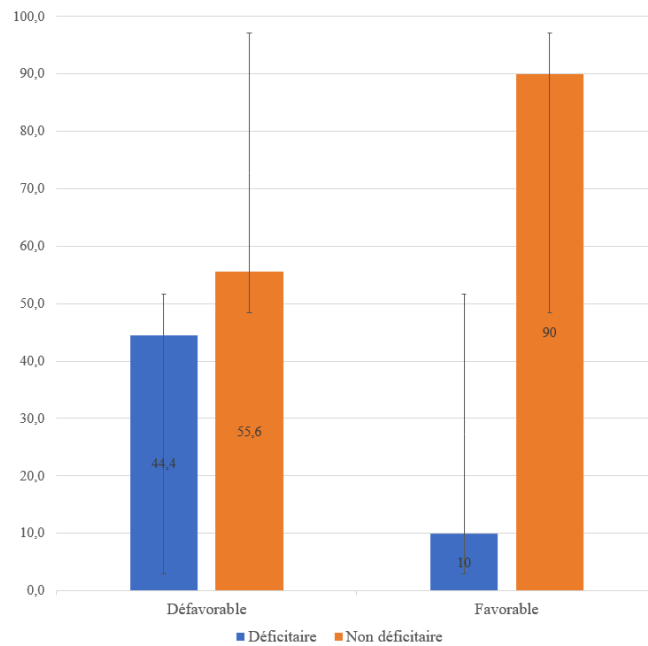


Figure 29. Proportion de personnes en fonction de leur profil mnésique et de leur recommandation.

Bien que les résultats soient non significatifs (tendanciels), nous observons qu'une proportion plus élevée de personnes avec une recommandation favorable sont considérée « non déficientes » aux tests évaluant l'inhibition ($P = 0.063$). Nous remarquons également que pour le groupe défavorable, il y a plus de personnes considérées « non déficientes » aux tests de fluence verbale que de personnes avec des scores déficitaire ($P = 0.05$).

Nous avons ensuite analysé la moyenne des scores Z de chaque fonction cognitive en fonction de la recommandation de la conduite. Cette analyse nous a permis de regarder s'il existait des différences entre les scores Z en fonction de cette recommandation.

Comparaison des performances cognitives selon la recommandation d'aptitude à la conduite

Le tableau 16 présente la répartition des personnes selon leurs performances aux tests cognitifs et la recommandation émise en 2019 suite à leur évaluation de conduite. Peu de différences entre les deux groupes sont significatives. On remarque tout de même que les valeurs sont globalement plus élevées pour le groupe ayant eu une recommandation favorable,

sauf pour les capacités visuo-perceptives et l'évocation lexicale. La seule différence significative entre les deux groupes concerne les capacités d'inhibition. Les personnes avec une recommandation favorable ont des scores Z significativement plus élevés en moyenne aux tests évaluant les capacités d'inhibition ($m = 4.9 \pm 1.7$), que les personnes avec une recommandation défavorable ($m = 3.8 \pm 1$) ($p = 0.042$).

Un résultat tendanciel est observé pour les moyennes des scores Z évaluant les capacités mnésiques. Les personnes avec une recommandation favorable ont tendance à avoir des scores Z en moyenne plus élevés aux tests évaluant les capacités mnésiques ($m = 3.8 \pm 1.3$), que les personnes avec une recommandation défavorable ($m = 3 \pm 1.4$) ($p = 0.059$).

Tableau 16. Répartition des personnes selon leurs scores Z en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

Variables ^a	Recommandation Favorable n = 34	Recommandation Défavorable n = 9	Valeur de p unilatérale
Mémoire épisodique, m ± sd	3.8 ± 1.3	3 ± 1.4	0.059 ^b
Mémoire de travail, m ± sd	2.1 ± 1.3	1.8 ± 0.8	0.305 ^b
Visuo-perceptif, m ± sd	5 ± 1.7	5.2 ± 0.6	0.398 ^c
Vitesse de traitement, m ± sd	3.8 ± 1.3	3.4 ± 0.8	0.292 ^c
Flexibilité, m ± sd	7.4 ± 1.8	6.9 ± 2.5	0.327 ^c
Inhibition, m ± sd	4.9 ± 1.7	3.8 ± 1	0.042^b
Evocation lexicale, m ± sd	3 ± 1.4	3.1 ± 0.6	0.377 ^b

^aVariables manquantes : mémoire, recommandation favorable n = 4 ; mémoire de travail, recommandation favorable n = 1 ; visuo-perceptif, recommandation favorable n = 7, recommandation défavorable n = 3 ; vitesse de traitement, recommandation favorable n = 5, recommandation défavorable n = 3 ; flexibilité, recommandation favorable n = 4, recommandation défavorable n = 3 ; inhibition, recommandation favorable n = 16, recommandation défavorable n = 1 ; évocation lexicale, recommandation favorable n = 5

^btest T de Student

^cTest U de Mann-Whitney

Analyses descriptives des performances cognitives selon la recommandation d'aptitude à la conduite

Les figures suivantes représentent la répartition des personnes selon leur recommandation d'aptitude à la conduite (favorable en bleu, défavorable en rouge) et selon leur performance pour chaque fonction.

Les individus situés à gauche de la ligne rouge ont des scores déficitaires (scores inférieurs à -1.65), et à droite de la ligne rouge des scores non déficitaires. Les individus situés à gauche de la ligne noire ont des scores inférieurs à la moyenne, à droite de la ligne noire des scores supérieurs à la moyenne.

On remarque que pour la plupart des fonctions peu de participants ont des scores déficitaires. Concernant les performances aux épreuves évaluant les capacités d'inhibition, nous pouvons observer que les personnes ayant eu une recommandation d'aptitude défavorable à la conduite ont tous eu des performances inférieures à la moyenne. Quatre des 8 personnes ayant une recommandation d'aptitude défavorable à la conduite ont un score Z inférieur à -1.65, signifiant une performance déficitaire. Seulement un participant du groupe avec recommandation favorable a obtenu un score déficitaire à l'épreuve évaluant les capacités d'inhibition (Figure 35).

- Recommandation défavorable
- Recommandation favorable

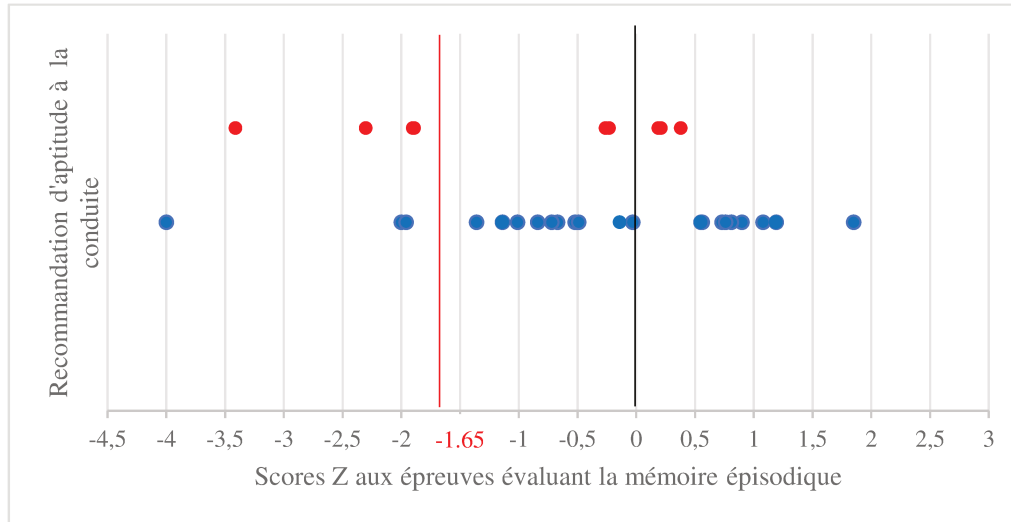


Figure 30. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire épisodique en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

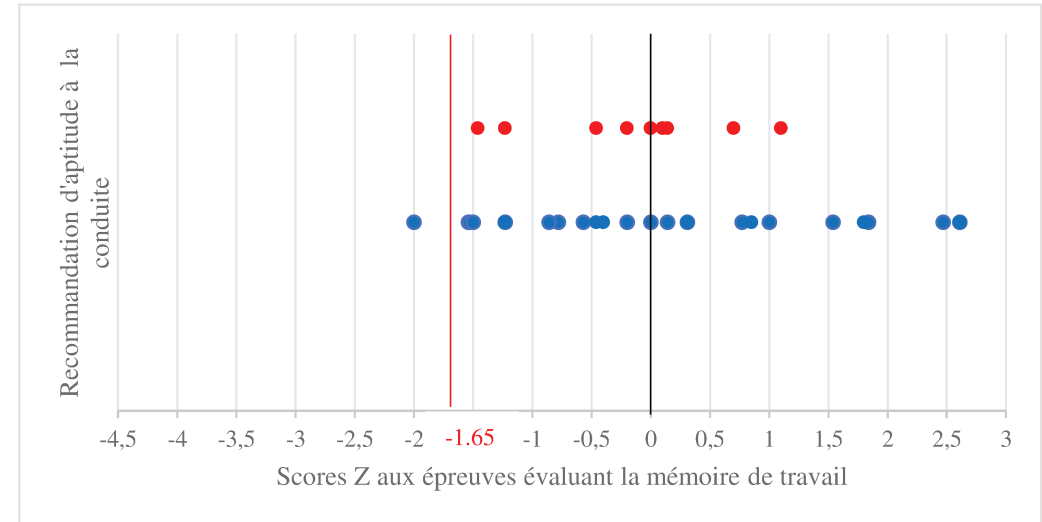


Figure 31. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire de travail en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

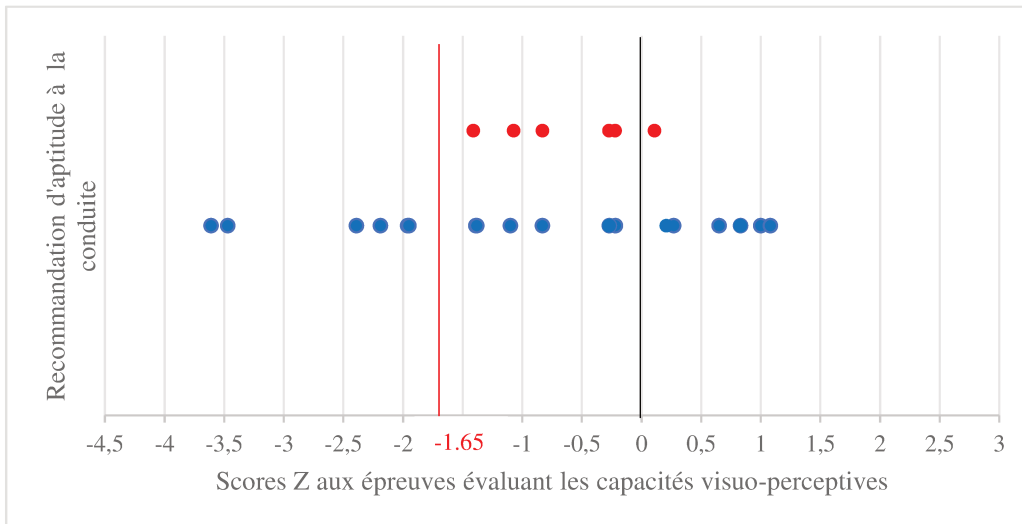


Figure 32. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant les capacités visuo-perceptives en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

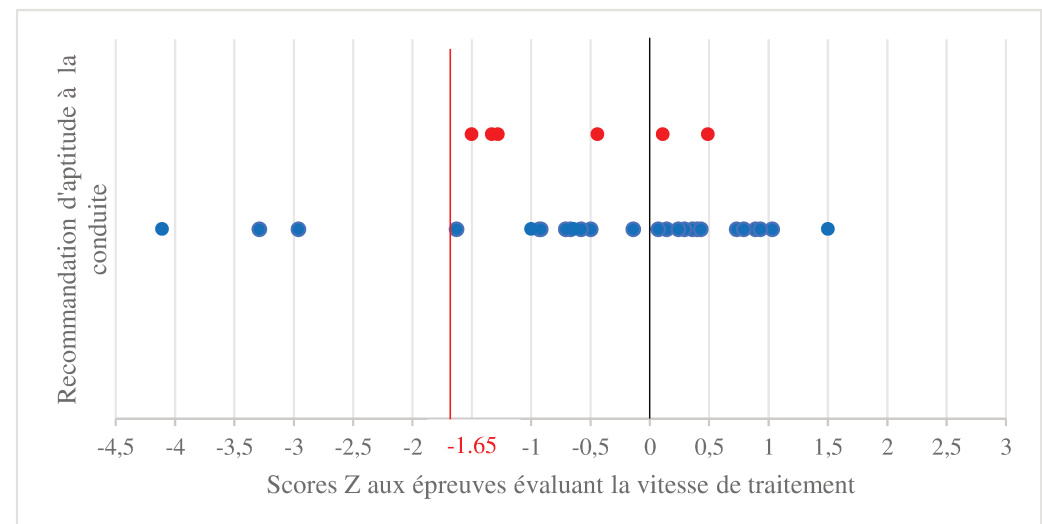


Figure 33. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la vitesse de traitement en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

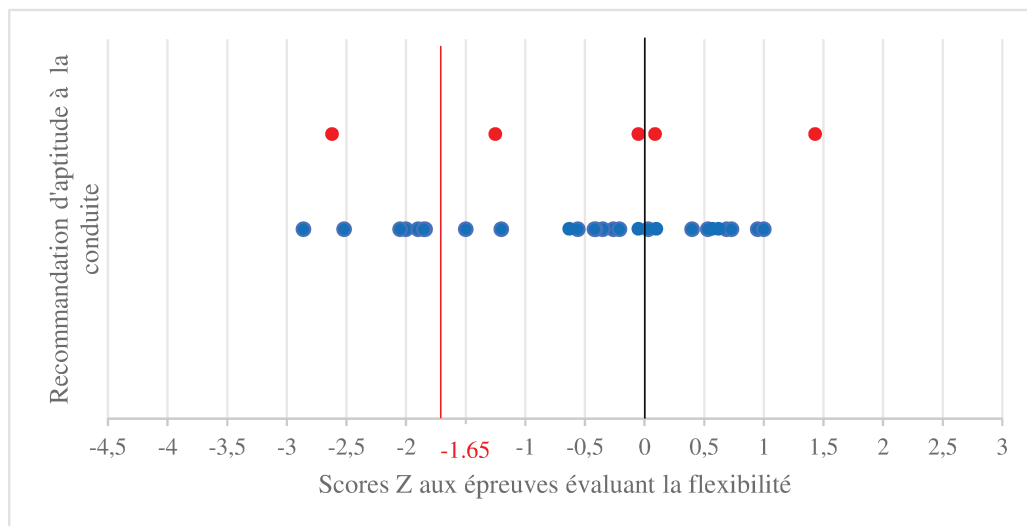


Figure 34. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la flexibilité en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

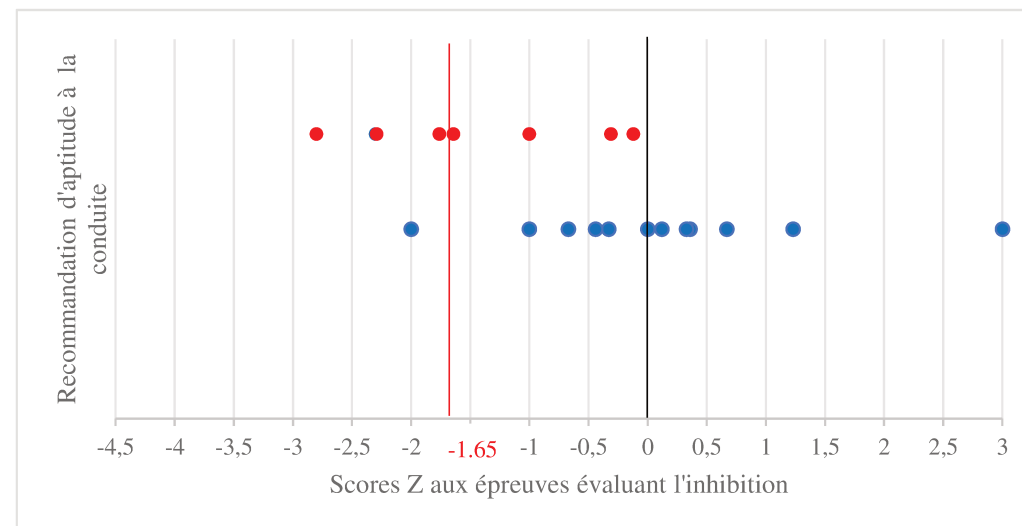


Figure 35. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant l'inhibition en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

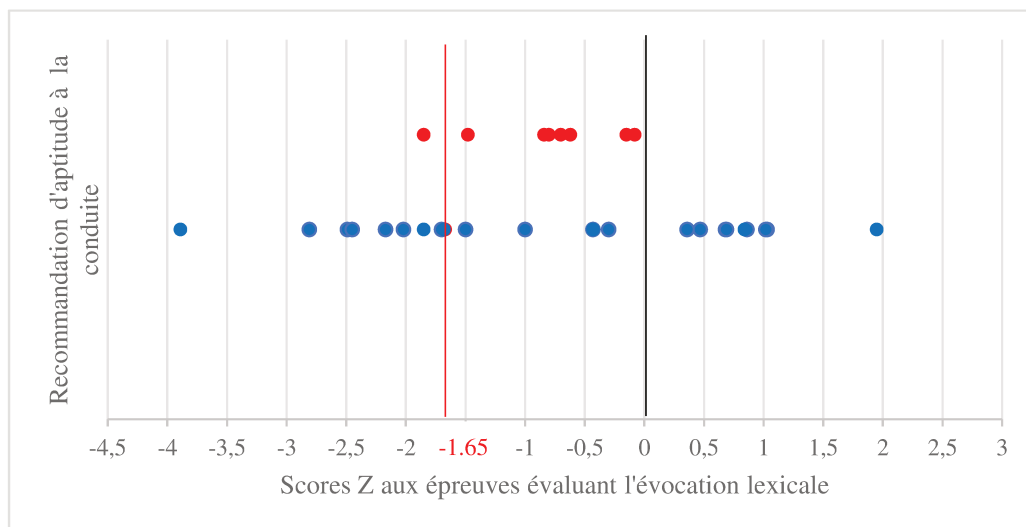


Figure 36. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant l'évocation lexicale en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite

- Recommandation défavorable
- Recommandation favorable

9.3.2. Niveau cognitif selon la reprise de la conduite

Comparaison des profils cognitifs selon la reprise de la conduite

Le tableau 17 présente la répartition des personnes selon leur profil cognitif et les différentes fonctions évaluées en fonction de la reprise ou non de la conduite. Notons que le groupe qui a arrêté est petit (n=4) et que la portée des résultats reste modeste. Malgré tout, nous pouvons voir qu’au sein du groupe de personnes ayant repris la conduite, un nombre plus important de personnes avait un profil cognitif élevé. La même tendance est observée pour toutes les fonctions évaluées : dans le groupe de personne ayant repris la conduite, un plus grand nombre de personnes avaient des capacités cognitives non déficitaires. Etant donné la petite taille de l’échantillon, nous n’avons pas réalisé d’analyse statistique.

Tableau 17. Répartition des personnes selon leurs profils cognitifs en fonction de la reprise de la conduite

Variables ^a	Reprise de la conduite n = 22	Arrêt de la conduite n = 4
Profil cognitif		
Profil cognitif élevé	18	2
Profil cognitif bas	4	2
Mémoire épisodique		
Non déficitaire	18	2
Déficitaire	2	2
Mémoire de travail		
Non déficitaire	21	4
Déficitaire	0	0
Visuo-perceptif		
Non déficitaire	14	2
Déficitaire	3	0
Vitesse de traitement		
Non déficitaire	17	2
Déficitaire	0	0
Flexibilité		
Non déficitaire	14	2
Déficitaire	4	0
Inhibition		
Non déficitaire	9	0
Déficitaire	1	3
Evocation lexicale		
Non déficitaire	10	3
Déficitaire	8	1

^aVariables manquantes : mémoire épisodique, reprise de la conduite n = 2 ; mémoire de travail, reprise de la conduite n = 1 ; visuo-perceptif, reprise de la conduite n = 5, arrêt de la conduite n = 2 ; Vitesse de traitement, reprise de la conduite n = 5, arrêt de la conduite n = 2 ; flexibilité, reprise de la conduite n = 4, arrêt de la conduite n = 2 ; inhibition, reprise de la conduite n = 12, arrêt de la conduite n = 1 ; évocation lexicale, reprise de la conduite n = 4.

Comparaison des performances cognitives selon la reprise de la conduite

Pour compléter, le tableau 18 présente les moyennes de score Z pour toutes les fonctions évaluées en fonction de la reprise ou non de la conduite. De la même manière, nous observons toujours des scores moyens plus élevés pour les personnes qui ont repris la conduite par rapport à ceux qui ont arrêté sauf pour les capacités visuo-perceptives.

Tableau 18. Répartition des personnes selon leurs scores Z en fonction de la reprise de la conduite

Variables^a	Reprise de la conduite n = 22	Arrêt de la conduite n = 4
Mémoire, m ± sd	3.8 ± 1.3	3.1 ± 1.5
Mémoire de travail, m ± sd	2.5 ± 1.3	2.1 ± 0.6
Visuo-perceptif, m ± sd	5.3 ± 1.4	6.1 ± 0.7
Vitesse de traitement, m ± sd	4.1 ± 0.7	2.9 ± 0.2
Flexibilité, m ± sd	7.7 ± 1.3	7.2 ± 0.4
Inhibition, m ± sd	4.9 ± 1	3.6 ± 0.6
Évocation lexicale, m ± sd	3 ± 1.3	3.1 ± 0.6

^aVariables manquantes : mémoire, reprise de la conduite n = 2 ; mémoire de travail, reprise de la conduite n = 1 ; visuo-perceptif, reprise de la conduite n = 5, arrêt de la conduite n = 2 ; Vitesse de traitement, reprise de la conduite n = 5, arrêt de la conduite n = 2 ; flexibilité, reprise de la conduite n = 4, arrêt de la conduite n = 2 ; inhibition, reprise de la conduite n = 12, arrêt de la conduite n = 1 ; évocation lexicale, reprise de la conduite n = 4.

Analyses descriptives des performances cognitives selon la reprise de la conduite

Les figures suivantes représentent la répartition des personnes selon la reprise de la conduite (oui en bleu, non en rouge) et selon leur performance à chaque fonction. Il est intéressant de noter que la répartition des individus n'est pas la même selon les fonctions évaluées. Pour les capacités de mémoire de travail et de vitesse de traitement aucunes des personnes n'avaient de performances déficitaires (c'est-à-dire un score inférieur à -1.65). Concernant les performances aux épreuves évaluant les capacités mnésiques, deux personnes sur quatre ayant arrêté la conduite ont des performances déficitaires (Figure 37). Nous observons des résultats similaires pour les performances évaluant les capacités d'inhibition où deux des trois personnes n'ayant pas repris la conduite ont des performances déficitaires (Figure 42).

● Non
● Oui

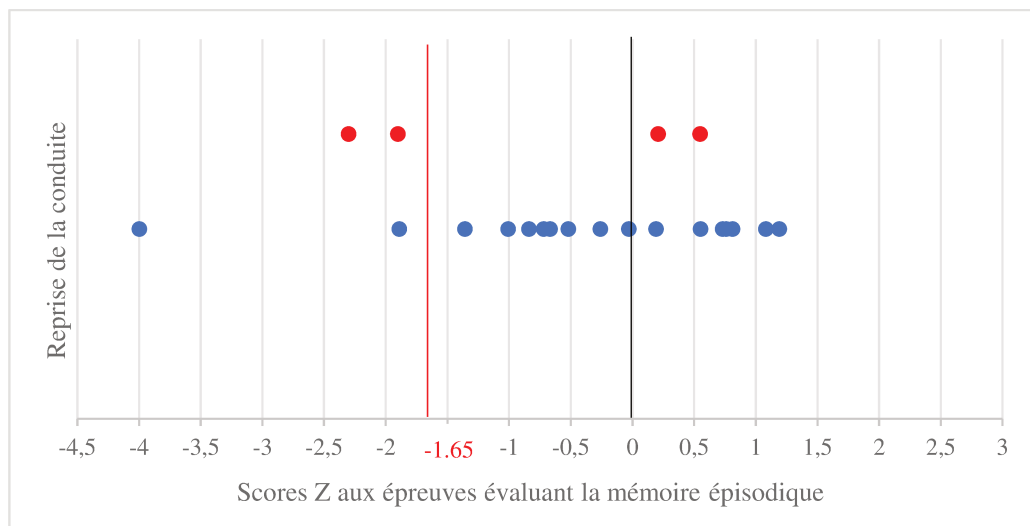


Figure 37. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire épisodique en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

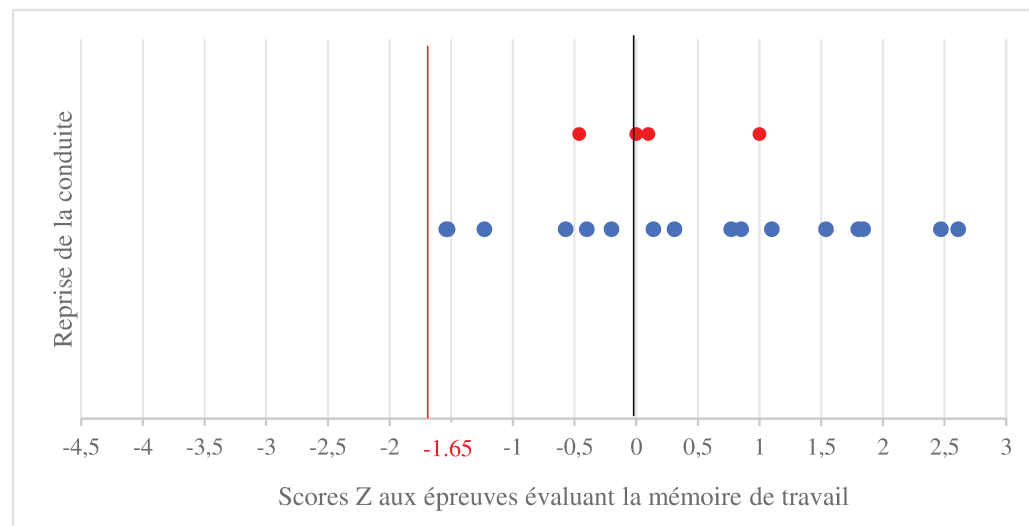


Figure 38. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire de travail en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

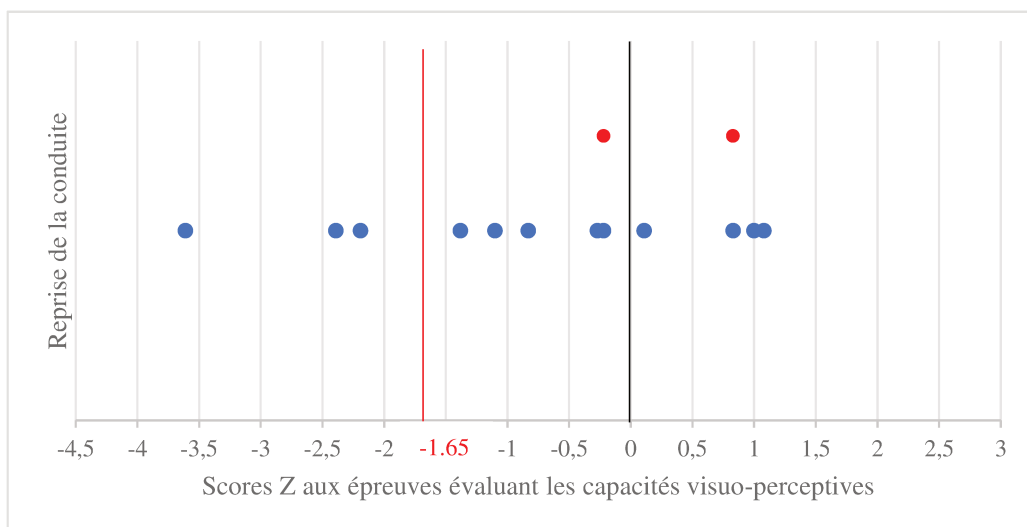


Figure 39. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant les capacités visuo-perceptives en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

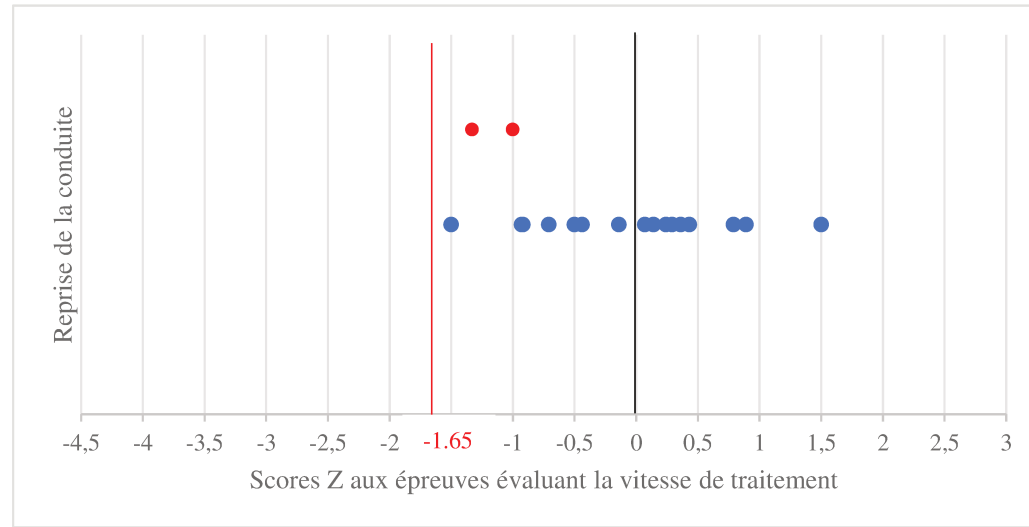


Figure 40. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la vitesse de traitement en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

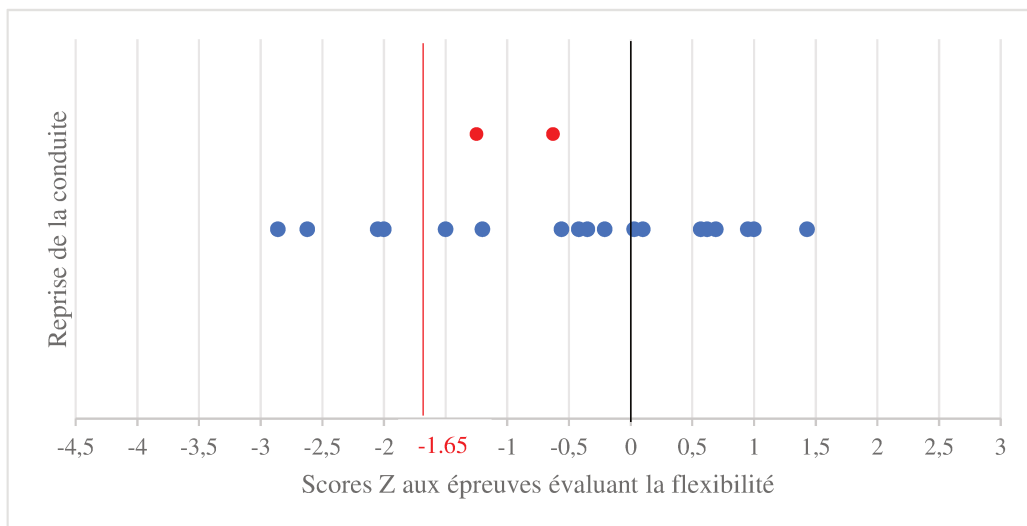


Figure 41. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la flexibilité en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

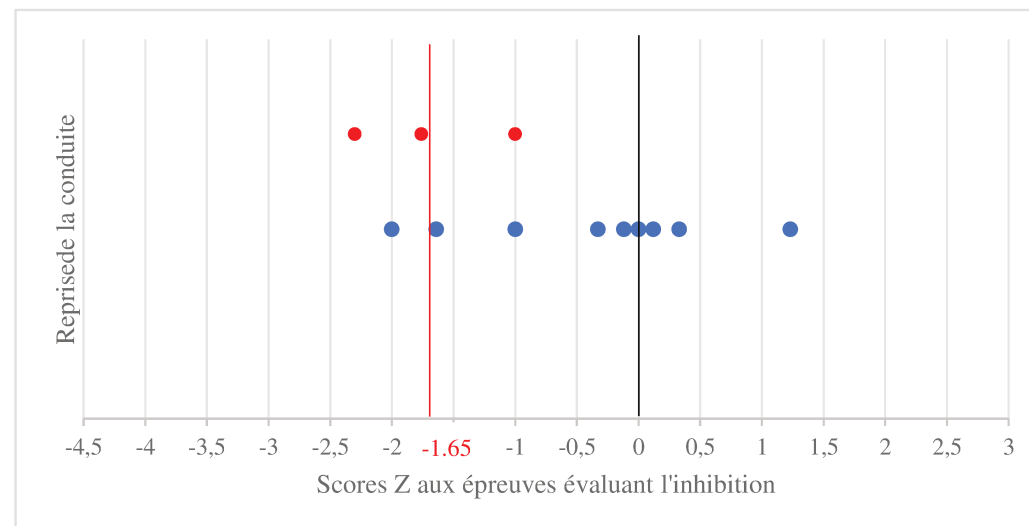


Figure 42. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant l'inhibition en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

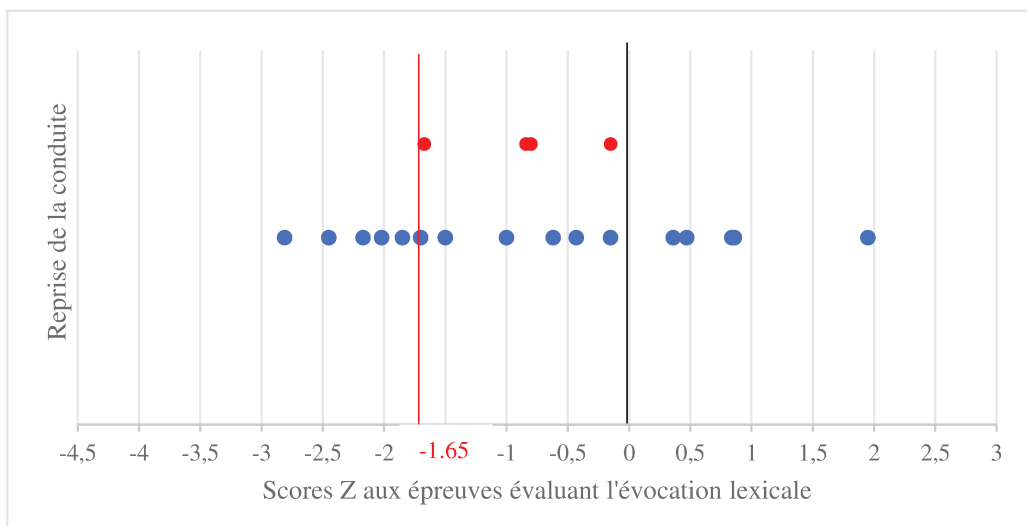


Figure 43. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant les capacités d'évocation lexicale en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite

● Non
● Oui

9.4. Discussion

Dans cette étude, nous souhaitions explorer les liens entre le niveau cognitif et la recommandation d'aptitude d'une part et la reprise de la conduite d'autre part des personnes post-AVC. Pour cela, nous avons exploré deux variables liées à la reprise de la conduite : la recommandation suite à l'évaluation de l'aptitude à la conduite fournie en 2019 et la reprise réelle de la conduite par la personne interrogée trois ans plus tard. Nous nous attendions à ce qu'un plus grand nombre de personnes dans le groupe ayant reçu une recommandation défavorable ou ayant arrêté de conduire aient un profil cognitif plus faible par rapport aux personnes ayant reçu un avis favorable ou repris la conduite. Nous voulions aussi explorer les fonctions cognitives spécifiques qui permettaient de différencier les groupes selon leur recommandation ou leur reprise de la conduite. L'originalité de cette étude est d'avoir identifié des profils cognitifs à partir des données brutes aux différents tests neuropsychologiques.

Les principaux résultats ont montré qu'un plus grand nombre de personnes avait un profil cognitif élevé dans le groupe ayant eu une recommandation favorable que dans le groupe défavorable. Au sein du groupe ayant repris la conduite, un plus grand nombre de personnes avait également un profil cognitif élevé. Ce résultat, bien que non significatif, était assez attendu. Il semble assez logique que les personnes évaluées aptes à reprendre la conduite aient un niveau cognitif plus élevé que celles n'étant pas été jugées aptes. En regardant plus en détail, ce sont surtout les performances mnésiques qui apparaissent comme plus sensibles à la reprise de la conduite. Effectivement, au sein du groupe avec une recommandation de conduite favorable, un nombre plus important de personnes avait des capacités mnésiques non déficitaires. Ce résultat est également observable dans le groupe ayant repris la conduite. De plus, les personnes avec une recommandation favorable avaient des performances significativement plus élevées aux tests évaluant les capacités d'inhibition que les personnes avec une recommandation défavorable.

Ces résultats sur la mémoire épisodique et l'inhibition sont en accord avec un modèle expliquant l'implication de la mémoire épisodique et de l'inhibition dans l'activité de conduite (Krems & Baumann, 2009). Ce modèle est basé sur la théorie de la construction et de l'intégration de Kintsch, (1998) (cf modèle de Kintsch, 1998, page 36). Selon Krems & Baumann, (2009), la représentation d'une nouvelle situation de conduite comprend deux éléments : la représentation spécifique de la situation et le modèle de la situation. La représentation spécifique comprend toutes les informations que le conducteur peut percevoir de la situation réelle. Le modèle de la situation correspond aux connaissances du conducteur

émanant de rappels d'anciennes situations de conduite déjà vécues (Krems & Baumann, 2009). Ce modèle de situation est basé sur le rappel de situations vécues pertinentes pour la nouvelle situation et l'inhibition des connaissances incompatibles avec la nouvelle situation. Par exemple, lorsque le conducteur voit le feu vert passer à l'orange, le modèle de situation correspond au rappel que dans cette situation il doit freiner, et inhiber le comportement d'accélération (Krems & Baumann, 2009). Seulement les situations pertinentes doivent être rappelées pour que le conducteur ne soit pas surchargé d'informations, ce modèle nécessite donc la sollicitation des capacités mnésiques et d'inhibition.

Les résultats au sujet de l'inhibition vont également dans le sens de la revue de littérature de Fields & Unsworth, (2017) montrant que sur 13 des 14 études incluses, le fonctionnement exécutif était un facteur prédictif de l'aptitude à la conduite. Même si l'influence des fonctions exécutives sur les performances de conduite a été montrée dans plusieurs études (Adrian et al., 2019; Fields & Unsworth, 2017), l'influence des capacités d'inhibition reste complexe à déterminer (Adrian et al., 2019; Le Denmat et al., 2023). En effet, Adrian et al., (2019) ont montré un lien entre les capacités d'inhibition et les performances de conduite chez des personnes, en bonne santé, âgées de 20 à 82 ans. Pourtant ce résultat n'a pas été observé dans l'étude de Le Denmat et al., (2023) réalisée avec des participants en bonne santé, âgés de 18 à 90 ans. Cela peut en partie être expliqué par la façon dont les capacités d'inhibition ont été évaluées. Dans l'étude de Le Denmat et al., (2023) l'inhibition n'est pas évaluée de façon unitaire puisqu'elle comprend deux habiletés différentes : la capacité à ne pas traiter les informations non pertinentes et la capacité à ne pas exécuter les réponses automatiques (Rey-Mermet et al., 2018). Les capacités d'inhibition sont donc évaluées au moyen de deux tests différents : le « Simon Task » qui évalue le contrôle de l'interférence et le « stop signal task » évaluant l'inhibition de la réponse qui correspond au fait d'empêcher une réponse automatique. Les auteurs n'ont pas trouvé de lien entre les performances à ces deux tests et les performances de conduite (Le Denmat et al., 2023). Adrian et al. (2019), à l'inverse, ont observé un lien entre les capacités d'inhibition évaluées avec le test de Stroop et les performances de conduite. Dans notre étude, les capacités d'inhibition ont également été évaluées avec le test de Stroop, qui mesure plutôt la capacité à inhiber un comportement automatique : la lecture.

Les différences entre les groupes au niveau du test évaluant l'inhibition ne peuvent pas être expliquées par un ralentissement de la vitesse de traitement dans un des 2 groupes. En effet, nous n'avons pas trouvé de différences de performances dans les tests évaluant la vitesse de traitement entre les personnes ayant eu recommandation favorable et défavorable. Cette

différence n'a pas non plus été observée entre les personnes ayant repris ou arrêté la conduite. La vitesse de traitement désigne la rapidité avec laquelle une personne est capable de réaliser une tâche. Cette habileté cognitive est donc sollicitée lors de chaque test neuropsychologique, notamment pour les tests mesurant les capacités d'inhibition, de mise à jour, et de déplacement attentionnel (Löffler et al., 2024). L'absence de différence entre les groupes au niveau de la vitesse de traitement permet bien de confirmer que les différences de performances pour l'inhibition et la mémoire épisodique sont bien dûes à des difficultés spécifiques au sein de ces fonctions et non à un ralentissement global du traitement cognitif.

Différentes études se sont intéressées aux tests cognitifs pouvant prédire les performances de conduite des personnes post-AVC. La partie A (Marshall et al., 2007) et la partie B du Trail Making Test (Devos et al., 2011; Marshall et al., 2007; Mazer et al., 1998) ainsi que la figure de Rey (Hird et al., 2014; Marshall et al., 2007) se sont révélées être de bons prédicteurs de performances de conduite chez les personnes ayant subi un AVC. Dans la présente étude, nous n'avons pas trouvé d'influence des tests évaluant la flexibilité mentale et les capacités visuo-perceptives, pourtant évaluées avec la figure de Rey, sur les recommandations d'aptitude à la conduite. Cela peut en partie être expliqué par la subjectivité de la recommandation d'aptitude à la conduite. Cette mise en situation de conduite réalisée à un moment défini, peut ne pas être parfaitement représentative des capacités de conduite réelles du participant. De plus, cette recommandation dépend du professionnel de conduite examinant les capacités de conduite. Elle peut varier en fonction du domaine de spécialité du professionnel. En effet, au sein d'une même cohorte, l'enseignant de la conduite donnait une recommandation favorable d'aptitude à la conduite à 78 % des patients alors que cette recommandation favorable était donnée à 86 % des patients par le médecin (Ranchet et al., 2016). La part de subjectivité dans la recommandation de l'aptitude à la conduite est donc à prendre en considération. C'est pourquoi une évaluation d'aptitude à la conduite pluriprofessionnelle, comme le recommande la Haute Autorité de Santé (HAS, 2016), est primordiale. Evaluer les capacités de conduite avec plusieurs praticiens (médecin, enseignant de la conduite et ergothérapeute) peut permettre de limiter cette part de subjectivité.

Limites et perspectives :

Une des limites de cette étude est que toutes les personnes n'ont pas réalisé les mêmes épreuves lors de leur bilan neuropsychologique, et que nous n'avons pas pu exploiter l'ensemble des tests réalisés. En effet, les résultats de 19 épreuves n'ont pas pu être analysés car elles ont été réalisées par un trop petit nombre de personnes (inférieur à 10). Sur les 19

épreuves retirées quatre étaient des subtests de la TAP (test d'attention partagé) : alerte phasique, attention divisée, go no go et flexibilité. Ces sous-épreuves de la TAP mesurent plusieurs dimensions de la sphère attentionnelle. La sphère attentionnelle n'a donc pas été intégrée et étudiée au sein des profils cognitifs des personnes.

De plus, 7 personnes n'ont pas pu être incluses dans cette étude car elles avaient réalisé trop peu de tests neuropsychologiques lors de leur évaluation (moins de 3 tests).

Une autre limite de cette étude est que les profils cognitifs créés avec les notes brutes aux tests neuropsychologiques des personnes résultent de choix méthodologiques que nous avons dû prendre. En effet, choisir un seuil de 33 % de fonctions déficitaires pour qualifier un profil cognitif comme « bas » peut être discuté. Cependant, ce choix méthodologique nous a permis de réaliser des analyses intéressantes sur le profil cognitif général des personnes.

Il faut garder à l'esprit que la plupart des tests utilisés mesurent plusieurs fonctions cognitives, ainsi l'investigation des facteurs prédictifs des performances de conduite par l'analyse de bilans neuropsychologiques n'est pas aussi ciblée que cela. Les parties A et B du Trail Making Test et la figure de Rey nécessitent à la fois l'utilisation des fonctions exécutives comme la planification et l'inhibition, ainsi que les fonctions attentionnelles, mnésiques et perceptives (Marshall et al., 2007). L'épreuve de fluence verbale lexicale nécessite l'utilisation des fonctions exécutives (Bolla et al., 1990; Paula et al., 2013), la mémoire de travail (Shao et al., 2014; Stolwyk et al., 2015), et la vitesse de traitement de l'information (Elgamal et al., 2011; Paula et al., 2013; Stolwyk et al., 2015). Sélectionner un test pour évaluer une fonction cognitive n'est donc pas cliniquement exacte. Cependant les tests cognitifs qui évaluent plusieurs fonctions cognitives semblent avoir une meilleure reproductibilité pour prédire l'aptitude à la conduite chez les personnes post-AVC (Marshall et al., 2007). Il faut rappeler que la conduite est complexe et qu'elle fait appel à de nombreuses fonctions, d'où l'intérêt d'utiliser plusieurs tests et aussi des tests évaluant plusieurs habiletés. Ces tests évaluant plusieurs fonctions cognitives sont donc importants à intégrer dans un bilan neuropsychologique standardisé pour l'évaluation de l'aptitude à la conduite tout en gardant en tête que l'interprétation des résultats de chaque test ne peut pas se faire indépendamment des autres tests et ne doit pas être réduit à une interprétation sur seulement une fonction cognitive.

D'autres tests neuropsychologiques permettent de prédire les performances de conduite des patients post-AVC : l'épreuve « square matrices compass » et l'épreuve de reconnaissance des panneaux de circulation de la batterie de test The Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA)

(Akinwuntan et al., 2013; Devos et al., 2011; F. Nouri & Lincoln, 1992), ainsi que le Useful Field of Vision Test (UFOV) (Hird et al., 2014; Marshall et al., 2007). Avoir un bilan neuropsychologique standardisé permettrait d'uniformiser les évaluations entre les patients de différentes structures.

9.5. Conclusion

Cette étude a établi la relation entre les performances cognitives des personnes post-AVC et leur recommandation d'aptitude à la conduite et leur reprise ou non de la conduite. La contribution majeure de cette étude est d'avoir créé des profils cognitifs des personnes post-AVC basés sur les performances des personnes lors de leur bilan neuropsychologique. Cette étude a permis de montrer qu'un avis favorable est plus souvent donné à des personnes à profil cognitif élevé. De plus, les bonnes performances aux tests évaluant l'inhibition étaient associées à une recommandation favorable d'aptitude à la conduite. Ces résultats soulignent l'importance d'intégrer un bilan neuropsychologique lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite puisque les performances cognitives peuvent donner des indications sur les capacités de conduite des personnes post-AVC.

Ce qu'il faut retenir

- Un plus grand nombre de personnes avec un profil cognitif élevé ont eu une recommandation favorable et/ou ont repris la conduite.
- Les performances aux tests évaluant l'inhibition sont associées à une recommandation favorable d'aptitude à la conduite.
- Un nombre plus important de personnes avec une recommandation favorable ont des capacités mnésiques non déficitaires comparativement aux personnes ayant eu une recommandation défavorable

Troisième partie
Discussion générale

Chapitre 10 – Discussion générale

Ce travail de thèse avait pour but d'étudier le processus de la reprise de la conduite après un AVC. Le processus inclut plusieurs étapes autour desquelles les différentes études de ce travail de thèse se sont concentrées. La première étape du processus de reprise de la conduite est l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Selon la législation et les recommandations de la HAS (HAS, 2016 ; JORF, 2022) cette évaluation doit être pluriprofessionnelle. La première étude a donc dressé un état des lieux de l'évaluation de l'aptitude à la conduite de personnes post-AVC dans deux établissements de santé.

À la suite de cette évaluation, les différents professionnels se réunissent afin de donner une recommandation favorable ou défavorable concernant la reprise de la conduite. La deuxième étude s'est ainsi intéressée aux facteurs pouvant influencer les recommandations pluriprofessionnelles d'aptitude à la conduite.

La recommandation d'aptitude à la conduite est une étape cruciale du processus de reprise de la conduite. Une recommandation défavorable peut être vécue difficilement, surtout si la personne n'a pas conscience de ses réelles capacités de conduite. La troisième étude avait ainsi pour but de déterminer dans quelle mesure un feedback vidéo après la mise en situation de conduite pouvait favoriser la prise de conscience des capacités de conduite afin de renforcer l'adhésion de la personne post-AVC à la recommandation. L'intérêt d'un feedback vidéo lors de la mise en situation sur route sur la prise de conscience des capacités de conduite a fait l'objet d'une étude expérimentale (étude 3).

L'étape suivant l'évaluation est la reprise ou non de la conduite. Une recommandation favorable d'aptitude à la conduite n'entraîne pas forcément une reprise de la conduite, certaines personnes décident en effet de ne pas reprendre la conduite, et ce, pour des raisons financières, administratives ou personnelles. Par conséquent, ce travail de thèse s'est également intéressé au devenir de ces personnes post-AVC dans leur parcours de reprise de la conduite. Pour cela, la quatrième étude a analysé le ressenti des personnes post AVC vis-à-vis de leur conduite 3 ans après leur évaluation de l'aptitude à la conduite.

Enfin, afin d'investiguer les méthodologies d'évaluation neuropsychologique lors de l'évaluation d'aptitude à la conduite et d'approfondir les profils des personnes souhaitant reprendre la conduite, nous avons étudié les profils cognitifs des personnes post-AVC.

L'investigation des performances cognitives des personnes post-AVC en fonction de leur recommandation d'aptitude à la conduite et de leur reprise ou non de la conduite a fait l'objet de la cinquième étude.

Afin de résumer la contribution expérimentale de ce travail de thèse, la figure 44 illustre le processus de la reprise de la conduite en intégrant les cinq études au sein des différentes étapes.

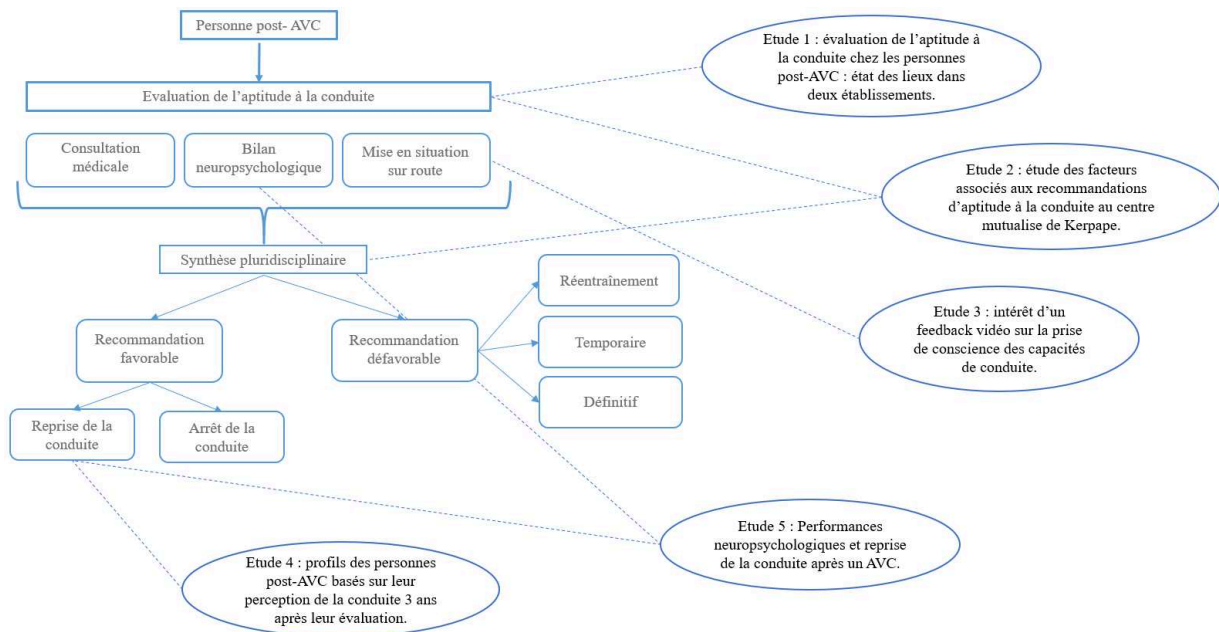


Figure 44. Représentation graphique des différentes études de ce travail de thèse au sein du processus de reprise de la conduite

Les sections suivantes consisteront à dresser le bilan des résultats obtenus à l'ensemble de ces études en les discutant au regard de la littérature. Enfin, les limitations et perspectives de ce travail de thèse seront présentées pour clôturer ce manuscrit.

10.1. Une grande disparité dans les méthodes l'évaluation de l'aptitude la conduite selon les établissements

Une des contributions de cette thèse est d'avoir montré la disparité dans les méthodes d'évaluation au sein de deux établissements, à partir des données issues des dossiers médicaux des personnes post-AVC. Il s'agissait d'identifier des facteurs prédictifs de la recommandation d'aptitude à la conduite, objectif en phase avec les perspectives des recommandations de la Haute Autorité de Santé (2016) stipulant qu'il est pertinent de réaliser des études multicentriques afin d'avoir des cohortes plus élevées pour comparer la prédictibilité de certains facteurs et de batteries de tests cognitifs. Les résultats ont montré que les personnes post-AVC

des deux établissements présentaient des caractéristiques socio-démographiques, cliniques et de conduite différentes. Les personnes du centre mutualiste de Kerpape résidaient davantage en milieu rural, avaient un nombre d'années de conduite plus important, étaient davantage touchées par une malformation vasculaire cérébrale que par un AVC hémorragique, et avaient moins de séquelles sensitives que les personnes de l'hôpital Henry Gabrielle. Nos résultats suggèrent des disparités régionales qui peuvent être liées à la localisation de l'établissement, le centre de Kerpape étant dans un environnement plus rural.

Il est intéressant de souligner qu'au moment du recueil des données de 2019, à l'hôpital Henry Gabrielle, la recommandation d'aptitude à la conduite était préconisée uniquement par le médecin, alors qu'au centre de Kerpape, une évaluation pluriprofessionnelle était déjà mise en place. Depuis 2022, l'hôpital Henry Gabrielle a instauré une évaluation pluriprofessionnelle. L'homogénéisation des prises en charge au sein des différents établissements permettrait aux personnes post-AVC de recevoir la même évaluation quel que soit le centre et donc d'avoir les mêmes chances de recevoir une recommandation d'aptitude à la conduite objective concernant leurs capacités.

Afin de suivre le processus de reprise de la conduite après un AVC, nous nous sommes ensuite intéressés aux facteurs associés aux recommandations pluriprofessionnelles suite à une évaluation d'aptitude à la conduite.

10.2. Recommandations d'aptitude à la conduite

10.2.1. Certains facteurs cliniques et cognitifs jouent un rôle sur les recommandations d'aptitude à la conduite

L'identification de plusieurs facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite est un des apports de cette thèse. Nos études ont montré que les personnes ayant eu une recommandation défavorable avaient un délai entre l'AVC et l'évaluation plus long, un nombre de types de séquelles plus important, notamment des séquelles instrumentales, ainsi que des performances mnésiques, d'évocation lexicale et d'inhibition moins élevées que les personnes ayant eu une recommandation favorable.

Plusieurs études ont également démontré que le délai entre l'AVC et l'évaluation était un prédicteur de réussite lors d'une évaluation d'aptitude à la conduite (Fox et al., 1992; Masson, 2011). Comme dans notre étude, ces auteurs ont observé que les personnes ayant une

recommandation favorable avaient un délai plus court entre leur AVC et leur évaluation d'aptitude à la conduite que celles avec une recommandation défavorable (Fox et al., 1992; Masson, 2011). Il est probable qu'un délai plus long entre l'AVC et la mise en situation de conduite reflète un AVC plus grave. C'est ce que suggère l'étude de Mallon (2006) : plus un AVC est grave, plus la personne a besoin de temps pour récupérer avant de réaliser une évaluation d'aptitude à la conduite (Mallon, 2006)

Les personnes ayant eu une recommandation défavorable avaient également de moins bonnes performances mnésiques, d'évocation lexicale et d'inhibition que les personnes ayant eu une recommandation favorable. L'observation de différences en termes de performances cognitives entre les recommandations est en lien avec la littérature. En effet, l'influence des capacités cognitives sur la conduite, notamment les capacités d'inhibition et de mémoire, est retrouvée dans différents modèles de conduite (Anstey et al., 2005; Krems & Baumann, 2009; Lindstrom-Forneri et al., 2010; Ranchet et al., 2012).

Il est possible que l'ensemble de ces facteurs, tels que la durée plus longue entre l'AVC et la mise en situation de conduite, la présence de séquelles instrumentales, et des performances cognitives plus faibles chez les patients avec un avis défavorable soient liés à la gravité de l'AVC. En effet, plusieurs études ont montré que les personnes ayant subi un AVC avec un niveau de gravité élevé avaient moins tendance à reprendre la conduite (Aufman et al., 2013; Fisk et al., 1997; Hwang & Song, 2023). En général, pour objectiver la gravité de l'AVC, ces études ont utilisé des échelles basées sur le niveau de dépendance engendré par l'AVC (Aufman et al., 2013; Fisk et al., 1997) ou les séquelles liées à l'AVC (NIHSS) (Hwang & Song, 2023). Les résultats de ces études ont montré que les personnes avec une recommandation défavorable avaient plus de séquelles que les personnes avec une recommandation favorable.

Il est à noter que dans nos études, nous n'avons pas eu accès aux données objectives concernant la gravité de l'AVC. En effet, les scores NIHSS n'ont pu être retrouvés que pour une minime proportion des participants (moins de 30%). L'absence d'un score de gravité de l'AVC est une limite de ce travail de thèse. Les séquelles présentes et la durée entre l'AVC et la mise en situation de conduite sont les seules informations qui peuvent nous donner des éléments sur la gravité de l'AVC. Il serait pertinent d'intégrer une échelle d'évaluation de la gravité au sein des prochaines études afin de coupler une donnée objective au délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite ainsi qu'aux séquelles présentes.

Il s'est avéré que la présence de séquelles instrumentales déterminait le plus la recommandation d'aptitude à la conduite. En particulier, un participant présentant des séquelles instrumentales, comme un trouble phasique avait un risque plus élevé de recevoir une recommandation défavorable. Ces résultats sont accord avec ceux de Hartje et al., (1991) qui montrent que les personnes présentant une aphasie, surtout celles d'un âge avancé ont un risque accru d'échouer à l'évaluation sur route. Les troubles phasiques peuvent toucher l'expression du langage et également sa compréhension (Enderby & Sutton, 2020) ainsi que la compréhension d'informations par d'autres modalités notamment visuelles, puisque les personnes avec des troubles phasiques peuvent avoir des difficultés dans la reconnaissance des panneaux de circulation (N. J. Donovan, 2015; Mackenzie & Paton, 2003). Selon une revue de littérature de Wallace et al., (2024) bien que l'influence de l'aphasie sur les capacités de conduite ne soit pas complètement claire, les personnes atteintes d'aphasie rencontrent des difficultés pour reprendre la conduite notamment en raison des exigences de communication pendant l'évaluation de l'aptitude à la conduite. En effet, toutes les étapes de cette évaluation nécessitent des capacités d'expression et de compréhension verbales, notamment lors de la mise en situation sur route, durant laquelle il est crucial de comprendre les consignes de l'enseignant de la conduite ainsi que de reconnaître et comprendre la signification de la signalisation routière.

En résumé, ce travail de thèse a permis d'identifier des facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite. Ces résultats ont une utilité clinique car ils soulignent l'importance de la prise en compte de certaines caractéristiques cliniques et cognitives lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite. L'évaluation des capacités instrumentales, mnésiques, d'évocation lexicale et d'inhibition serait à intégrer au sein des bilans neuropsychologiques réalisés lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Pour les personnes post-AVC ayant des troubles phasiques, il serait pertinent d'impliquer des orthophonistes afin d'avoir des précisions sur le type d'aphasie. Ces données, couplées au délai depuis l'AVC, permettraient d'avoir des indications quant aux performances de conduite lors de la mise en situation sur route. Ces caractéristiques pourraient permettre d'adapter la prise en charge de la personne post-AVC à ses capacités. En effet, il pourrait être pertinent de ne pas réaliser immédiatement une mise en situation sur route avec une personne présentant des séquelles cognitives importantes, mais plutôt de proposer une mise en situation sur simulateur de conduite ou des heures d'entraînement. Cela permettrait d'éviter de mettre en difficulté une

personne qui pourrait ne pas être prête à conduire immédiatement et de l'aider à appréhender la reprise de la conduite de manière plus progressive.

Ces études ont été réalisées autour des premières étapes du processus de reprise de la conduite : l'évaluation de l'aptitude à la conduite et la recommandation issue de cette évaluation. Une recommandation favorable permet à la personne post-AVC de poursuivre les démarches auprès d'un médecin agréé par la préfecture afin de reprendre la conduite. À l'inverse une recommandation défavorable entraîne l'arrêt du processus de reprise de conduite qui peut être mal vécu, notamment si la personne n'a pas conscience de ses capacités de conduite réelles. L'un des objectifs de cette thèse était d'étudier comment améliorer la conscience des capacités réelles de conduite afin de favoriser une meilleure adhésion à la recommandation d'aptitude à la conduite.

10.2.2. Effets du feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite

Afin d'étudier la prise de conscience des capacités réelles de conduite des personnes post-AVC, un protocole expérimental a été créé en intégrant un feedback vidéo lors d'un entretien réalisé tout de suite après la mise en situation. Cette expérimentation est en accord avec les perspectives des recommandations de la HAS (2016) qui encouragent « *la réalisation de travaux de recherche visant à définir les meilleurs outils d'évaluation et de rééducation de la conscience des troubles* ». Parmi ces perceptives, les auteurs s'interrogent sur le rôle bénéfique des caméras embarquées qui permettraient d'objectiver les capacités de conduite des personnes en situation réelle. L'hypothèse émise au sein de notre étude pilote était que le feedback vidéo de la mise en situation sur route favoriserait davantage la prise de conscience des capacités de conduite des personnes post-AVC qu'en l'absence de feedback vidéo. Cette étude évaluait également l'adhésion des professionnels de la conduite et du participant à l'intégration d'un feedback lors de la mise en situation sur route.

Les difficultés rencontrées lors de la mise en place du protocole AUTOCAM-AVC et lors de l'inclusion des participants nous ont permis d'intégrer seulement 13 participants sur les 70 attendus. Toutes les analyses statistiques attendues n'ont pas pu être réalisées dans cette étude exploratoire. Cependant, cette étude a permis de montrer un effet du feedback vidéo sur l'amélioration de la conscience des capacités de conduite pour 4 des 7 participants du groupe

expérimental. D'un point de vue qualitatif, les personnes pour lesquelles le feedback vidéo a eu un effet bénéfique sur la prise de conscience des capacités de conduite ont, en moyenne, de meilleures performances aux tests neuropsychologiques évaluant la flexibilité et la planification par rapport à celles chez qui le feedback n'a pas montré d'effet bénéfique. Cette observation est en accord avec certaines études qui ont montré que les déficits cognitifs empêchent les personnes de reconnaître leurs réelles difficultés ce qui peut les entraîner à s'engager dans des activités qui dépassent leurs capacités, à se fixer des objectifs de performance irréalistes et à ne pas utiliser de stratégies compensatoires adaptatives (Anderson et al., 2010; Hartman-Maeir et al., 2003). Steward et al., (2019) ont également montré que, chez des personnes avec des troubles neurocognitifs mineurs, plus l'atteinte cognitive est importante, plus les personnes tendent à surestimer leur performance de conduite. Il est aussi possible que les capacités de conscience de certains participants soient trop altérées pour que le feedback vidéo puisse avoir un effet sur la prise de conscience. Afin d'avoir des données sur le niveau de conscience des capacités des participants, la BRIEF-A (Behavior Rating Inventory of Executive Function) avait été intégrée à notre protocole. Ce questionnaire permet d'évaluer les fonctions exécutives de façon écologique en posant des questions orientées sur les activités de la vie quotidienne. La BRIEF-A est composée de deux versions : un questionnaire en auto-évaluation rempli par le participant ainsi qu'un questionnaire en hétéro-évaluation rempli par un proche. La comparaison du score du participant et de son proche permet de déterminer le degré de conscience des troubles. Cependant, ce questionnaire n'a pas été complété par tous les participants ni par leurs proches. Sur les 13 participants inclus, seulement 6 ont rempli le questionnaire en auto-évaluation, et seulement 5 proches l'ont rempli en hétéro-évaluation. L'absence de données concernant ce test ne nous a pas permis de connaître le degré de conscience des troubles de tous les participants ce qui représente une limite à cette étude. Intégrer ce questionnaire dans le bilan neuropsychologique de l'évaluation de l'aptitude à la conduite présenterait une utilité clinique notable lors de la prise en charge des personnes post-AVC.

La taille réduite de l'échantillon, qui représente une limite de cette étude pilote, ne nous permet pas de conclure de manière affirmée sur un éventuel intérêt du feedback vidéo lors de la mise en situation de conduite. L'inclusion de nouveaux participants avec des profils différents est nécessaire afin d'étudier si les effets du feedback vidéo sont observables sur une proportion plus importante de participants.

Une forte adhésion des participants et des professionnels à l'utilisation du feedback vidéo a été observée. Il a été décrit comme une aide pour évaluer les capacités de conduite et pour prendre conscience des capacités réelles par la presque totalité des participants. Les

professionnels de la conduite ont également rapporté que le feedback vidéo a aidé la presque totalité des participants à reconstruire les situations de conduite et à prendre conscience de leurs capacités de conduite.

Cette adhésion a été également observée pour les participants du groupe contrôle puisque la presque totalité des participants ont rapporté qu'un feedback vidéo pourrait les aider à évaluer leur conduite augmenter la conscience de leurs capacités de conduite.

En résumé, les premiers résultats suggèrent que le protocole permet d'améliorer la prise de conscience des capacités de conduite des participants post-AVC, quel que soit le type de feedback (vidéo ou verbalisation). Un entretien basé sur la verbalisation de situations vécues comme difficiles par le participant, ou perçues comme difficiles par les professionnels de la conduite, permettrait également aux participants de mieux percevoir leurs performances de conduite. Ce résultat montre bien la pertinence d'utiliser un entretien spécifiquement adapté aux difficultés de conduite de chaque participant.

Ces éléments viennent compléter les données de la littérature concernant la prise en charge des personnes post-AVC souhaitant reprendre la conduite. En effet, cette étude a montré que ce n'était pas forcément le feedback vidéo qui permettait d'améliorer la prise de conscience des capacités de conduite mais plutôt un entretien adapté à leurs difficultés de conduite. Ce constat vient compléter les résultats des précédentes études de cette thèse qui soulignent l'importance de l'homogénéisation des méthodes l'évaluation de l'aptitude à la conduite. En effet, l'étude pilote montre que, bien que les méthodes d'évaluation doivent tendre vers une homogénéité en adoptant une évaluation pluriprofessionnelle, l'entretien suivant la mise en situation sur route devrait être adapté à la singularité de chaque participant, en l'orientant sur leurs difficultés de conduite spécifiques.

Ces trois précédentes études ont permis d'apporter des perspectives cliniques sur les méthodologies d'évaluation de l'aptitude à la conduite. Suite à cette évaluation, si la recommandation de la synthèse pluridisciplinaire est favorable, la personne post-AVC peut faire valider son permis de conduire auprès d'un médecin agréé par la préfecture si elle souhaite reprendre la conduite. Cependant, le type de recommandation ne reflète pas toujours la reprise de la conduite puisque toutes les personnes qui ont obtenu une recommandation favorable ne reprennent pas forcément la conduite. De plus, même si une personne a été évaluée comme apte à reprendre la conduite, l'AVC peut tout de même avoir des répercussions sur les pratiques de conduite. Pour continuer de suivre le processus de reprise de la conduite, ce travail de thèse s'est donc intéressé aux facteurs associés à la reprise de la conduite, ainsi qu'à la perception des

comportements de conduite des personnes post-AVC 3 ans après leur évaluation d'aptitude à la conduite.

10.3. Reprise de la conduite après un AVC

10.3.1. Des facteurs cliniques associés à la reprise de la conduite

Une des contributions de cette thèse est d'avoir étudié le devenir des personnes post-AVC 3 ans après leur évaluation d'aptitude à la conduite.

Cette étude a d'abord permis d'identifier des facteurs associés à la reprise de la conduite. Les personnes post-AVC qui avaient arrêté la conduite avaient subi en plus grande proportion un AVC hémorragique, et avaient plus de séquelles, notamment instrumentales que les personnes qui avaient repris la conduite. De plus, nous avons pu observer qu'au sein du groupe de personnes ayant arrêté la conduite, un nombre plus important de personnes avait un profil cognitif plus faible. Ces caractéristiques rejoignent ceux de notre précédente étude visant à identifier les facteurs associés à la recommandation d'aptitude à la conduite. Le type d'AVC peut également être lié à son niveau de gravité et influencer la reprise de la conduite. En effet, l'AVC hémorragique est un type d'AVC plus grave que l'AVC ischémique (Andersen et al., 2009). De plus, Perrier et al., (2010) ont montré que les personnes ayant subi un AVC hémorragique avaient une moins bonne activité motrice et cognitive et étaient moins susceptibles de reprendre la conduite que les personnes ayant subi un AVC ischémique. Les facteurs cliniques tels que le type d'AVC et le nombre de séquelles que nous avons identifiés comme différenciant les deux groupes semblent tous être liés à la gravité de l'AVC. Ces facteurs sont donc pertinents à analyser lors d'une évaluation de l'aptitude à la conduite puisqu'ils donnent des indications sur les possibles capacités de conduite et sur la reprise ou non de la conduite.

L'enquête par questionnaire des personnes post-AVC 3 ans après leur évaluation d'aptitude à la conduite avait également pour but de mieux comprendre le ressenti des personnes post AVC vis-à-vis de leur conduite. Nous nous sommes donc intéressés à la perception de leurs pratiques de conduite.

10.3.2. Perception des pratiques de conduite après un AVC

Il existe en réalité peu de données dans la littérature qui renseignent sur la manière dont les personnes post-AVC perçoivent la reprise de la conduite, en terme de nouvelles difficultés, d'évitements et de mise en place de stratégies (Fisk et al., 2002; McNamara, George, et al., 2015). Le résultat principal de cette étude est d'avoir identifié deux profils de conducteurs : l'un représentant les deux tiers des participants déclarait avoir modifié leurs comportements au volant, l'autre n'ayant perçu aucun changement dans leur conduite.

Les participants ayant modifié leur conduite ont rapporté avoir plus de séquelles post-AVC que ceux n'ayant pas modifié leur conduite. Avoir conscience de ces déficits peut signifier qu'ils ont une conscience intellectuelle efficiente si on se réfère au modèle de Crosson et al., (1989). En effet, ce premier niveau de conscience désigne l'aptitude à identifier qu'une capacité est altérée, et l'implication de cette capacité dans les activités de vie quotidienne. Ces participants ont conscience d'avoir subi un déclin par rapport à avant la survenue de leur accident. De plus, ils ont rapporté avoir plus de difficultés, éviter plus de situations et mettre en place de nouvelles stratégies. Ces auto-déclarations peuvent indiquer qu'ils ont des formes de conscience émergente, anticipée et en ligne adéquates (Crosson et al., 1989; Toglia & Kirk, 2000).

Les situations évitées telles que la conduite de nuit, par mauvais temps et sur de longs trajets montrent que ces participants ont une capacité d'auto-régulation s'exprimant au niveau stratégique d'après le modèle de Michon (1985) (Molnar et al., 2015). Les stratégies rapportées par les conducteurs de ce groupe telles que conduire plus lentement, augmenter la distance entre les véhicules, faire des trajets plus courts, éviter de discuter pendant la conduite correspondent à de l'auto-régulation au niveau tactique, toujours d'après le modèle de Michon (1985) (Molnar et al., 2015).

Ces résultats tendent à montrer que les participants du groupe de conduite modifiée n'avaient pas d'altération de la métacognition contrairement aux participants de l'autre groupe.

Un tiers des participants n'avait pas rapporté de changements dans leurs comportements de conduite depuis leur reprise de la conduite. Puisque ces participants ont rapporté avoir moins de séquelles, leur AVC pourrait avoir eu des répercussions moins importantes sur leurs capacités de conduite. En conséquence, ils pourraient rencontrer moins de difficultés et n'avoir besoin ni d'éviter certaines situations ni de mettre en place des stratégies particulières.

Cependant, une autre explication est envisageable pour certaines personnes de ce groupe : elles n'ont pas modifié leur comportement de conduite par manque de conscience des capacités réelles. Cette hypothèse concorde avec le nombre moins élevé de séquelles rapportées ainsi qu'avec leur âge plus élevé comparativement aux personnes du groupe ayant perçu des changements de comportements de conduite. En effet, un déficit de nature métacognitif peut affecter à la fois la conscience des déficits moteurs et cognitifs (Al Banna et al., 2015; Hartman-Maeir et al., 2002; Orfei et al., 2007) et également des capacités de conduite chez les personnes post-AVC (Heikkilä et al., 1999a; Scott et al., 2009). Les déficits de conscience des capacités réelles peuvent entraîner des difficultés d'auto-régulation des comportements de conduite (Fuller, 2005; Horrey et al., 2015; Richardson et al., 2015; Toglia & Kirk, 2000). Les capacités métacognitives ont en effet tendance à s'altérer avec l'âge (Baldock et al., 2006; Huang et al., 2020). Paire-Ficout et al., (2021) ont montré un lien entre la conscience des capacités cognitives et la conscience de capacités de conduite chez les conducteurs âgés. Une mauvaise estimation des capacités cognitives pourrait empêcher une conscience adéquate de ses capacités de conduite et, par conséquent, l'auto-régulation de la conduite. En effet, l'influence des capacités de métacognition sur la perception des compétences de conduite et sur les performances de conduite elles-même a été montrée au sein de plusieurs modèles de conduite (Anstey et al., 2005; Krems & Baumann, 2009; Lindstrom-Forneri et al., 2010).

Cette étude était basée sur des données auto-déclarées pour recueillir les ressentis des participants. Une des limites est de ne pas avoir évalué de manière plus objective la métacognition. L'inclusion d'un questionnaire de conscience des capacités à remplir par un proche pourrait permettre d'analyser plus finement l'influence de la métacognition sur les comportements de conduite. Évaluer la métacognition à l'aide d'hétéro-évaluation serait à préconiser dans les évaluations de l'aptitude à la conduite.

En résumé, les différentes études de ce travail de thèse ont permis d'identifier plusieurs facteurs jouant un rôle au sein des différentes étapes de ce processus : le délai entre l'AVC et la mise en situation de conduite, le type d'AVC, les séquelles, notamment instrumentales, ainsi que les performances cognitives. Ces facteurs sont représentés dans la Figure 45 et peuvent être liés à la gravité de l'AVC. Ces travaux ont également permis d'observer que la métacognition pouvait moduler la perception des comportements de conduite.

L'ensemble de ces facteurs sont donc importants à évaluer lors d'une évaluation de l'aptitude à la conduite puisqu'ils peuvent donner des pistes sur les capacités de conduite et sur la possible reprise ou non de la conduite.

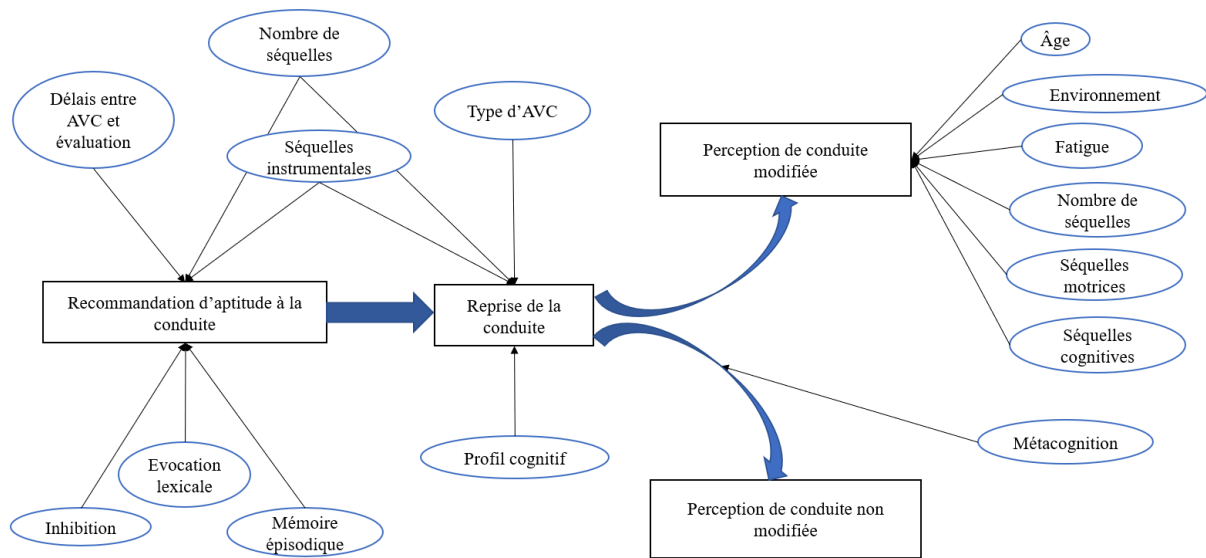


Figure 45. Schéma représentatif des facteurs influençant le processus de reprise de la conduite

10.4. Perspectives

La réplication de ces études au sein de différents établissements permettrait de poursuivre l'identification des facteurs socio-démographiques, cliniques, cognitifs et de conduite influençant le processus de reprise de la conduite. En effet, même si les données recueillies au sein de nos précédentes études étaient cohérentes avec la population des personnes post-AVC, notamment le type d'AVC (INSERM, 2019) ainsi que les âges moyens des personnes touchées (Devos et al., 2011; Hwang & Song, 2023), les cohortes restent de taille réduite. Répliquer ces études permettrait d'observer si les mêmes facteurs sont identifiés au sein de plus grosses cohortes ou si au contraire d'autres facteurs sont observés. Cela permettrait de continuer d'investiguer quels facteurs sont importants à intégrer dans l'évaluation de l'aptitude à la conduite qui pourraient donner des indications sur les possibles capacités de reprise ou non de la conduite des personnes post-AVC mais sans doute aussi plus largement des personnes ayant une lésion cérébrale acquise. La réplication de ces études au sein de plusieurs établissements serait également pertinente pour l'étude des profils cognitifs des personnes post-AVC souhaitant reprendre la conduite. En effet, l'hétérogénéité des tests réalisés lors des bilans neuropsychologiques a entraîné l'exclusion de l'évaluation de certaines sphères cognitives, notamment la sphère attentionnelle, et l'exclusion de participants n'ayant pas réalisé assez de tests ou peu de tests communs aux autres participants. Répliquer cette étude permettrait de

continuer à étudier la valeur prédictive de différents tests cognitifs et de créer une batterie de tests spécifiques à utiliser dans le cadre d'une évaluation d'aptitude à la conduite (Rosier et al., 2023). Finalement, mener ces études sur de plus grosses cohortes permettrait également de pouvoir discuter d'une généralisation des résultats.

Les études de ce travail de thèse ont montré que la plupart des facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite ou à la reprise de la conduite peuvent être liés à la gravité de l'AVC, ce qui souligne la pertinence d'intégrer des échelles de gravité de l'AVC tels que le NIHSS (Hwang & Song, 2023), la FIM (Aufman et al., 2013; Fisk et al., 1997) ou l'échelle de Barthel (Devos et al., 2011) dans la consultation médicale de l'évaluation d'aptitude à la conduite. De plus, nous avons observé que la métacognition peut influencer la perception des comportements de conduite et la conscience des capacités réelles de conduite. Il serait donc également pertinent d'inclure des questionnaires évaluant la conscience des capacités tels que « The Patient Competency Rating Scale » (Prigatano et al., 1986), « The Self-Awareness of Deficits Interview » (J. M. Fleming, J. Strong, R. Ashton, 1996) ou « the Awareness Questionnaire » (Sherer et al., 1998), ou la « Behavior Rating Inventory of Executive Function » (BRIEF-A). La comparaison des questionnaires en auto-évaluation et en hétéroévaluation (rempli par un proche ou un professionnel de la santé) permettra d'objectiver le niveau de conscience qu'à la personne de ses capacités. Un de ces questionnaires serait pertinent à intégrer au sein du bilan neuropsychologique lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Il pourrait être également intéressant d'intégrer la BIDSAM (Brain Injury Driving Self-Awareness Measure) (Gooden et al., 2017c) suite à la mise en situation sur route. Cette échelle évaluant la métacognition dans un contexte de conduite permettrait de renseigner le niveau de conscience des capacités et de régulation de la personne post-AVC lors de la conduite. La gravité de l'AVC et la métacognition des personnes seraient donc objectivées lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite et permettrait de renseigner sur les possibles performances de conduite et perceptions des capacités de conduite des personnes post-AVC.

L'étude sur les facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite a permis d'identifier que la présence de troubles phasiques était le meilleur prédicteur des recommandations d'aptitude à la conduite. Ce résultat souligne la pertinence d'une évaluation des capacités instrumentales qui n'est pas toujours réalisées lors d'une évaluation d'aptitude à la conduite. En effet, la HAS (2016) recommande d'évaluer le langage dans sa composante de lecture mais pas dans la composante compréhension. Plusieurs études ont également observé que les troubles phasiques ont une influence sur les capacités de conduite (Donovan et al., 2015;

Mackenzie & Paton, 2003). Cependant la revue de littérature de Wallace et al., (2024) a conclu que l'influence de l'aphasie sur l'évaluation de l'aptitude à la conduite n'était pas évidente à objectiver. En effet, les capacités langagières sont sollicitées à chaque étape du processus de reprise de la conduite, notamment dans la compréhension des questions lors de la consultation médicale, des tests lors du bilan neuropsychologique et des consignes données par l'enseignant de la conduite lors de la mise en situation de conduite. Les capacités d'expression sont également sollicitées dans toutes les étapes de l'évaluation. Il serait donc pertinent d'investiguer les répercussions des différents types de troubles phasiques (aphasie de compréhension, d'expression, globale) à chacune des étapes de l'évaluation de l'aptitude à la conduite. Cela permettrait de pouvoir adapter la prise en charge des personnes en fonction de leur trouble phasique en proposant des aménagements lors de l'évaluation de l'aptitude à la conduite, comme la présentation de consignes sous forme visuelle plutôt que langagière.

La reprise de l'inclusion de participants au sein de l'étude pilote représente également une perspective de ce travail de thèse. Cela permettra de reprendre l'analyse des potentiels effets du feedback vidéo sur la conscience des capacités de conduite avec une plus grande cohorte et de réaliser les analyses statistiques prévues initialement. De plus, plusieurs pistes pourront être investiguées, à commencer par la comparaison des performances cognitives des participants en fonction de leur recommandation d'aptitude à la conduite. Cet objectif permettra de compléter les données de l'étude précédemment réalisée sur les profils cognitifs des personnes s'étant engagées dans un processus de reprise de la conduite en 2019. Une autre piste consistera à explorer des liens entre les performances cognitives et la conscience des capacités de conduite des participants. Ces analyses permettront de confirmer ou de réfuter l'explication que nous avons émise concernant les résultats de cette étude pilote selon laquelle le feedback vidéo n'a pas d'effet en raison de performances cognitives altérées et entraînant une conscience réduite des capacités de conduite. Enfin, ce protocole contient un questionnaire de suivi des participants 6 mois après leur évaluation. Ce questionnaire permettra de renseigner si la personne a repris ou non la conduite suite à son évaluation et si oui, quelles habitudes de conduite et perception elle a de cette reprise, si elle rencontre des difficultés, si elle évite des situations de conduite et si elle a mis en place de nouvelles stratégies. Ce questionnaire peut également s'appuyer sur le modèle de Crosson et al., (1989) et Togliola & Kirk, (2000) puisque les réponses des participants permettront de renseigner leurs capacités selon les différents niveaux de conscience intellectuelle, émergente, anticipée et en ligne. Les analyses de ces questionnaires pourront compléter notre étude de suivi de personnes post-AVC ayant repris la conduite.

10.5. Conclusion

Ce travail de thèse a permis de mieux comprendre le processus de retour à la conduite des personnes ayant subi un AVC en se concentrant sur 5 objectifs : réaliser un état des lieux de l'évaluation de l'aptitude à la conduite de personnes post-AVC dans deux établissements de santé, identifier les facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite et associés à la reprise de la conduite, examiner l'effet d'un feedback vidéo sur la prise de conscience des capacités de conduite, étudier le devenir des personnes post-AVC qui reprennent la conduite et enfin explorer les liens entre les performances cognitives et les recommandations d'aptitude à la conduite ainsi que la reprise de la conduite. La reprise de la conduite après un AVC ne représente pas réellement un enjeu de sécurité routière puisque les résultats de notre étude de suivi ne montre pas d'augmentation du risque d'accident suite à un AVC, ce qui est confirmé par la littérature (Devos et al., 2010b; Haselkorn et al., 1998; Kumar et al., 1991; Lafont et al., 2008; Rapoport et al., 2019; Schanke et al., 2008), mais plutôt un enjeu de santé publique. En effet, nos différentes études ont permis d'identifier des pistes de prise en charge des personnes post-AVC souhaitant reprendre l'activité de conduite automobile. Elles nous ont également permis d'identifier plusieurs facteurs associés aux recommandations d'aptitude à la conduite ainsi qu'à la reprise de la conduite, qui seraient pertinents à prendre en compte lors d'une évaluation d'aptitude à la conduite. De plus, ce travail de thèse a permis de souligner la nécessité d'homogénéiser les méthodes d'évaluation de l'aptitude à la conduite tout en adaptant l'entretien de suivi de la mise en situation de conduite aux difficultés spécifiques de chaque participant afin d'améliorer la prise de conscience des capacités de conduite.

Bibliographie

- Adrian, J., Moessinger, M., Charles, A., & Postal, V. (2019). Exploring the contribution of executive functions to on-road driving performance during aging : A latent variable analysis. *Accident Analysis & Prevention*, 127, 96-109. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2019.02.010>
- Akinwuntan, A. E., De Weerd, W., Feys, H., Baten, G., Arno, P., & Kiekens, C. (2005). The validity of a road test after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(3), 421-426. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.04.047>
- Akinwuntan, A. E., De Weerd, W., Feys, H., Pauwels, J., Baten, G., Arno, P., & Kiekens, C. (2005). Effect of simulator training on driving after stroke : A randomized controlled trial. *Neurology*, 65(6), 843-850. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000171749.71919.9a>
- Akinwuntan, A. E., Devos, H., Stepleman, L., Casillas, R., Rahn, R., Smith, S., & Williams, M. J. (2013). Predictors of driving in individuals with relapsing-remitting multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*, 19(3), 344-350. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1352458512451944>
- Akinwuntan, A. E., Feys, H., De Weerd, W., Baten, G., Arno, P., & Kiekens, C. (2006). Prediction of Driving after Stroke : A Prospective Study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 20(3), 417-423. <https://doi.org/10.1177/1545968306287157>
- Akinwuntan, A. E., Feys, H., DeWeerd, W., Pauwels, J., Baten, G., & Strypstein, E. (2002). Determinants of driving after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(3), 334-341. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.29662>
- Al Banna, M., Abdulla Redha, N., Abdulla, F., Nair, B., & Donnellan, C. (2015). Metacognitive function poststroke : A review of definition and assessment. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, jnnp-2015-310305. <https://doi.org/10.1136/jnnp-2015-310305>
- Alberts, M. J., McCarron, M. O., Hoffmann, K. L., & Graffagnino, C. (2002). Familial Clustering of Intracerebral Hemorrhage : A Prospective Study in North Carolina. *Neuroepidemiology*, 21(1), 18-21. <https://doi.org/10.1159/000048609>
- Almdal, T., Scharling, H., Jensen, J. S., & Vestergaard, H. (2004). The Independent Effect of Type 2 Diabetes Mellitus on Ischemic Heart Disease, Stroke, and Death : A Population-Based Study of 13 000 Men and Women With 20 Years of Follow-up. *Archives of Internal Medicine*, 164(13), 1422. <https://doi.org/10.1001/archinte.164.13.1422>
- Amiéva, H., Michael, G., & Allain, P. (2011). *Les normes et leur utilisation* (p. 73-86).
- Andersen, K. K., Olsen, T. S., Dehlendorff, C., & Kammersgaard, L. P. (2009). Hemorrhagic and Ischemic Strokes Compared : Stroke Severity, Mortality, and Risk Factors. *Stroke*, 40(6), 2068-2072. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.108.540112>
- Anderson, R. L., Doble, S. E., Merritt, B. K., & Kottorp, A. (2010). Assessment of Awareness of Disability Measures among Persons with Acquired Brain Injury. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 77(1), 22-29. <https://doi.org/10.2182/cjot.2010.77.1.4>
- Anstey, K., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25(1), 45-65. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2004.07.008>
- Arrêté du 21 décembre 2005 fixant la liste des affections médicales incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée

de validité limitée, JORF n°301 (2005).
<https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000265763>

Arrêté du 28 mars 2022 fixant la liste des affections médicales incompatibles ou compatibles avec ou sans aménagements ou restrictions pour l'obtention, le renouvellement ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée (refonte), JORF n°0079 (2022). <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000045464094/>

Asplund, K., Wallin, S., & Jonsson, F. (2012). Use of public transport by stroke survivors with persistent disability. *Scandinavian Journal of Disability Research*, 14(4), 289-299. <https://doi.org/10.1080/15017419.2011.640408>

Aufman, E. L., Bland, M. D., Barco, P. P., Carr, D. B., & Lang, C. E. (2013). Predictors of Return to Driving After Stroke. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 92(7), 627-634. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e318282bc0d>

Baldock, M. R. J., Mathias, J. L., McLean, A. J., & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1038-1045. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.04.016>

Baumann, M. R. K., Franke, T., & Krems, J. F. (s. d.). *The effect of experience, relevance, and interruption duration on drivers' mental representation of a traffic situation.*

Béjot, Y. (s. d.). *Les accidents vasculaires cérébraux de la personne jeune : Une pathologie émergente chez la femme comme chez l'homme. Apports du Registre dijonnais des AVC (1985-2011).*

Béjot, Y., Osseby, G. V., Aboa-éboulé, C., Durier, J., Lorgis, L., Cottin, Y., Moreau, T., & Giroud, M. (2009). Dijon's vanishing lead with regard to low incidence of stroke. *European Journal of Neurology*, 16(3), 324-329. <https://doi.org/10.1111/j.1468-1331.2008.02415.x>

Besharati, S., Kopelman, M., Avesani, R., Moro, V., & Fotopoulou, A. (Katerina). (2015). Another perspective on anosognosia: Self-observation in video replay improves motor awareness. *Neuropsychological Rehabilitation*, 25(3), 319-352. <https://doi.org/10.1080/09602011.2014.923319>

Blane, A., Falkmer, T., Lee, H. C., & Dukic Willstrand, T. (2017). Investigating cognitive ability and self-reported driving performance of post-stroke adults in a driving simulator. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 25(1), 44-53. <https://doi.org/10.1080/10749357.2017.1373929>

Blane, A., Lee, H., Falkmer, T., & Dukic Willstrand, T. (2018). Cognitive ability as a predictor of task demand and self-rated driving performance in post-stroke drivers – Implications for self-regulation. *Journal of Transport & Health*, 9, 169-179. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2018.01.013>

Bolla, K. I., Lindgren, K. N., Bonaccorsy, C., & Bleecker, M. L. (1990). Predictors of verbal fluency (FAS) in the healthy elderly. *Journal of Clinical Psychology*, 46(5), 623-628. [https://doi.org/10.1002/1097-4679\(199009\)46:5<623::AID-JCLP2270460513>3.0.CO;2-C](https://doi.org/10.1002/1097-4679(199009)46:5<623::AID-JCLP2270460513>3.0.CO;2-C)

BRAHMI, L., FUMAT, V., & TREVIEN, C. (2022). *Se déplacer en voiture : Seul, à plusieurs ou en covoiturage ?*

Bro, T., & Andersson, J. (2022). The Effects of Visual Field Loss from Stroke on Performance in a Driving Simulator. *Optometry and Vision Science*, 99(9), 679-686. <https://doi.org/10.1097/OPX.0000000000001928>

Burgess, P. W., & Simons, J. S. (2005). Theories of frontal lobe executive function: Clinical applications. In P. W. Halligan & D. T. Wade (Éds.), *The Effectiveness of Rehabilitation for Cognitive Deficits* (1^{re} éd., p. 211-232). Oxford University PressOxford. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198526544.003.0018>

- Canadian Medical Association. (2017). *CMA driver's guide : Determining medical fitness to operate motor vehicles* (9th edition). Joule, a CMA Company.
- Cardebat, D., Doyon, B., Puel, M., Goulet, P., & Joanette, Y. (1990). [Formal and semantic lexical evocation in normal subjects. Performance and dynamics of production as a function of sex, age and educational level]. *Acta Neurologica Belgica*, *90*(4), 207-217.
- Carr, E. K., & Lincoln, N. B. (1988). Inter-rater reliability of the Rey figure copying test. *British Journal of Clinical Psychology*, *27*(3), 267-268. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8260.1988.tb00786.x>
- Carr, Manning, & Sempek. (2010). *Physician's Guide to Assessing and Counseling Older Drivers*. www.ama-assn.org/go/olderdrivers
- Céline, P. (2013). *Apport de la simulation dans l'évaluation des aptitudes à la conduite : L'exemple des personnes cérébrolésées / Céline Prévost*.
- Chavoix, C., & Insausti, R. (2017). Self-awareness and the medial temporal lobe in neurodegenerative diseases. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *78*, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2017.04.015>
- Cheng, S. K. W., & Man, D. W. K. (2006). Management of impaired self-awareness in persons with traumatic brain injury. *Brain Injury*, *20*(6), 621-628. <https://doi.org/10.1080/02699050600677196>
- Cramer, S. C., Richards, L. G., Bernhardt, J., & Duncan, P. (2023). Cognitive Deficits After Stroke. *Stroke*, *54*(1), 5-9. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.122.041775>
- Crosson, B., Barco, P. P., Velozo, C. A., Bolesta, M. M., Cooper, P. V., Werts, D., & Brobeck, T. C. (1989). Awareness and compensation in postacute head injury rehabilitation: *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, *4*(3), 46-54. <https://doi.org/10.1097/00001199-198909000-00008>
- Crotty, M., & George, S. (2009). Retraining Visual Processing Skills To Improve Driving Ability After Stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *90*(12), 2096-2102. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2009.08.143>
- Cullen, N., Krakowski, A., & Taggart, C. (2014). Early neuropsychological tests as correlates of return to driving after traumatic brain injury. *Brain Injury*, *28*(1), 38-43. <https://doi.org/10.3109/02699052.2013.849005>
- D'apolito, A.-C., Leguiet, J.-L., Enjalbert, M., Lemoine, F., & Mazaux, J.-M. (2017). Return to drive after non-evolutive brain damage : French recommendations. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, *60*(4), 263-269. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2017.04.001>
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Predicting at-fault car accidents of older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, *33*(6), 809-819. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(00\)00095-6](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(00)00095-6)
- Delis, D. C., Kramer, J. H., Kaplan, E., & Ober, B. A. (1987). *California Verbal Learning Test—Second Edition* [Jeu de données]. <https://doi.org/10.1037/t15072-000>
- de Peretti, c, Grimaud, o, Tuppin, p, Chin, f, & Woimant, f. (2012). *Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impact sur les activités de la vie quotidienne : Apports des enquêtes déclaratives handicap-santé-ménages et handicap-santé-insitution, 2008-2009*.
- Devos, H., Akinwuntan, A. E., Nieuwboer, A., Ringoot, I., Van Berghen, K., Tant, M., Kiekens, C., & De Weerd, W. (2010a). Effect of Simulator Training on Fitness-to-Drive After Stroke : A 5-Year Follow-up of a Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *24*(9), 843-850. <https://doi.org/10.1177/1545968310368687>

- Devos, H., Akinwuntan, A. E., Nieuwboer, A., Tant, M., Truijen, S., De Wit, L., Kiekens, C., & De Weerd, W. (2009). Comparison of the Effect of Two Driving Retraining Programs on On-Road Performance After Stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 23(7), 699-705. <https://doi.org/10.1177/1545968309334208>
- Devos, H., Akinwuntan, A. E., Nieuwboer, A., Truijen, S., Tant, M., & De Weerd, W. (2011). Screening for fitness to drive after stroke : A systematic review and meta-analysis. *Neurology*, 76(8), 747-756. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31820d6300>
- Devos, H., Hawley, C. A., Conn, A. M., Marshall, S. C., & Akinwuntan, A. E. (2021). Driving After Stroke. In T. Platz (Éd.), *Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation* (p. 243-260). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58505-1_13
- Devos, H., Tant, M., & Akinwuntan, A. E. (2014b). On-road driving impairments and associated cognitive deficits after stroke. *Cerebrovascular Diseases*, 38(3), 226-232. Scopus. <https://doi.org/10.1159/000368219>
- Devos, H., Verheyden, G., Van Gils, A., Tant, M., & Akinwuntan, A. E. (2015). Association between site of lesion and driving performance after ischemic stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 22(4), 246-252. <https://doi.org/10.1179/1074935714Z.0000000018>
- Diamond, A. (2013). Executive Functions. *Annual Review of Psychology*, 64(1), 135-168. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750>
- Donovan, N. J. (2015). *MARITIME TRANSPORTATION RESEARCH AND EDUCATION CENTER TIER 1 UNIVERSITY TRANSPORTATION CENTER U.S. DEPARTMENT OF TRANSPORTATION*.
- Donovan, N., Savage, M., & Brown, C. (2015). *Road sign recognition during computer testing versus driving simulator performance for stroke and stroke+aphasia groups*. <https://rosap.ntl.bts.gov/view/dot/29207>
- Elgamal, S. A., Roy, E. A., & Sharratt, M. T. (2011). Age and Verbal Fluency : The Mediating Effect of Speed of Processing. *Canadian Geriatrics Journal*, 14(3), 66-72. <https://doi.org/10.5770/cgj.v14i3.17>
- Enderby, P., & Sutton, L. (2020). Where are we now with aphasia after stroke? *Annals of Indian Academy of Neurology*, 23(8), 57. https://doi.org/10.4103/aian.AIAN_666_20
- Feigin, V. L., Stark, B. A., Johnson, C. O., Roth, G. A., Bisignano, C., Abady, G. G., Abbasifard, M., Abbasi-Kangevari, M., Abd-Allah, F., Abedi, V., Abualhasan, A., Abu-Rmeileh, N. M., Abushouk, A. I., Adebayo, O. M., Agarwal, G., Agasthi, P., Ahinkorah, B. O., Ahmad, S., Ahmadi, S., ... Murray, C. J. L. (2021). Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990–2019 : A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Neurology*, 20(10), 795-820. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(21\)00252-0](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(21)00252-0)
- Fields, S. M., & Unsworth, C. A. (2017). Revision of the Competency Standards for Occupational Therapy Driver Assessors : An overview of the evidence for the inclusion of cognitive and perceptual assessments within fitness-to-drive evaluations. *Australian Occupational Therapy Journal*, 64(4), 328-339. <https://doi.org/10.1111/1440-1630.12379>
- Finestone, H. M., Guo, M., O'Hara, P., Greene-Finestone, L., Marshall, S. C., Hunt, L., Biggs, J., & Jessup, A. (2010). Driving and Reintegration Into the Community in Patients After Stroke. *PM&R*, 2(6), 497-503. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.03.030>
- Finestone, H. M., Marshall, S. C., Rozenberg, D., Moussa, R. C., Hunt, L., & Greene-Finestone, L. S. (2009). Differences Between Poststroke Drivers and Nondrivers : Demographic Characteristics,

- Medical Status, and Transportation Use. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 88(11), 904-923. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3181aa001e>
- Fisk, G. D., Owsley, C., & Mennemeier, M. (2002). Vision, attention, and self-reported driving behaviors in community-dwelling stroke survivors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(4), 469-477. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.31179>
- Fisk, G. D., Owsley, C., & Pulley, L. V. (1997). Driving after stroke : Driving exposure, advice, and evaluations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(12), 1338-1345. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90307-5](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90307-5)
- Floßmann, E., Schulz, U. G. R., & Rothwell, P. M. (2004). Systematic Review of Methods and Results of Studies of the Genetic Epidemiology of Ischemic Stroke. *Stroke*, 35(1), 212-227. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000107187.84390.AA>
- Flowers, H. L., Skoretz, S. A., Silver, F. L., Rochon, E., Fang, J., Flamand-Roze, C., & Martino, R. (2016). Poststroke Aphasia Frequency, Recovery, and Outcomes : A Systematic Review and Meta-Analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 97(12), 2188-2201.e8. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2016.03.006>
- Fonda, S. J., Wallace, R. B., & Herzog, A. R. (2001). Changes in Driving Patterns and Worsening Depressive Symptoms Among Older Adults. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 56(6), S343-S351. <https://doi.org/10.1093/geronb/56.6.S343>
- Fox, G. K., Bashford, G. M., & Caust, S. L. (1992). Identifying safe versus unsafe drivers following brain impairment: The Coorabel Programme. *Disability and Rehabilitation*, 14(3), 140-145. <https://doi.org/10.3109/09638289209165850>
- Fuller, R. (2005). Towards a general theory of driver behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 37(3), 461-472. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2004.11.003>
- Gadidi, V., Katz-Leurer, M., Carmeli, E., & Bornstein, N. M. (2011). Long-Term Outcome Poststroke : Predictors of Activity Limitation and Participation Restriction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 92(11), 1802-1808. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.06.014>
- George, S., & Crotty, M. (2010). Establishing Criterion Validity of the Useful Field of View Assessment and Stroke Drivers' Screening Assessment : Comparison to the Result of On-Road Assessment. *The American Journal of Occupational Therapy*, 64(1), 114-122. <https://doi.org/10.5014/ajot.64.1.114>
- George, S., Crotty, M., Gelinas, I., & Devos, H. (2014). Rehabilitation for improving automobile driving after stroke. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD008357.pub2>
- Ghoreyshi, Z., Nilipour, R., Bayat, N., Nejad, S. S., Mehrpour, M., & Azimi, T. (2022). The Incidence of Aphasia, Cognitive Deficits, Apraxia, Dysarthria, and Dysphagia in Acute Post Stroke Persian Speaking Adults. *Indian Journal of Otolaryngology and Head & Neck Surgery*, 74(S3), 5685-5695. <https://doi.org/10.1007/s12070-021-03006-9>
- Goldstein, L. B., Adams, R., Alberts, M. J., Appel, L. J., Brass, L. M., Bushnell, C. D., Culebras, A., DeGraba, T. J., Gorelick, P. B., Guyton, J. R., Hart, R. G., Howard, G., Kelly-Hayes, M., Nixon, J. V. (Ian), & Sacco, R. L. (2006). Primary Prevention of Ischemic Stroke : A Guideline From the American Heart Association/American Stroke Association Stroke Council: Cosponsored by the Atherosclerotic Peripheral Vascular Disease Interdisciplinary Working Group; Cardiovascular Nursing Council; Clinical Cardiology Council; Nutrition, Physical Activity, and Metabolism Council; and the Quality of Care and Outcomes Research Interdisciplinary Working Group: *The American Academy of Neurology*

affirms the value of this guideline. *Stroke*, 37(6), 1583-1633. <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000223048.70103.F1>

Golper, L. A., Rau, M. T., & Marshall, R. C. (1980). Aphasic adults and their decisions on driving : An evaluation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 61(1), 34-40.

Gooden, J. R., Ponsford, J. L., Charlton, J. L., Ross, P. E., Marshall, S., Gagnon, S., Bédard, M., & Stolwyk, R. J. (2017a). Self-Awareness and Self-Ratings of On-Road Driving Performance After Traumatic Brain Injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 32(1), E50-E59. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000212>

Gooden, J. R., Ponsford, J. L., Charlton, J. L., Ross, P. E., Marshall, S., Gagnon, S., Bédard, M., & Stolwyk, R. J. (2017c). The development and initial validation of a new tool to measure self-awareness of driving ability after brain injury. *Australian Occupational Therapy Journal*, 64(1), 33-40. <https://doi.org/10.1111/1440-1630.12306>

Goodgold-Edwards, S., & Cermak, S. (1990). *Integrating Motor Control and Motor Learning Concepts With Neuropsychological Perspectives on Apraxia and Developmental Dyspraxia*. The American Journal of Occupational Therapy.

Goverover, Y., Johnston, M. V., Togli, J., & DeLuca, J. (2007). Treatment to improve self-awareness in persons with acquired brain injury. *Brain Injury*, 21(9), 913-923. <https://doi.org/10.1080/02699050701553205>

Grober, E., & Buschke, H. (1987). Genuine memory deficits in dementia. *Developmental Neuropsychology*, 3(1), 13-36. <https://doi.org/10.1080/87565648709540361>

Hécaen H. (1972). Introduction à la neuropsychologie. Paris, Larousse

Hartje, W., Willmes, K., Pach, R., Hannen, P., & Weber, E. (1991). Driving ability of aphasic and non-aphasic brain-damaged patients. *Neuropsychological Rehabilitation*, 1(3), 161-174. <https://doi.org/10.1080/09602019108520162>

Hartman-Maeir, A., Soroker, N., Oman, S. D., & Katz, N. (2003). Awareness of disabilities in stroke rehabilitation—A clinical trial. *Disability and Rehabilitation*, 25(1), 35-44.

Hartman-Maeir, A., Soroker, N., Ring, H., & Katz, N. (2002). Awareness of deficits in stroke rehabilitation. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 34(4), 158-164. <https://doi.org/10.1080/16501970213236>

Haselkorn, J. K., Mueller, B. A., & Rivara, F. A. (1998). Characteristics of drivers and driving record after traumatic and nontraumatic brain injury. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(7), 738-742. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90349-5](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90349-5)

Haute Autorité de Santé. (2016). *Reprise de la conduite automobile après une lésion cérébrale acquise non évolutive. Recommandation de bonne pratique*.

Heikkilä, V.-M., Korpelainen, J., Turkka, J., Kallanranta, T., & Summala, H. (1999a). Clinical evaluation of the driving ability in stroke patients. *Acta Neurologica Scandinavica*, 99(6), 349-355. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1999.tb07363.x>

Hird, M. A., Vetivelu, A., Saposnik, G., & Schweizer, T. A. (2014). Cognitive, on-road, and simulator-based driving assessment after stroke. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 23(10), 2654-2670. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2014.06.010>

- Horrey, W. J., Lesch, M. F., Mitsopoulos-Rubens, E., & Lee, J. D. (2015). Calibration of skill and judgment in driving : Development of a conceptual framework and the implications for road safety. *Accident Analysis & Prevention*, 76, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.12.017>
- Hu, G., Tuomilehto, J., Silventoinen, K., Sarti, C., Männistö, S., & Jousilahti, P. (2007). Body Mass Index, Waist Circumference, and Waist-Hip Ratio on the Risk of Total and Type-Specific Stroke. *Archives of Internal Medicine*, 167(13), 1420. <https://doi.org/10.1001/archinte.167.13.1420>
- Huang, G., Luster, M., Karagol, I., Park, J. W., & Pitts, B. J. (2020). Self-perception of driving abilities in older age : A systematic review. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 74, 307-321. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.08.020>
- Hwang, S., & Song, C.-S. (2023). Driving Rehabilitation for Stroke Patients : A Systematic Review with Meta-Analysis. *Healthcare*, 11(11), 1637. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111637>
- Hyndman, D., & Ashburn, A. (2003). People with stroke living in the community : Attention deficits, balance, ADL ability and falls. *Disability and Rehabilitation*, 25(15), 817-822. <https://doi.org/10.1080/0963828031000122221>
- Inserm. Accident vasculaire c´er´ebral (AVC). La premi`ere cause de handicap acquis de l'adulte. 2019. <https://www.inserm.fr/dossier/accident-vasculaire-cerebral-avc/>.
- J. M. Fleming, J. Strong, R. Ashton. (1996). Self-awareness of deficits in adults with traumatic brain injury : How best to measure? *Brain Injury*, 10(1), 1-16. <https://doi.org/10.1080/026990596124674>
- Jehkonen, M., Ahonen, J.-P., Dastidar, P., Laippala, P., & Vilkki, J. (2000). Unawareness of deficits after right hemisphere stroke : Double-dissociations of anosognosias: Unawareness of deficits after right hemisphere stroke. *Acta Neurologica Scandinavica*, 102(6), 378-384. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0404.2000.102006378.x>
- Jokinen, H., Melkas, S., Ylikoski, R., Pohjasvaara, T., Kaste, M., Erkinjuntti, T., & Hietanen, M. (2015). *Post-stroke cognitive impairment is common even after successful clinical recovery*.
- Kintsch, W. (1998). *Comprehension : A paradigm for cognition*. (p. xvi, 461). Cambridge University Press.
- Klavora, P., Gaskovski, P., Martin, K., Forsyth, R. D., Heslegrave, R. J., Young, M., & Quinn, R. P. (1995). The Effects of Dynavision Rehabilitation on Behind-the-Wheel Driving Ability and Selected Psychomotor Abilities of Persons After Stroke. *The American Journal of Occupational Therapy*, 49(6), 534-542. <https://doi.org/10.5014/ajot.49.6.534>
- Krems, J. F., & Baumann, M. R. K. (2009). Driving and Situation Awareness : A Cognitive Model of Memory-Update Processes. In M. Kurosu (Éd.), *Human Centered Design* (Vol. 5619, p. 986-994). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-02806-9_113
- Kumar, R., Powell, B., Tani, N., Naliboff, B., & Metter, E. J. (1991). Perceptual Dysfunction in Hemiplegia and Automobile Driving. *The Gerontologist*, 31(6), 807-810. <https://doi.org/10.1093/geront/31.6.807>
- Lafont, S., Laumon, B., Helmer, C., Dartigues, J.-F., & Fabrigoule, C. (2008). Driving Cessation and Self-Reported Car Crashes in Older Drivers : The Impact of Cognitive Impairment and Dementia in a Population-Based Study. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 21(3), 171-182. <https://doi.org/10.1177/0891988708316861>
- Lanceley, S. (2015). A new approach to the assessment of cognition in drivers : Applying the multiple errands test for use in a simple parking exercise. *British Journal of Occupational Therapy*, 78(2), 96-99. <https://doi.org/10.1177/0308022614562398>

- Landa-Gonzalez, B. (2001). Multicontextual occupational therapy intervention : A case study of traumatic brain injury. *Occupational Therapy International*, 8(1), 49-62. <https://doi.org/10.1002/oti.131>
- Larrue, V. (2017). Accident vasculaire cérébral ischémique du jeune adulte. Causes et bilan diagnostique. *Pratique Neurologique - FMC*, 8(2), 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.praneu.2017.01.018>
- Lavallière, M., Simoneau, M., Tremblay, M., Laurendeau, D., & Teasdale, N. (2012). Active training and driving-specific feedback improve older drivers' visual search prior to lane changes. *BMC Geriatrics*, 12(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-12-5>
- Le Denmat, P., Grisetto, F., Delevoye-Turrell, Y. N., Vantrepotte, Q., Davin, T., Dinca, A., Desenclos-El Ghoulti, I., & Roger, C. (2023). Investigating risk-taking and executive functioning as predictors of driving performances and habits : A large-scale population study with on-road evaluation. *Frontiers in Psychology*, 14, 1252164. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1252164>
- Lecoffre, C. (2016). *L'accident vasculaire cérébral en France : Patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014*.
- Legh-Smith, J., Wade, D. T., & Hewer, R. L. (1986). Driving after a Stroke. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 79(4), 200-203. <https://doi.org/10.1177/014107688607900404>
- Leśniak, M., Bak, T., Czepiel, W., Seniów, J., & Członkowska, A. (2008). Frequency and Prognostic Value of Cognitive Disorders in Stroke Patients. *Dementia and Geriatric Cognitive Disorders*, 26(4), 356-363. <https://doi.org/10.1159/000162262>
- Lezak, M. D., Howieson, D. B., Loring, D. W., Hannay, H. J., & Fischer, J. S. (2004). *Neuropsychological assessment, 4th ed.* (p. xiv, 1016). Oxford University Press.
- Liddle, J., Fleming, J., Mckenna, K., Turpin, M., Whitelaw, P., & Allen, S. (2011). Driving and driving cessation after traumatic brain injury : Processes and key times of need. *Disability and Rehabilitation*, 33(25-26), 2574-2586. <https://doi.org/10.3109/09638288.2011.582922>
- Liddle, J., Fleming, J., McKenna, K., Turpin, M., Whitelaw, P., & Allen, S. (2012). Adjustment to loss of the driving role following traumatic brain injury : A qualitative exploration with key stakeholders. *Australian Occupational Therapy Journal*, 59(1), 79-88. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1630.2011.00978.x>
- Lincoln, N. B., Drummond, A. E. R., Edmans, J. A., Yeo, D., & Willis, D. (1998). The Rey Figure Copy as a Screening Instrument for Perceptual Deficits after Stroke. *British Journal of Occupational Therapy*, 61(1), 33-35. <https://doi.org/10.1177/030802269806100108>
- Lindstrom-Forneri, W., Tuokko, H. A., Garrett, D., & Molnar, F. (2010). Driving as an Everyday Competence : A Model of Driving Competence and Behavior. *Clinical Gerontologist*, 33(4), 283-297. <https://doi.org/10.1080/07317115.2010.502106>
- Löffler, C., Frischkorn, G. T., Hagemann, D., Sadus, K., & Schubert, A.-L. (2024). The common factor of executive functions measures nothing but speed of information uptake. *Psychological Research*, 88(4), 1092-1114. <https://doi.org/10.1007/s00426-023-01924-7>
- Logan, P. A., Dyas, J., & Gladman, J. R. (2004). Using an interview study of transport use by people who have had a stroke to inform rehabilitation. *Clinical Rehabilitation*, 18(6), 703-708. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr742oa>
- Lugtmeijer, S., Lammers, N. A., De Haan, E. H. F., De Leeuw, F.-E., & Kessels, R. P. C. (2021). Post-Stroke Working Memory Dysfunction : A Meta-Analysis and Systematic Review. *Neuropsychology Review*, 31(1), 202-219. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09462-4>

- Lundqvist, A., & Alinder, J. (2007). Driving after brain injury : Self-awareness and coping at the tactical level of control. *Brain Injury*, 21(11), 1109-1117. <https://doi.org/10.1080/02699050701651660>
- Lyden, P., Lu, M., Jackson, C., Marler, J., Kothari, R., Brott, T., & Zivin, J. (1999). Underlying Structure of the National Institutes of Health Stroke Scale : Results of a Factor Analysis. *Stroke*, 30(11), 2347-2354. <https://doi.org/10.1161/01.STR.30.11.2347>
- Mackenzie, C., & Paton, G. (2003). Resumption of driving with aphasia following stroke. *Aphasiology*, 17(2), 107-122. Scopus. <https://doi.org/10.1080/729255215>
- Mahon, S., Faulkner, J., Barker-Collo, S., Krishnamurthi, R., Jones, K., & Feigin, V. (2020). Slowed Information Processing Speed at Four Years Poststroke : Evidence and Predictors from a Population-Based Follow-up Study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 29(2), 104513. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.104513>
- Mallon, K. L. (2006). *The influence of self-awareness of driving ability on on-road performance of persons with acquired brain injury*.
- Marinho, V., Pinto, G. R., Bandeira, J., Oliveira, T., Carvalho, V., Rocha, K., Magalhães, F., De Sousa, V. G., Bastos, V. H., Gupta, D., Orsini, M., & Teixeira, S. (2019). Impaired decision-making and time perception in individuals with stroke : Behavioral and neural correlates. *Revue Neurologique*, 175(6), 367-376. <https://doi.org/10.1016/j.neurol.2018.10.004>
- Marottoli, R. A., De Leon, C. F. M., Glass, T. A., Williams, C. S., Cooney, L. M., & Berkman, L. F. (2000). Consequences of Driving Cessation : Decreased Out-of-Home Activity Levels. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 55(6), S334-S340. <https://doi.org/10.1093/geronb/55.6.S334>
- Marshall, S. C., Molnar, F., Man-Son-Hing, M., Blair, R., Brosseau, L., Finestone, H. M., Lamothe, C., Korner-Bitensky, N., & Wilson, K. G. (2007). Predictors of driving ability following stroke : A systematic review. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 14(1), 98-114. Scopus. <https://doi.org/10.1310/tsr1401-98>
- Martin, A. D. (1974). Some Objections to the Term Apraxia of Speech. *Journal of Speech and Hearing Disorders*, 39(1), 53-64. <https://doi.org/10.1044/jshd.3901.53>
- Masson, M. (2011). *Reeducation des processus*.
- Mayhew, D. R., Simpson, H. M., Wood, K. M., Lonero, L., Clinton, K. M., & Johnson, A. G. (2011). On-road and simulated driving : Concurrent and discriminant validation. *Journal of Safety Research*, 42(4), 267-275. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.06.004>
- Mazer, B. L., Korner-Bitensky, N. A., & Sofer, S. (1998). Predicting ability to drive after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 79(7), 743-750. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(98\)90350-1](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(98)90350-1)
- Mazer, B. L., Sofer, S., Korner-Bitensky, N., Gelinas, I., Hanley, J., & Wood-Dauphinee, S. (2003). Effectiveness of a visual attention retraining program on the driving performance of clients with stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(4), 541-550. <https://doi.org/10.1053/apmr.2003.50085>
- McKay, C., Rapport, L. J., Coleman Bryer, R., & Casey, J. (2011b). Self-Evaluation of Driving Simulator Performance After Stroke. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 18(5), 549-561. <https://doi.org/10.1310/tsr1805-549>

- McNamara, A., George, S., Ratcliffe, J., & Walker, R. (2015). Older people's attitudes towards resuming driving in the first four months post-stroke : Driving: The first 4 months post-stroke. *Australasian Journal on Ageing, 34*(1), E13-E18. <https://doi.org/10.1111/ajag.12135>
- McNamara, A., Walker, R., Ratcliffe, J., & George, S. (2015). Perceived confidence relates to driving habits post-stroke. *Disability and Rehabilitation, 37*(14), 1228-1233. <https://doi.org/10.3109/09638288.2014.958619>
- Michon, J. A. (1985). A Critical View of Driver Behavior Models : What Do We Know, What Should We Do? In L. Evans & R. C. Schwing (Éds.), *Human Behavior and Traffic Safety* (p. 485-524). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-2173-6_19
- Molnar, L. (2015). *Self Regulation Of Driving By Older Adults : A Synthesis of the Literature and Framework for Future Research*. David W. Eby^{1,2}, Liang Zhang^{1,2,3}, Nicole Zanier^{1,2}, Renée M. St. Louis^{1,2}, Lidia P. Kostyniuk^{1,2}.
- Motta, K., Lee, H., & Falkmer, T. (2014). Post-stroke driving : Examining the effect of executive dysfunction. *Journal of Safety Research, 49*, 33.e1-38. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2014.02.005>
- Murie-Fernandez, M., Iturralde, S., Cenoz, M., Casado, M., & Teasell, R. (2014). Capacidad de conducción tras un ictus: Evaluación y recuperación. *Neurología, 29*(3), 161-167. <https://doi.org/10.1016/j.nrl.2012.05.006>
- National Transport Commission. (2022). *Assessing fitness to drive for commercial and private vehicle drivers*.
- Nouri, F. (1988). Fitness to drive and the general practitioner. *Disability and Rehabilitation, 10*(3), 101-103. Scopus. <https://doi.org/10.3109/09638288809164122>
- Nouri, F., & Lincoln, N. (1992). Validation of a cognitive assessment : Predicting driving performance after stroke. *Clinical Rehabilitation, 6*(4), 275-281. <https://doi.org/10.1177/026921559200600402>
- Nouri, F. M., & Lincoln, N. B. (1993). Predicting driving performance after stroke. *BMJ, 307*(6902), 482-483. <https://doi.org/10.1136/bmj.307.6902.482>
- Nys, G. M. S., Van Zandvoort, M. J. E., De Kort, P. L. M., Jansen, B. P. W., De Haan, E. H. F., & Kappelle, L. J. (2007). Cognitive Disorders in Acute Stroke : Prevalence and Clinical Determinants. *Cerebrovascular Diseases, 23*(5-6), 408-416. <https://doi.org/10.1159/000101464>
- O'Donnell, M. J., Xavier, D., Liu, L., Zhang, H., Chin, S. L., Rao-Melacini, P., Rangarajan, S., Islam, S., Pais, P., McQueen, M. J., Mondo, C., Damasceno, A., Lopez-Jaramillo, P., Hankey, G. J., Dans, A. L., Yusuf, K., Truelsen, T., Diener, H.-C., Sacco, R. L., ... Yusuf, S. (2010). Risk factors for ischaemic and intracerebral haemorrhagic stroke in 22 countries (the INTERSTROKE study) : A case-control study. *The Lancet, 376*(9735), 112-123. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(10\)60834-3](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(10)60834-3)
- Orfei, M. D., Robinson, R. G., Prigatano, G. P., Starkstein, S., Rusch, N., Bria, P., Caltagirone, C., & Spalletta, G. (2007). Anosognosia for hemiplegia after stroke is a multifaceted phenomenon : A systematic review of the literature. *Brain, 130*(12), 3075-3090. <https://doi.org/10.1093/brain/awm106>
- Ott, B. R., Davis, J. D., & Bixby, K. (2017). Video Feedback Intervention to Enhance the Safety of Older Drivers With Cognitive Impairment. *The American Journal of Occupational Therapy, 71*(2), 7102260020p1-7102260020p7. <https://doi.org/10.5014/ajot.2017.020404>
- Owensworth, T., Fleming, J., Shum, D., Kuipers, P., & Strong, J. (2008). Comparison of individual, group and combined intervention formats in a randomized controlled trial for facilitating goal attainment and improving psychosocial function following acquired brain injury. *Journal of Rehabilitation Medicine, 40*(2), 81-88. <https://doi.org/10.2340/16501977-0124>

- Owensworth, T. L., McFarland, K., & Young, R. McD. (2000). Development and Standardization of the Self-Regulation Skills Interview (SRSI) : A New Clinical Assessment Tool for Acquired Brain Injury. *The Clinical Neuropsychologist*, *14*(1), 76-92. [https://doi.org/10.1076/1385-4046\(200002\)14:1;1-8;FT076](https://doi.org/10.1076/1385-4046(200002)14:1;1-8;FT076)
- Paire-Ficout, L., Lafont, S., Conte, F., Coquillat, A., Fabrigoule, C., Ankri, J., Blanc, F., Gabel, C., Novella, J.-L., Morrone, I., & Mahmoudi, R. (2018). Naturalistic Driving Study Investigating Self-Regulation Behavior in Early Alzheimer's Disease : A Pilot Study. *Journal of Alzheimer's Disease*, *63*(4), 1499-1508. <https://doi.org/10.3233/JAD-171031>
- Paire-Ficout, L., Lafont, S., Hay, M., Coquillat, A., Fabrigoule, C., & Chavoix, C. (2021a). Relationships Between Cognitive and Driving Self-awareness in Older Drivers. *The Journals of Gerontology: Series B*, *76*(6), 1077-1085. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa224>
- Pasquier, F., Grymonprez, L., Lebert, F., & Van Der Linden, M. (2001). Memory Impairment Differs in Frontotemporal Dementia and Alzheimer's Disease. *Neurocase*, *7*(2), 161-171. <https://doi.org/10.1093/neucas/7.2.161>
- Patomella, A.-H., Johansson, K., & Tham, K. (2009). Lived experience of driving ability following stroke. *Disability and Rehabilitation*, *31*(9), 726-733. <https://doi.org/10.1080/09638280802306539>
- Patomella, A.-H., Kottorp, A., & Tham, K. (2008). Awareness of driving disability in people with stroke tested in a simulator. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, *15*(3), 184-192. <https://doi.org/10.1080/11038120802087600>
- Paula, J. J. D., Costa, D. D. S., Bertola, L., Miranda, D. D., & Malloy-Diniz, L. F. (2013). Verbal fluency in older adults with low educational level : What is the role of executive functions and processing speed? *Revista Brasileira de Psiquiatria*, *35*(4), 440-442. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2013-1118>
- Pedersen, P. M., Jørgensen, H. S., Kammersgaard, L. P., Nakayama, H., Raaschou, H. O., & Olsen, T. S. (2001). Manual and Oral Apraxia in Acute Stroke, Frequency and Influence on Functional Outcome : The Copenhagen Stroke Study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, *80*(9), 685-692. <https://doi.org/10.1097/00002060-200109000-00008>
- Perrier, M.-J., Korner-Bitensky, N., & Mayo, N. E. (2010). Patient Factors Associated With Return to Driving Poststroke : Findings From a Multicenter Cohort Study. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *91*(6), 868-873. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.03.009>
- Pia, L., Neppi-Modona, M., Ricci, R., & Berti, A. (2004). The Anatomy of Anosognosia for Hemiplegia : A Meta-Analysis. *Cortex*, *40*(2), 367-377. [https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(08\)70131-X](https://doi.org/10.1016/S0010-9452(08)70131-X)
- Prigatano, G. P., & Neuropsychological Rehabilitation Program (Presbyterian Hospital, Okla.), Oklahoma City. (1986). *Neuropsychological Rehabilitation After Brain Injury*. Johns Hopkins University Press. <https://books.google.fr/books?id=4PprAAAAMAAJ>
- Quigley, F. L., & DeLisa, J. A. (1983). Assessing the Driving Potential of Cerebral Vascular Accident Patients. *The American Journal of Occupational Therapy*, *37*(7), 474-478. <https://doi.org/10.5014/ajot.37.7.474>
- Ragland, D. R., Satariano, W. A., & MacLeod, K. E. (2005). Driving Cessation and Increased Depressive Symptoms. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, *60*(3), 399-403. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.3.399>

- Ranchet, M., Akinwuntan, A. E., Tant, M., Salch, A., Neal, E., & Devos, H. (2016). Fitness-to-drive agreements after stroke : Medical versus practical recommendations. *European Journal of Neurology*, 23(9), 1408-1414. <https://doi.org/10.1111/ene.13050>
- Ranchet, M., Broussolle, E., Poisson, A., & Paire-Ficout, L. (2012). Relationships between Cognitive Functions and Driving Behavior in Parkinson's Disease. *European Neurology*, 68(2), 98-107. <https://doi.org/10.1159/000338264>
- Rapoport, M. J., Plonka, S. C., Finestone, H., Bayley, M., Chee, J. N., Vrkljan, B., Koppel, S., Linkewich, E., Charlton, J. L., Marshall, S., delCampo, M., Boulos, M. I., Swartz, R. H., Bhangu, J., Saposnik, G., Comay, J., Dow, J., Ayotte, D., & O'Neill, D. (2019). A systematic review of the risk of motor vehicle collision after stroke or transient ischemic attack. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 26(3), 226-235. Scopus. <https://doi.org/10.1080/10749357.2018.1558634>
- Rees, Janice., McKenna, Pat., Bell, Vaughan., Skucek, Emily., Nichols, E., & Fisher, P. (2008). The Rookwood Driving Battery : Normative older adult performance. *British Journal of Clinical Psychology*, 47(2), 139-151. <https://doi.org/10.1348/014466507X236042>
- Rey-Mermet, A., Gade, M., & Oberauer, K. (2018). Should we stop thinking about inhibition? Searching for individual and age differences in inhibition ability. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 44(4), 501-526. <https://doi.org/10.1037/xlm0000450>
- Reyes, M. L., McGehee, D.V., Jenness, J. W., Krueger, J., & Riegler, K. (2016, July). Video and non-video feedback interventions for teen drivers (Report No. DOT HS 812 291). Washington, DC: National Highway Traffic Safety Administration.
- Richardson, C., McKay, A., & Ponsford, J. L. (2014). The trajectory of awareness across the first year after traumatic brain injury : The role of biopsychosocial factors. *Brain Injury*, 28(13-14), 1711-1720. <https://doi.org/10.3109/02699052.2014.954270>
- Richardson, C., McKay, A., & Ponsford, J. L. (2015). Factors Influencing Self-Awareness Following Traumatic Brain Injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 30(2), E43-E54. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000048>
- Rosenfeld, M., Goverover, Y., & Weiss, P. (2022). Self-awareness predicts fitness to drive among adults referred to occupational therapy evaluation. *Frontiers in Rehabilitation Sciences*, 3, 1005025. <https://doi.org/10.3389/fresc.2022.1005025>
- Rothwell, P., Coull, A., Silver, L., Fairhead, J., Giles, M., Lovelock, C., Redgrave, J., Bull, L., Welch, S., Cuthbertson, F., Binney, L., Gutnikov, S., Anslow, P., Banning, A., Mant, D., & Mehta, Z. (2005). Population-based study of event-rate, incidence, case fatality, and mortality for all acute vascular events in all arterial territories (Oxford Vascular Study). *The Lancet*, 366(9499), 1773-1783. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(05\)67702-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(05)67702-1)
- Roussel, M., Martinaud, O., Hénon, H., Vercelletto, M., Bindschadler, C., Joseph, P.-A., Robert, P., Labauge, P., Godefroy, O., & on behalf of the GREFEX study group. (2016). The Behavioral and Cognitive Executive Disorders of Stroke : The GREFEX Study. *PLOS ONE*, 11(1), e0147602. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147602>
- Sacco, R. L., Wolf, P. A., & Gorelick, P. B. (1999). Risk factors and their management for stroke prevention : Outlook for 1999 and beyond. *Neurology*, 53(7 Suppl 4), S15-24.
- Salthouse, T. A. (2011). What cognitive abilities are involved in trail-making performance? *Intelligence*, 39(4), 222-232. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2011.03.001>

- Sangrar, R., Griffith, L. E., Letts, L., Ma, J., Porter, M. M., & Vrkljan, B. (2022). Refreshing Older Adults' Driving Skills (ROADSkills) : A randomized controlled trial examining the effect of video feedback. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, *90*, 35-46. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2022.07.019>
- Schanke, A., Rike, P., Mølmen, A., & Østen, P. (2008). Driving behaviour after brain injury : A follow-up of accident rate and driving patterns 6-9 years post-injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *40*(9), 733-736. <https://doi.org/10.2340/16501977-0256>
- Schmidt, J., Fleming, J., Ownsworth, T., & Lannin, N. A. (2013). Video Feedback on Functional Task Performance Improves Self-awareness After Traumatic Brain Injury : A Randomized Controlled Trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, *27*(4), 316-324. <https://doi.org/10.1177/1545968312469838>
- Schneider, W., & McGrew, K. (2012). The Cattell-Horn-Carroll model of intelligence. In *Contemporary intellectual assessment : Theories, tests, and issues* (p. 99-144).
- Schulz, P., Schaebitz, W., Driessen, M., Beblo, T., & Toepper, M. (2022). Recovery of driving fitness after stroke : A matter of time? *Journal of the American Geriatrics Society*, *70*(5), 1578-1580. <https://doi.org/10.1111/jgs.17681>
- Scott, C. A., Rapport, L. J., Coleman Bryer, R., Griffen, J., Hanks, R., & McKay, C. (2009). Self-assessment of driving ability and the decision to resume driving following stroke. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, *31*(3), 353-362. <https://doi.org/10.1080/13803390802169067>
- Sexton, E., McLoughlin, A., Williams, D. J., Merriman, N. A., Donnelly, N., Rohde, D., Hickey, A., Wren, M.-A., & Bennett, K. (2019). Systematic review and meta-analysis of the prevalence of cognitive impairment no dementia in the first year post-stroke. *European Stroke Journal*, *4*(2), 160-171. <https://doi.org/10.1177/2396987318825484>
- Shanahan, M. A., Pennington, B. F., Yerys, B. E., Scott, A., Boada, R., Willcutt, E. G., Olson, R. K., & DeFries, J. C. (2006). Processing Speed Deficits in Attention Deficit/Hyperactivity Disorder and Reading Disability. *Journal of Abnormal Child Psychology*, *34*(5), 584-601. <https://doi.org/10.1007/s10802-006-9037-8>
- Shao, Z., Janse, E., Visser, K., & Meyer, A. S. (2014). What do verbal fluency tasks measure? Predictors of verbal fluency performance in older adults. *Frontiers in Psychology*, *5*. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00772>
- Sherer, M., Bergloff, P., Boake, C., High Jr, W., & Levin, E. (1998). The Awareness Questionnaire : Factor structure and internal consistency. *Brain Injury*, *12*(1), 63-68. <https://doi.org/10.1080/026990598122863>
- Söderback, I., Bengtsson, I., Ginsburg, E., & Ekholm, J. (1992). Video feedback in occupational therapy : Its effects in patients with neglect syndrome. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *73*(12), 1140-1146.
- Söderström, S. T., Pettersson, R. P., & Leppert, J. (2006). Prediction of driving ability after stroke and the effect of behind-the-wheel training. *Scandinavian Journal of Psychology*, *47*(5), 419-429. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9450.2006.00550.x>
- Spaccavento, S., Marinelli, C. V., Nardulli, R., Macchitella, L., Bivona, U., Piccardi, L., Zoccolotti, P., & Angelelli, P. (2019). Attention Deficits in Stroke Patients : The Role of Lesion Characteristics, Time from Stroke, and Concomitant Neuropsychological Deficits. *Behavioural Neurology*, *2019*, 1-12. <https://doi.org/10.1155/2019/7835710>

- Squire, L. R. (2004). Memory systems of the brain : A brief history and current perspective. *Neurobiology of Learning and Memory*, 82(3), 171-177. <https://doi.org/10.1016/j.nlm.2004.06.005>
- Stapleton, T., Connolly, D., & O'Neill, D. (2015). Factors influencing the clinical stratification of suitability to drive after stroke : A qualitative study. *Occupational Therapy in Health Care*, 29(3), 253-271. Scopus. <https://doi.org/10.3109/07380577.2015.1036192>
- Stegmayr, B., & Asplund, K. (1995). Diabetes as a risk factor for stroke. A population perspective. *Diabetologia*, 38(9), 1061-1068. <https://doi.org/10.1007/BF00402176>
- Steward, K. A., Bull, T. P., & Wadley, V. G. (2019). Differences in self-awareness of functional deficits between amnesic single- and multidomain mild cognitive impairment. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 41(5), 544-553. <https://doi.org/10.1080/13803395.2019.1586839>
- Stolwyk, R., Bannirchelvam, B., Kraan, C., & Simpson, K. (2015). The cognitive abilities associated with verbal fluency task performance differ across fluency variants and age groups in healthy young and old adults. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 37(1), 70-83. <https://doi.org/10.1080/13803395.2014.988125>
- Strauss, E. H., Spreen, O., & Sherman, E. M. S. (2006). *A compendium of neuropsychological tests : Administration, norms, and commentary* (Third edition). Oxford University Press.
- Tham, K., & Tegnér, R. (1997). Video feedback in the rehabilitation of patients with unilateral neglect. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 78(4), 410-413. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90234-3](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90234-3)
- The association for Driver Rehabilitation Specialists. (2016). *Best Practice Guidelines for the Delivery of Driver Rehabilitation Services*.
- Tulving E. Episodic and semantic memory. In: Tulving E, Donaldson W, éd. *Organization of memory*. New York : Academic Press, 1972 : 381-403.
- Toglia, J. P. (1998). A dynamic interactional model to cognitive rehabilitation. In N. Katz (Ed.), *Cognition and occupation in rehabilitation: Models for intervention in occupational therapy* (pp. 5–50). Bethesda, MD: American Occupational Therapy Association.
- Toglia, J., & Kirk, U. (2000). Understanding awareness deficits following brain injury. *NeuroRehabilitation*, 15(1), 57-70. <https://doi.org/10.3233/NRE-2000-15104>
- Toglia, J., & Goverover, Y. (2022). Revisiting the dynamic comprehensive model of self-awareness : A scoping review and thematic analysis of its impact 20 years later. *Neuropsychological Rehabilitation*, 32(8), 1676-1725. <https://doi.org/10.1080/09602011.2022.2075017>
- Tremblay, M.-P., Potvin, O., Callahan, B. L., Belleville, S., Gagnon, J.-F., Caza, N., Ferland, G., Hudon, C., & Macoir, J. (2015). Normative Data for the Rey-Osterrieth and the Taylor Complex Figure Tests in Quebec-French People. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 30(1), 78-87. <https://doi.org/10.1093/arclin/acu069>
- Tulving, E. (1985). Memory and consciousness. *Canadian Psychology / Psychologie Canadienne*, 26(1), 1-12. <https://doi.org/10.1037/h0080017>
- Uc, E. Y., Rizzo, M., Anderson, S. W., Shi, Q., & Dawson, J. D. (2005). Driver Identification of Landmarks and Traffic Signs after a Stroke. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1922(1), 9-14. <https://doi.org/10.1177/0361198105192200102>
- Van der Linden, M., Coyette, F., Poitrenaud, J., Kalafat, M., Calacis, F., Wyns, C., & Adam, S. (2004). *L'épreuve de rappel libre/rappel indicé à 16 items (RL/RI-16)*.

- Varkanitsa, M., Godecke, E., & Kiran, S. (2023). How Much Attention Do We Pay to Attention Deficits in Poststroke Aphasia? *Stroke*, *54*(1), 55-66. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.122.037936>
- Waka Kotahi NZ Transport Agency. (2014). *Medical aspects of fitness to drive : A guide for medical practitioners*. NZ Transport Agency.
- Wallace, H. E., Gullo, H. L., Copland, D. A., Rotherham, A., & Wallace, S. J. (2024). Does aphasia impact on return to driving after stroke? A scoping review. *Disability and Rehabilitation*, 1-24. <https://doi.org/10.1080/09638288.2024.2317989>
- Walton-Blane, A., Lee, H., Lee, M., Parsons, R., & Falkmer, T. (2016). *The cognitive and socio-demographic influences on driving performance and driving cessation in post-stroke drivers*. 75-90.
- Wannepain-Despretz, S., Tourbier, V., Routier-Thorel, A., Fourre-Renard, F., Bonnin, C., & Roussel, M. (2016). Chapitre 14. La batterie GRECOG-VASC. In *La batterie GRECOGVASC* (p. 205-219). De Boeck Supérieur; Cairn.info. <https://www.cairn-sciences.info/la-batterie-grecogvasc--9782353273584-p-205.htm>
- Warlow, C. (1998). Epidemiology of stroke. *The Lancet*, *352*, S1-S4. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(98\)90086-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(98)90086-1)
- White, H., Boden-Albala, B., Wang, C., Elkind, M. S. V., Rundek, T., Wright, C. B., & Sacco, R. L. (2005). Ischemic Stroke Subtype Incidence Among Whites, Blacks, and Hispanics : The Northern Manhattan Study. *Circulation*, *111*(10), 1327-1331. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000157736.19739.D0>
- Yu, S., Muhunthan, J., Lindley, R., Glozier, N., Jan, S., Anderson, C., Li, Q., & Hackett, M. L. (2016). Driving in stroke survivors aged 18–65 years : The Psychosocial Outcomes In Stroke (POISE) Cohort Study. *International Journal of Stroke*, *11*(7), 799-806. Scopus. <https://doi.org/10.1177/1747493016641952>
- Ziegler, W., Aichert, I., Staiger, A., Willmes, K., Baumgaertner, A., Grewe, T., Flöel, A., Huber, W., Ricker, R., Korsukewitz, C., & Breitenstein, C. (2022). The prevalence of apraxia of speech in chronic aphasia after stroke : A bayesian hierarchical analysis. *Cortex*, *151*, 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.02.012>
- Zomeran, A. H., & Brouwer, W. H. (1994). *Clinical neuropsychology of attention*. Oxford University Press.

Index des figures

Figure 1. Schéma représentant le modèle pyramidal de la conscience de soi de Crosson et al. 1989...	33
Figure 2. Schéma représentatif du modèle de Michon (1985) avec l'ajout de l'implication des fonctions cognitives introduites par Ranchet et al. (2012)	38
Figure 3. Schéma représentatif du modèle de Anstey et al. (2005).....	40
Figure 4. Schéma explicatif du modèle de Krems & Baumann (2009) adapté du modèle de Kintsch (1998). Adaptation personnelle	43
Figure 5. Schéma explicatif du modèle de Lindstrom-Forneri et al., (2010)	44
Figure 6. Schéma représentant l'évaluation de l'aptitude à la conduite préconisée par la Haute Autorité de Santé	47
Figure 7. Graphique adapté de l'article de Schulz et al. 2022 Recovery of driving fitness after stroke: A matter of time?.....	91
Figure 8. Schéma représentant le protocole AUTOCAM-AVC.....	102
Figure 9. Scores médians (/100) avant et après l'entretien selon la présence ou l'absence du feedback vidéo.	105
Figure 10. Scores médians (/100) avant et après l'entretien avec feedback vidéo.	106
Figure 11. Scores médians (/100) avant et après l'entretien sans feedback vidéo.	106
Figure 12. Scores médians du participant 1 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	108
Figure 13. Scores médians du participant 3 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	108
Figure 14. Scores médians du participant 10 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	108
Figure 15. Scores médians du participant 12 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	108
Figure 16. Scores médians du participant 4 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	109
Figure 17. Scores médians du participant 8 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	109
Figure 18. Scores médians du participant 11 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	109
Figure 19. Scores médians du participant 2 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	111
Figure 20. Scores médians du participant 5 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	111
Figure 21. Scores médians du participant 6 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	111
Figure 22. Scores médians du participant 7 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	111
Figure 23. Scores médians du participant 9 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	112
Figure 24. Scores médians du participant 13 avant et après l'entretien et le score médian des professionnels de la conduite.	112
Figure 25. Flowchart description de l'inclusion des participants	124
Figure 26. Dendrogramme représentant la classification hiérarchique des participants (n = 69 ; méthode de Ward).	128

Figure 27. Représentation du nombre de personnes par fonctions étudiées	147
Figure 28. Flowchart représentant le plan des analyses.	149
Figure 29. Proportion de personnes en fonction de leur profil mnésique et de leur recommandation.	152
Figure 30. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire épisodique en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite.....	155
Figure 31. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire de travail en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite	155
Figure 32. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant les capacités visuo-perceptives en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite	155
Figure 33. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la vitesse de traitement en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite.....	155
Figure 34. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la flexibilité en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite.....	156
Figure 35. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant l'inhibition en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite.....	156
Figure 36. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant l'évocation lexicale en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite	156
Figure 37. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire épisodique en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	159
Figure 38. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la mémoire de travail en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	159
Figure 39. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant les capacités visuo-perceptives en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	159
Figure 40. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la vitesse de traitement en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	159
Figure 41. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant la flexibilité en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	160
Figure 42. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant l'inhibition en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	160
Figure 43. Représentation graphique des performances aux épreuves évaluant les capacités d'évocation lexicale en fonction de la reprise ou l'arrêt de la conduite	160
Figure 44. Représentation graphique des différentes études de ce travail de thèse au sein du processus de reprise de la conduite	170
Figure 45. Schéma représentatif des facteurs influençant le processus de reprise de la conduite.....	180

Index des tableaux

Tableau 1. Caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des personnes selon l'établissement.....	81
Tableau 2. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite de l'échantillon total, selon la recommandation d'aptitude à la conduite	87
Tableau 3. Caractéristiques cliniques de l'échantillon total, selon la recommandation d'aptitude à la conduite	88
Tableau 4. Récapitulatif des variables conservées dans les modèles	89
Tableau 5. Caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite de l'échantillon total, selon la randomisation avec ou sans feedback vidéo.....	104
Tableau 6. Caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des participants ayant eu un feedback vidéo, selon un effet ou non du feedback vidéo.....	114
Tableau 7. Performances aux tests neuropsychologiques des participants ayant eu un feedback vidéo, selon un effet ou non du feedback vidéo	115
Tableau 8. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite de l'échantillon total, selon la reprise ou l'arrêt de la conduite.....	125
Tableau 9. Caractéristiques cliniques de l'échantillon total, selon la reprise ou l'arrêt de la conduite	126
Tableau 10. Aperçu des sept questions utilisées pour le regroupement hiérarchique	127
Tableau 11. Différences de perception de la conduite entre les deux groupes/clusters trois ans après l'évaluation d'aptitude à la conduite	129
Tableau 12. Caractéristiques sociodémographiques et de conduite de l'échantillon total et comparaison entre ceux qui ont modifié leur conduite vs ceux qui ne l'ont pas modifié.....	130
Tableau 13. Caractéristiques cliniques de l'échantillon total et comparaisons entre le groupe avec perception de conduite modifiée du groupe avec perception de conduite non modifiée.....	131
Tableau 14. Récapitulatif des tests réalisés par les personnes.....	143
Tableau 15. Répartition des personnes selon leurs profils cognitifs en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite	151
Tableau 16. Répartition des personnes selon leurs scores Z en fonction de la recommandation d'aptitude à la conduite	153
Tableau 17. Répartition des personnes selon leurs profils cognitifs en fonction de la reprise de la conduite	157
Tableau 18. Répartition des personnes selon leurs scores Z en fonction de la reprise de la conduite.	158

Annexes

Annexe A. Questionnaires étude pilote

- Questionnaire de l'entretien suite à la mise en situation de conduite, à remplir par le participant

ENTRETIEN POST-CONDUITE : Qentr-pa
À compléter au cours de l'entretien avec le patient

- *Le choix de la première situation revient au patient. Si le patient n'identifie pas de situations difficiles, le binôme pourra la choisir. Pour les autres situations, si le binôme (ergothérapeute et enseignant de la conduite) a identifié des situations de conduite considérées comme difficiles, une à trois situations de conduite seront choisies par le binôme.*
- *Pour les patients pour lesquels le binôme n'aura pas identifié de situations difficiles, les situations évaluées seront au choix : tourner à gauche, sens giratoire, carrefour complexe.*

Situation 1

Vous rappelez-vous d'une situation imprévue qui s'est produite sur le parcours (quelqu'un qui traverse soudainement, des travaux, obstacles sur la route, déviation) ?

0 non 1 oui

choisie par :

1 le patient 2 le binôme 3 prédéfinie

Si prédéfinie : 1 tourne à gauche 2 carrefour complexe 3 sens giratoire

Description de la situation choisie:

.....

A remplir avant l'analyse de la situation n°1

Questions adressées aux patients

1. Cette situation vous a paru :

1 très difficile 2 plutôt difficile 3 plutôt facile 4 très facile

<p>Pourquoi ? réponse libre:</p>
<p>2. Comment pensez-vous avoir agi dans cette situation ?</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p>
<p>3. Comment pensez-vous avoir agi avec les commandes (pédales, volant, boîte de vitesses ?)</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p> <p>Si réponse 1 ou 2, précisez quelle commande.....</p>
<p>4. Comment pensez-vous avoir adapté</p> <ul style="list-style-type: none"> • Votre vitesse ? <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vos distances de sécurité ? <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien <input type="checkbox"/>0 N.A</p>
<p>5. Pensez-vous avoir pris de bonnes décisions (vous arrêter, vous engager...)</p> <p><input type="checkbox"/>1 non <input type="checkbox"/>2 plutôt non <input type="checkbox"/>3 plutôt oui <input type="checkbox"/>4 oui</p>
<p>6. Pensez-vous que le véhicule en face (s'il y en avait un) a réagi ?</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien <input type="checkbox"/>0 N.A</p>
<p>7. Avez-vous réussi à surmonter les difficultés liées à cette situation ?</p> <p><input type="checkbox"/>1 non <input type="checkbox"/>2 plutôt non <input type="checkbox"/>3 plutôt oui <input type="checkbox"/>4 oui <input type="checkbox"/>0 N.A</p>

Situation 1 avant : Score sur 28 (sans compter la question 6) : _____

A remplir après l'analyse de la situation n°1
Questions adressées aux patients
<p>1. Cette situation vous a paru :</p> <p><input type="checkbox"/>1 très difficile <input type="checkbox"/>2 plutôt difficile <input type="checkbox"/>3 plutôt facile <input type="checkbox"/>4 très facile</p> <p>Pourquoi ? réponse libre:</p>
<p>2. Comment pensez-vous avoir agi dans cette situation ?</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p>
<p>3. Comment pensez-vous avoir agi avec les commandes (pédales, volant, boîte de vitesses ?)</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p> <p>Si réponse 1 ou 2, précisez quelle commande.....</p>
<p>4. Comment pensez-vous avoir adapté</p> <ul style="list-style-type: none"> • votre vitesse ? <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vos distances de sécurité ? <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien <input type="checkbox"/>0 N.A</p>
<p>5. Pensez-vous avoir pris de bonnes décisions (vous arrêter, vous engager...)</p> <p><input type="checkbox"/>1 non <input type="checkbox"/>2 plutôt non <input type="checkbox"/>3 plutôt oui <input type="checkbox"/>4 oui</p>
<p>6. Pensez-vous que le véhicule en face (s'il y en avait un) a réagi ?</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien <input type="checkbox"/>0 N.A</p>
<p>7. Avez-vous réussi à surmonter les difficultés liées à cette situation ?</p> <p><input type="checkbox"/>1 non <input type="checkbox"/>2 plutôt non <input type="checkbox"/>3 plutôt oui <input type="checkbox"/>4 oui <input type="checkbox"/>0 N.A</p>

Situation 1 après : Score sur 28 (sans compter la question 6) : _____

- Questionnaire de l'entretien suite à la mise en situation de conduite, à remplir par l'ergothérapeute

ENTRETIEN POST-CONDUITE : Qentr-pro

À compléter par l'enseignant de la conduite et l'ergothérapeute

- Ergothérapeute
- Enseignant de la conduite

Situation n°1

Rappel de la situation choisie:

.....
.....

Le patient s'est-il rappelé une situation imprévue qui s'est produite sur le parcours ?

0 non 1 oui

Si oui, laquelle ? Si non, situation proposée :

.....

<p>1. Pour le patient, la situation a-t-elle été :</p> <p><input type="checkbox"/>1 très difficile <input type="checkbox"/>2 plutôt difficile <input type="checkbox"/>3 plutôt facile <input type="checkbox"/>4 très facile</p>
<p>2. Comment pensez-vous que le patient a agi dans cette situation ?</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p>
<p>3. Comment pensez-vous que le patient a agi avec les commandes (pédales, volant, boîte de vitesses ?)</p> <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p> <p>Si réponse 1 ou 2, précisez quelle commande.....</p>
<p>4. Comment pensez-vous que le patient a adapté :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sa vitesse ? <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ses distances de sécurité ? <p><input type="checkbox"/>1 pas bien du tout <input type="checkbox"/>2 plutôt pas bien <input type="checkbox"/>3 plutôt bien <input type="checkbox"/>4 très bien <input type="checkbox"/>0 N.A</p>

5. Pensez-vous que le patient a pris de bonnes décisions (s'arrêter, s'engager...)

1 non 2 plutôt non 3 plutôt oui 4 oui

6. Pensez-vous que le véhicule en face a réagi (s'il y en avait un) ?

1 pas bien du tout 2 plutôt pas bien 3 plutôt bien 4 très bien 0 N.A.

Situation 1 : Score sur 28 (sans compter la question 6) : _____

Annexe B. Publications et communications

Publications

C. Gasne, L. Paire-Ficout, S. Bordel, S. Lafont, and M. Ranchet, "Takeover performance of older drivers in automated driving: a review," *Transportation research part F: traffic psychology and behaviour*, vol. 87, pp. 347-364, 2022.

Gasne, C., Hoang, I., Ranchet, M., Guet, J.-L. L., Delebecque, M.-C., Evennou, M., Allain, C., Guillaume, E., Penvern, N., Luauté, J., Paire-Ficout, L., & Coignard, P. (s. d.). *Accident vasculaire cérébral et reprise de la conduite.*

DOSSIER

SOFMER

Actualités en Médecine Physique
et de Réadaptation

Accident vasculaire cérébral et reprise de la conduite

Stroke and return to driving

C. Gasne¹, I. Hoang¹, M. Ranchet¹, J.-L. Le Gulet², M.-C. Delebecque², M. Evennou¹, C. Allain², E. Guillaume², N. Penvern², J. Luauté³, L. Paire-Ficout¹, P. Colgnard²

POINTS FORTS

- ▶ L'accident vasculaire cérébral (AVC) est souvent responsable de séquelles neurologiques qui peuvent avoir un retentissement important sur le quotidien, et notamment sur la conduite automobile.
- ▶ Parmi les déficits survenant après un AVC, ce sont davantage les déficits cognitifs plutôt que les déficits moteurs qui influencent la reprise de la conduite.
- ▶ Les déficits moteurs peuvent être compensés par des adaptations du véhicule (boîte automatique, boule au volant, commande à la main, etc.). Néanmoins, les troubles cognitifs peuvent influencer la reprise de la conduite des personnes post-AVC.
- ▶ L'intérêt d'une approche pluriprofessionnelle pour l'évaluation de l'aptitude à la conduite des personnes post-AVC est mis en avant.

- ▶ *Stroke is often responsible for neurological sequelae that can have a significant impact on daily life, particularly on driving.*
- ▶ *Among post stroke deficits, this is more the cognitive deficits rather than the motor deficits that may impact the return to driving.*
- ▶ *Motor deficits may be compensated by vehicle adaptations (automatic transmission, steering wheel ball, hand control, etc.). Nevertheless, cognitive impairment can influence the return of driving in post-stroke individuals.*
- ▶ *The interest of a multi-professional approach for fitness to drive assessment of post-stroke individuals is put forward.*

HIGHLIGHTS

Mots-clés : Accident vasculaire cérébral – Reprise de la conduite – Évaluation pluriprofessionnelle – Réadaptation – Aptitude à la conduite

Keywords: Stroke – Return to driving – Multi-professional assessment – Rehabilitation – Fitness to drive

Accident vasculaire cérébral

Épidémiologie

Les AVC représentent la 3^e cause de mortalité en France et la 1^{re} cause de handicap chez l'adulte. Selon les données de Santé publique France, 123 000 personnes ont été hospitalisées pour un AVC en 2019. La prévalence des AVC est légèrement plus forte chez les hommes (1,3 %) que chez les femmes (1,2 %) et elle augmente fortement avec l'âge (6,1 % entre 75 et 84 ans et 9,5 % pour les plus de 85 ans). Si les AVC touchent plutôt les personnes âgées de 65 ans et plus, 25 % des personnes post-AVC ont moins de 65 ans et environ 10 % moins de 45 ans [1]. Un quart des personnes post-AVC ne reprennent pas d'activité professionnelle et, chez 11 % des personnes présentant des séquelles, la vie en institution est nécessaire (tous âges confondus). Une des activités de la vie quotidienne principalement touchée par la survenue d'un AVC est la conduite automobile.

Répercussions sur les capacités de conduite

La conduite automobile requiert des capacités sensorielles, motrices et cognitives efficaces pour

garantir une conduite sans risque. Un individu doit être en mesure de gérer les différentes situations de conduite et agir de manière adaptée. Parmi les différentes fonctions cognitives impliquées dans la conduite automobile, la flexibilité mentale, la planification et la vitesse de traitement jouent des rôles essentiels. La conduite nécessite également une bonne capacité à contrôler et à auto-estimer ces dernières. Un défaut de conscience de ses propres déficits (anosognosie) peut ainsi altérer l'évaluation de ses propres facultés et avoir des répercussions sur la capacité de conduite automobile [2].

Les aptitudes à la conduite sont la plupart du temps dégradées avec la survenue d'un AVC. Les performances de conduite s'avèrent nettement moins bonnes que celles des conducteurs du groupe témoin appariés selon l'âge [3, 4]. Par ailleurs, la prise en compte des autres usagers de la route n'est pas très adaptée et la réalisation de 2 actions simultanément est difficile (par exemple, prendre en compte un événement soudain en maintenant le véhicule sur la voie). L'enjeu est donc de déterminer précisément si les personnes ayant subi un AVC sont en mesure de reprendre la conduite en toute sécurité et s'il est nécessaire de proposer des adaptations ou des aménagements à leur conduite (éviter les trajets trop longs, utiliser une boîte automatique).

¹ Laboratoire ESCOT, université Gustave-Eiffel, Lyon.

² Unité de conduite automobile adaptée du centre mutualiste de rééducation et réadaptation fonctionnelle de Kerpage, Ploemeur.

³ Service de médecine physique et réadaptation, hôpital Henry Gabrielle, Lyon.

Il est donc essentiel d'évaluer l'aptitude à la conduite suivant une approche pluriprofessionnelle telle qu'elle est préconisée par la Haute Autorité de santé (HAS) en 2016 [5]. La reprise de la conduite automobile est primordiale pour les personnes post-AVC, puisqu'elle est synonyme de reprise d'activité, d'autonomie et d'indépendance. À l'opposé, l'arrêt de la conduite est souvent vécu comme une perte d'autonomie qui peut dégrader la qualité de vie des individus.

Reprise de la conduite automobile après un AVC

Certaines études menées au Canada ou aux États-Unis révèlent que le taux de reprise de la conduite après un AVC se situe entre 35 % [6] et 46 % [7, 8]. Par ailleurs, bien que les performances de conduite soient altérées, il semblerait que les personnes post-AVC n'aient pas plus d'accidents de la circulation que le groupe contrôle [9]. La reprise de la conduite automobile après un AVC dépend de plusieurs facteurs, comme l'âge, la sévérité de l'AVC et les déficits moteurs et cognitifs. Plus les personnes sont jeunes, plus elles sont aptes à reprendre rapidement la conduite [9]. La sévérité de l'AVC, évaluée par des mesures d'indépendance fonctionnelle, est corrélée à la reprise de la conduite : le taux de reprise des personnes autonomes est plus important que le taux de celles qui le sont moins [10]. Les déficits moteurs ne semblent pas avoir d'influence sur le retour à la conduite, car ils peuvent être compensés par des adaptations du véhicule (boîte automatique, boule au volant, commande à la main, etc.). Ce sont davantage les troubles cognitifs qui vont influencer la reprise de la conduite des personnes post-AVC (figure) [7].

Une évaluation globale des différents types de déficits est nécessaire pour statuer sur l'aptitude à la conduite des personnes post-AVC. Les procédures d'évaluation ainsi que la législation varient considérablement d'un pays à l'autre.

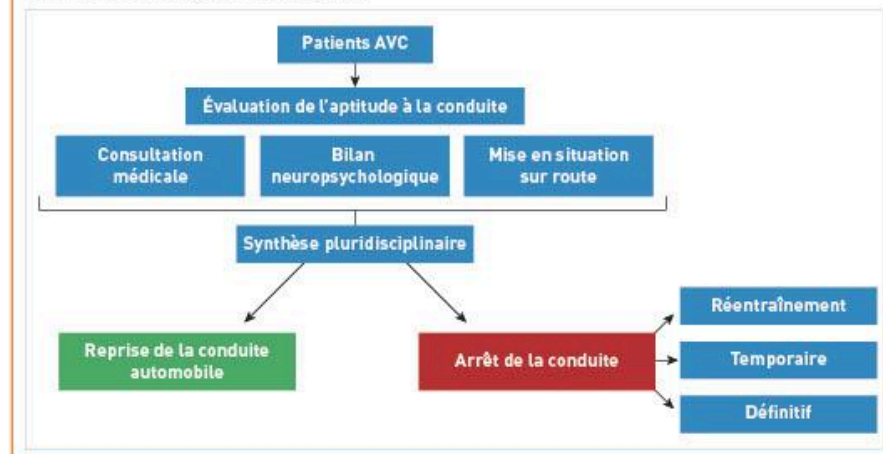
Évolution de la législation en France

L'arrêté du 21 décembre 2005 [11] déclarait une incompatibilité temporaire de la conduite suite à un AVC, avec un avis spécialisé si nécessaire. La mise à jour récente de l'arrêté (daté du 3 avril 2022) [12] met l'accent sur une évaluation pluriprofessionnelle : "incompatibilité tant que l'état n'est pas stabilisé et que le bilan n'a pas été réalisé par une équipe pluriprofessionnelle comprenant au moins un médecin spécialisé, neurologue ou médecin MPR, et un ergothérapeute". Ce nouvel arrêté rejoint les recommandations de la Haute Autorité de santé [5]. Une fois le bilan établi, un médecin agréé par la préfecture émet un avis officiel quant au maintien ou non de la conduite.

Évaluation de l'aptitude à la conduite automobile

Sur la base de ces recommandations et conformément au nouvel arrêté, certains hôpitaux ou centres de rééducation effectuent une évaluation pluriprofessionnelle de l'aptitude à la conduite. Les centres proposant cette expertise sont peu nombreux à l'échelle nationale et les modèles peuvent différer de façon importante en fonction des centres. L'évaluation peut comprendre une consultation médicale, une évaluation des fonctions cognitives et visuelles et une mise en situation sur route. Pendant la consultation médicale, le médecin évalue entre autres la vision, l'audition et

Figure. Schéma représentant l'évaluation de l'aptitude à la conduite chez les personnes post-AVC au sein d'un service de médecine physique et réadaptation.



la coordination motrice. Le bilan neuropsychologique est établi lorsque le médecin et/ou la personne en fait la demande. Ce bilan évalue le fonctionnement cognitif avec des tests évaluant notamment les fonctions exécutives, attentionnelles, les capacités mnésiques, ainsi que les capacités visuospatiales. De nombreuses études ont cherché à évaluer la valeur prédictive de certains tests neuropsychologiques sur les performances de conduite des personnes post-AVC. Le *trail making test* (TMT), notamment la partie B [6], mais aussi le *dot cancellation test*, le *square matrix* et le *test de reconnaissance des panneaux* issus de la batterie Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA) [13] se sont révélés pertinents pour évaluer la performance de conduite. Bien que certains tests semblent être de bons prédicteurs, aucun test neuropsychologique ne permet à lui seul de prédire les performances de conduite sur route.

Globalement, dans la littérature, une mise en situation sur route est considérée comme le *gold standard* pour évaluer l'aptitude à la conduite [14]. Lors de cette mise en situation, l'enseignant de la conduite et l'ergothérapeute évaluent le comportement de conduite des personnes en situation réelle. À l'issue de cette évaluation, une synthèse pluriprofessionnelle, comprenant les éléments de tous les professionnels, est effectuée afin de donner un avis sur la reprise de la conduite. L'avis peut être favorable sans restriction, ou nécessiter des aménagements du poste de conduite ou des restrictions de conduite (éviter la conduite de nuit ou sur des longs trajets). L'avis peut être défavorable avec un arrêt temporaire (sous condition par exemple d'un réentraînement), ou définitif. Lorsque l'avis est rendu, les aspects réglementaires sont systématiquement abordés : le programme de régularisation du permis, les risques encourus en cas de reprise sans avis autorisé du médecin agréé des permis. L'avis de l'équipe pluriprofessionnelle est ensuite transmis au médecin agréé par la préfecture qui décide de l'aptitude, définitive ou temporaire (durée de validité entre 6 mois et 5 ans), ou de l'inaptitude.

Intérêt d'une évaluation pluriprofessionnelle

Une évaluation pluriprofessionnelle est importante car elle va permettre d'objectiver de façon globale l'aptitude à la conduite des personnes post-AVC. De plus, il apparaît que les professionnels ne se fondent pas sur les mêmes critères pour formuler leur avis d'aptitude à la conduite. Une étude menée chez 735 personnes post-AVC venant pour une évaluation au CARA (centre d'aptitude à la conduite et d'adaptation des véhicules) du Vias Institute, en Belgique en 2013, avait pour objectif d'identifier les facteurs cliniques, démographiques et de conduite expliquant au mieux la recommandation d'aptitude à la conduite faite par le médecin ou l'évaluateur sur route [8]. Les résultats ont montré que les critères privilégiés par les médecins étaient le bilan des précédentes visites au centre d'évaluation et le nombre de comorbidités, alors que les facteurs privilégiés par les évaluateurs de la conduite sur route

étaient l'âge, les précédentes visites au centre, l'acuité binoculaire, l'expérience de conduite. Ce constat souligne l'importance d'une prise en charge pluriprofessionnelle lors des évaluations d'aptitude à la conduite. Pour certaines personnes post-AVC, la reprise de la conduite ne peut se faire qu'après un réentraînement dans l'objectif d'améliorer leur conduite. Mais quelles sont les différentes méthodes de réadaptation utilisées pour améliorer la conduite et sont-elles efficaces ?

Réadaptation de la conduite automobile

Deux approches existent dans le champ de la réadaptation des capacités de conduite. La 1^{re} approche consiste à entraîner les habiletés sous-jacentes à la conduite. Ce type d'entraînement est centré sur les déficits, il va se concentrer sur les compétences perceptives, cognitives, physiques ou visuelles, par l'utilisation d'exercices papier-crayon ou informatisés, ainsi que des programmes d'entraînement spécialisés. La 2^e approche est contextuelle (ou fonctionnelle). Elle utilise des outils plus proches d'une situation réelle, comme l'entraînement sur simulateur de conduite, des leçons de conduite sur route et des tâches cognitives axées sur la conduite. Ces entraînements peuvent s'effectuer sur un véhicule ordinaire pour permettre aux personnes de reprendre progressivement la conduite, ou bien s'effectuer sur un véhicule avec un ou plusieurs aménagements, afin de permettre aux personnes de se familiariser à un nouveau véhicule adapté.

Il existe peu d'études ayant réussi à prouver l'efficacité de la méthode de réadaptation sur les capacités de conduite des personnes post-AVC. Seule 1 étude a permis d'observer une amélioration des performances de conduite après un entraînement sur simulateur chez les personnes post-AVC [14]. Un entraînement sur simulateur de conduite, à raison de 15 h par semaine pendant 3 semaines, augmente significativement la probabilité d'obtenir un avis favorable pour reprendre la conduite (73 % avec entraînement contre 42 % sans entraînement), ainsi que les performances de conduite en situation réelle.

Conclusion

La survenue d'un AVC peut entraîner des séquelles cognitives et motrices avec des conséquences sur les activités de la vie quotidienne, comme la conduite automobile. La reprise de la conduite automobile est particulièrement importante pour ces personnes, puisqu'elle permet un maintien de l'autonomie et l'indépendance des personnes post-AVC. C'est pourquoi il est essentiel d'évaluer au plus juste l'aptitude à la conduite de ces personnes. Une évaluation pluriprofessionnelle comprenant un bilan médical, une évaluation neuropsychologique, et une mise en situation sur route est préconisée. Des travaux de recherche doivent être menés pour mieux évaluer les déficiences et les incapacités compatibles ou non avec la reprise de la conduite et améliorer les programmes de rééducation.

Références bibliographiques

1. Lecoffre C et al. L'accident vasculaire cérébral en France : patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolutions 2008-2014. file:///Users/libre-4/Downloads/40563_13283-ps.pdf
2. Blane AL. Driving on the brain: an investigation of cerebrovascular accident and driving, and the development of a post-stroke driver profile. [file:///Users/libre-4/Downloads/Blane%20A%202017%20\(1\).pdf](file:///Users/libre-4/Downloads/Blane%20A%202017%20(1).pdf)
3. Lundqvist A et al. Neuropsychological aspects of driving after a stroke : in the simulator and on the road. *Appl Cogn Psychol* 2000; 14: 135-50.
4. McKay C et al. Self-evaluation of driving simulator performance after stroke. *Top Stroke Rehabil* 2011; 18(5):549-61.
5. Label de la HAS - Reprise de la conduite automobile après lésion cérébrale acquise non évolutive - https://www.has-sante.fr/jcms/c_2590287/fr/label-de-la-has-reprise-de-la-conduite-a-automobile-apres-lesion-cerebrale-acquise-non-evolutive
6. Mazer BL et al. Predicting ability to drive after stroke. *Arch Phys Med Rehabil* 1998; 79(7):743-50.
7. Devos H et al. Screening for fitness to drive after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurology* 2011; 76(8):747-56.
8. Ranchet M et al. Fitness-to-drive agreements after stroke: medical versus practical recommendations. *Eur J Neurol* 2016; 23(9):1408-14.

Retrouvez l'intégralité des références bibliographiques sur www.edimark.fr

C. Gasne, I. Hoang, M. Ranchet, J.-L. Le Guiet, M.-C. Delebecque, M. Evemou, C. Allain, E. Guillaume, N. Penvern, J. Luauté, L. Paire-Ficout et P. Coignard déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts en relation avec cet article.

Références bibliographiques (suite p. 15)

9. Devos H et al. Effect of simulator training on fitness-to-drive after stroke: a 5-year follow-up of a randomized controlled trial. *Neurorehabil Neural Repair* 2010;24(9):843-50.
10. Aufman EL et al. Predictors of return to driving after stroke. *Am J Phys Med Rehabil* 2013;92(7):627-34.
11. Arrêté du 28 mars 2022 fixant la liste des affections médicales incompatibles ou compatibles avec ou sans aménagements ou restrictions pour l'obtention, le renouvellement ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée (refonte). *JORF* n°0079, 3 avril 2022.
12. Arrêté du 31 août 2010 modifiant l'arrêté du 21 décembre 2005 fixant la liste des affections médicales incompatibles avec l'obtention ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée. *JORF* n°0213, 14 sept. 2010.
13. Nouri F, Lincoln N. Validation of a cognitive assessment: predicting driving performance after stroke. *Clin Rehabil* 1992;6(4):275-81.
14. Akinwuntan AE et al. Effect of simulator training on driving after stroke: a randomized controlled trial. *Neurology* 2005;65(6):843-50.

Gasne, C., Ranchet, M., Evennou, M., Delebecque, M.-C., Hoang, I., Coignard, P., & Paire-Ficout, L. (2024). Fitness-to-drive recommendations in post-stroke patients : A retrospective study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, 33(8), 107781. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.107781>

Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 33 (2024) 107781



Contents lists available at ScienceDirect

Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases

journal homepage: www.elsevier.com/locate/jstroke



Fitness-to-drive recommendations in post-stroke patients: a retrospective study

Clara Gasne^{a,*}, Maud Ranchet^a, Myriam Evennou^a, Marie-Caroline Delebecque^b, Isabelle Hoang^a, Pauline Coignard^b, Laurence Paire-Ficout^a

^a TS2-LESCOT, Univ Gustave Eiffel, IFSTTAR, Univ Lyon, F-69675, Lyon, France

^b Unité de conduite automobile adaptée du centre mutualiste de rééducation et réadaptation fonctionnelle de Kerpape, Ploemeur

ARTICLE INFO

Keywords:
Fitness-to-drive
Stroke
Multi-professional assessment
Retrospective study
Recommendation

ABSTRACT

Background: Stroke sequelae can have an impact on daily life activities such as driving. French legislation stipulates that post-stroke patients should undergo a multi-professional fitness-to-drive assessment before being allowed to drive again. This retrospective study aims to explore the determinants of multi-professional fitness-to-drive recommendations.

Methods: Sixty-six post-stroke patients assessed for fitness to drive in the Kerpape Center, France in 2019 were included. Favorable or unfavorable driving recommendations were attributed to patients following a joint decision by a multi-professional team. Individual characteristics obtained from medical records were compared.

Results: Findings showed that 64% of stroke patients received a favorable fitness-to-drive recommendation. Across all demographic, clinical, and driving characteristics, the time interval between stroke and assessment was significantly longer for patients designated as unfit to drive than for those designated as fit to drive ($P = .004$). Furthermore, the proportion of instrumental sequelae was higher in patients designated as unfit to drive than in those designated as fit to drive ($P = .022$). Stepwise logistic regression showed that the presence of instrumental sequelae, mainly aphasia, was the best predictor of fitness-to-drive recommendations.

Conclusions: The post-stroke time interval and the presence of instrumental sequelae explained the difference between patients recommended as fit-to-drive and unfit-to-drive. Furthermore, aphasia was found to be the best predictor of a fitness-to-drive recommendation. It is possible that aphasia impacts the understanding of instructions during on-road testing. These findings emphasize the need for a standardized multi-professional fitness-to-drive assessment, since the determinants of fitness-to-drive recommendation differ between studies.

Introduction

Every year in France, strokes affect 140 000 people, and are the first cause of acquired disability in adults.¹ Stroke is an interruption of blood flow in the brain caused by blood clot (ischemic stroke) or blood vessel rupture (hemorrhagic stroke). Ischemic stroke occurs in about 87% of patients.² The main sequelae of stroke affect balance (50%), memory (42%), motor ability (37%), and induce visual (23%) language, and communication (34%) impairments.³ Stroke (ischemic or hemorrhagic) sequelae also have negative repercussions on daily activities such as driving.^{4,5,6}

Since 2016, French legislation has recommended that stroke patients should undergo a multi-professional fitness-to-drive assessment before being allowed to drive again.^{7,8} This includes a medical examination,

neuropsychological assessment and an on-road test.⁹ Based on this assessment, the multi-professional team (doctor, occupational therapist, on-road assessor) submits a joint recommendation on fitness to drive. According to a systematic review, 46 % of post-stroke patients who underwent an official on-road test were deemed unfit to drive.¹⁰ However, no study on post-stroke patients who were officially assessed for fitness to drive has been conducted in France. The objective of this exploratory study is therefore to investigate the determinants of multi-professional fitness-to-drive recommendations in patients assessed in the Kerpape Mutualist Center

* Corresponding author at: Université Gustave Eiffel, TS2-LESCOT, Cité des Mobilités, 25, Avenue François Mitterrand, Case 24, F-69675 Bron Cedex, France
E-mail address: clara.gasne@univ-eiffel.fr (C. Gasne).

<https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2024.107781>

Received 20 October 2023; Received in revised form 3 May 2024; Accepted 18 May 2024

Available online 19 May 2024

1052-3057/© 2024 The Authors. Published by Elsevier Inc. This is an open access article under the CC BY-NC license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).

Materials and methods

Participants

This study is bicentric and was conducted in parallel at the Henry Gabrielle hospital and the Kerpape Center. It includes 173 patients, assessed for fitness to drive, in 2019. Because at the Henry Gabrielle hospital, the proportion of drivers designated as unfit to drive was lower (inferior to 7%) than the proportion of drivers designated as fit to drive, we chose to focus only on data from the Kerpape center. The selected sample therefore consisted of 85 post-stroke patients, who participated in an official fitness-to-drive assessment in the Kerpape Center, France. Seventeen patients subsequently refused to be included ($n = 15$) or died ($n = 2$). Finally, data from 66 patients were retrospectively included in the sample. Diagnosis of stroke was the only inclusion criterion. The study was approved by the French biomedical ethics committee on 03/11/2022 (Comité de Protection des Personnes Nord Ouest II Réf. CPP: 2018-01 N°ID RCB:2017-A03187-46) (CPP: 22.03355.000139). Individual consent was obtained from all patients.

Procedure

Socio-demographic and driving characteristics

Individual information relating to the post-stroke period was collected and investigated from medical records. Age, sex, driving experience, the time interval between stroke and on-road testing, as well as the number of on-road tests, and number of hours of training between on-road tests were collected.

Clinical characteristics

Different types of clinical characteristics were also collected. These included comorbidities, which are defined as the presence of one or more disorders that occur in addition to the primary disease. The presence of several sequelae types such as sensory sequelae (disturbances in the perception of stimuli from the environment), motor sequelae (partial or total impairment of motor skills, e.g., hemiplegia, paraplegia), cognitive sequelae (e.g., attention, memory deficit) and instrumental sequelae (e.g., aphasia, apraxia) was listed.

Fitness-to-drive recommendation

A multi-professional synthesis was carried out after the on-road test to decide on the fitness-to-drive recommendation. Drivers were then given either a favorable or an unfavorable recommendation. Patients in the favorable category were found to be fit to drive with or without adaptation of their vehicle (e.g., automatic transmission, spinner knob) or driving restrictions (e.g., no night driving or long journeys). Patients in the unfavorable category were judged unfit to drive either temporarily or definitively.

Data analysis

Variables were assessed for normality using Kolmogorov-Smirnov tests. Since all the variables did not follow a normal distribution, differences between groups were examined using independent 2-tailed Mann-Whitney U tests. For categorical variables, differences between groups were examined using χ^2 tests. Cramer's V (V) was used to measure the effect size for χ^2 tests. An effect size ≤ 0.2 indicated only a weak association between variables. An effect size between 0.2 and 0.6 showed only a moderate association between variables. An effect size > 0.6 indicated a strong association between variables.¹¹ Bravais Pearson r was used to calculate the correlation value of the statistical test. A correlation value of 0 indicated no correlation, 1 indicated a total positive correlation. A correlation value of 0.7 between two variables indicated a significant and positive relationship.¹² Multivariable stepwise logistic regression models were used to investigate which variables were the

best predictors of fitness-to-drive recommendations. Only variables that differed significantly between the two categories were included in the models. $P < .05$ was considered significant. All statistical procedures were performed using SPSS 28.0.1.1 (15) (SPSS, Inc., Chicago, IL).

Results

Sociodemographic and driving characteristics

Sixty-six post-stroke patients (58 years old \pm 14) were included (Table 1).

The time interval since stroke was significantly longer for patients in the unfavorable category (649.46 days \pm 907.80) than in the favorable category (303.3 days \pm 543.2) ($p = .004$; $r = 0.72$) (Table 1).

Clinical characteristics

A significantly higher proportion of patients in the unfavorable category than in the favorable category had two or more sequelae types (87.5 % and 54.8 % respectively, $p = .022$; $V = 0.34$). Only instrumental sequelae differed between the two groups. A significantly higher proportion of patients in the unfavorable category than in the favorable category had instrumental sequelae (45.8 % and 11.9 % respectively, $p = .002$; $V = 0.38$). And of these instrumental sequelae, all but one participant in the unfavorable category presented with at least aphasia (Table 2).

Logistic regression

Significant differences were found between patients in the favorable/unfavorable categories in terms of sequelae types and time intervals between stroke and on-road testing. A stepwise logistic regression model was used with these two variables to investigate which factor was the best predictor of fitness-to-drive recommendations. The stepwise regression revealed that the number of different types of sequelae was the best predictor of a fitness-to-drive recommendation. This variable accounted for 17 % of the total variance. More post-stroke patients in the unfavorable category had two or more sequelae types compared to those in the favorable category.

In the light of this result, different types of sequelae were analyzed more closely. Because significant differences in the presence of instrumental sequelae, mainly aphasia, were found between favorable/unfavorable categories, a stepwise logistic regression model was used on instrumental sequelae and time interval between stroke and on-road

Table 1
Sociodemographic and driving characteristics of the total sample, according to the fitness-to-drive recommendation

Variables ^a	All n = 66	Favorable n = 42	Unfavorable n = 24	p value ^b
Age, years, m \pm sd	58 \pm 14	57 \pm 12	59 \pm 16	0.248
Sex, female %	42.4	35.7	54.2	0.145
Driving experience, years m \pm sd	36.0 \pm 14.0	36.0 \pm 14.0	37.0 \pm 18.0	0.539
Time interval between stroke and on-road test, days m \pm sd	429.1 \pm 711.3	303.3 \pm 543.2	649.5 \pm 907.8	0.004
Number of on-road tests, m \pm sd	2.0 \pm 1.0	1.5 \pm 0.8	1.50 \pm 0.9	0.636
Training duration, hours m \pm sd	9.2 \pm 6.1	9.3 \pm 11.3	9.0 \pm 4.0	0.104

^a Missing variables: driving experience, favorable category $n = 15$, unfavorable category $n = 6$; training duration, favorable category $n = 31$, unfavorable category $n = 17$.

^b Mann-Whitney U tests were used for age, driving experience, time interval between stroke and on-road test, number of on-road tests, and training duration; χ^2 tests were applied for sex.

Table 2
Clinical characteristics of the total sample, according to fitness-to-drive recommendation

Variable ^a , %	All n = 66	Favorable n = 42	Unfavorable n = 24	p value ^b
Stroke type,				
Hemorrhagic	6.2	7.3	4.3	0.56
Ischemic	78.1	80.5	73.9	
Cerebral vascular malformation	15.6	12.2	21.7	
Comorbidities,				
0	10.6	14.3	4.2	0.473
1	18.2	16.7	20.8	
2 and more	71.2	69.0	75.0	
Sequelae type,				
0	4.5	7.1	0.0	0.022
1	28.8	38.1	12.5	
2 and more	66.7	54.8	87.5	
Sensory sequelae	18.2	16.7	20.8	0.673
Motor sequelae	65.1	61.9	70.8	0.464
Cognitive sequelae	66.7	61.9	75.0	0.278
Instrumental sequelae ^c	24.2	11.9	45.8	0.002

^a Missing variables: stroke type, favorable category n = 1, unfavorable category n = 1.

^b χ^2 tests were applied for stroke type, comorbidities, sensory sequelae, motor sequelae, cognitive sequelae, and instrumental sequelae; Fisher's Exact tests were applied for sequelae type.

^c Mainly aphasia

testing. The stepwise regression revealed that the presence of instrumental sequelae was the best predictor of a fitness-to-drive recommendation, as it represented 18 % of the total variance ($p = .004$) (Table 3). More post-stroke patients in the unfavorable category presented with aphasia than those in the favorable category.

Discussion

This is the first retrospective study in France which investigates the characteristics of post-stroke patients during an official assessment for fitness to drive. In this sample, 78% of patients had an ischemic stroke, and 21% had a hemorrhagic stroke or cerebral vascular malformation. This is consistent with the profile of the stroke population in France (where 80 to 85% of strokes are ischemic, and 5 to 15% are hemorrhagic or due to cerebral vascular malformation¹). In this present study, 64% of patients received a favorable fitness-to-drive recommendation. This rate is similar to the rate observed in a meta-analysis in which the percentage of post-stroke patients designated as fit-to-drive was 54 %.¹⁰ However, it is lower than in another study, where 78% of stroke patients were designated as fit-to-drive by the on-road assessor.¹³ These differences can probably be explained by variations in protocols from one center to another. The rate can also vary depending on which category of professional makes the fitness-to-drive recommendation. In the above-mentioned cohort, in which the on-road assessor gave a favorable fitness to drive recommendation to 78% of patients, 86 % were designated as fit-to-drive by the physician.

Findings of this exploratory study indicated that the time interval between stroke and on-road assessment was significantly longer in patients in the unfavorable category than patients in the favorable category. This suggests that patients in the unfavorable category may have more sequelae and need a longer recovery time. Our result is in line with previous studies that showed a link between time interval between stroke and on-road assessment, and pass rate.¹⁴ As discussed by these authors, this result confirmed that post-stroke patients need time to recover from sequelae before they resume driving.

The contribution of this present study is novel in that regression analyses revealed that the presence of instrumental sequelae, mainly aphasia, best predicts the outcome of a fitness-to-drive assessment.

Table 3
Summary of variables kept in the models

Models	Variable	OR (95% CI)	P value
First model	Sequelae type	5.31 (1.44 - 19.50)	0.012
Second model	Instrumental sequelae type	6.26 (1.83 - 21.46)	0.004

OR = odds ratio

CI = Confidence Interval

Aphasia was the only instrumental sequela present in post-stroke patients with unfit-to-drive recommendations. According to several studies, post-stroke aphasia is very frequent and involves more than just loss of speech.¹⁵ Aphasia can also affect language comprehension and expression. Consequently, this disorder can be assumed to have an impact on the understanding of instructions given by the on-road assessor during driving, and on the recognition of traffic signs.¹⁶ This hypothesis is consistent with the results of a study that showed that patients with aphasia had significantly lower scores in traffic sign recognition and comprehension of written and spoken descriptions of traffic signs than patients without aphasia.¹⁷

A previous study in post-stroke patients found that other determinants of fitness-to-drive recommendation also varied depending on the professional category of the examiner.¹³ For the physician, previous visits to the Center and the number of comorbidities best determined medical fitness-to-drive recommendations, whereas for the on-road assessor, age, previous visits to the Center, binocular acuity and driving experience were the best determinants. These findings argue in favor of the need for a standardized multi-professional fitness-to-drive assessment in post-stroke patients, in accordance with French legislation regarding fitness-to-drive assessment in medical conditions.⁷

Limitations of this retrospective study are its small cohort size, and the fact that it was conducted in a single French center, limiting the generalizability of the results. A future bicentric study with the Henry Gabrielle Hospital will investigate what has become of post-stroke patients from this present study, three years after their official fitness-to-drive assessment.

CRedit authorship contribution statement

Clara Gasne: Conceptualization, Data curation, Investigation, Methodology, Writing – original draft. Maud Ranchet: Conceptualization, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Project administration, Supervision, Writing – review & editing. Myrlam Evannou: Conceptualization, Investigation, Methodology, Writing – review & editing. Marle-Caroline Delebecque: Conceptualization, Data curation, Investigation, Methodology, Project administration, Writing – review & editing. Isabelle Hoang: Conceptualization, Methodology, Writing – review & editing. Pauline Colgnard: Conceptualization, Data curation, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Writing – review & editing. Laurence Palre-Flicout: Conceptualization, Funding acquisition, Investigation, Methodology, Project administration, Supervision, Writing – review & editing.

Declaration of competing interest

The authors declare no conflict of interest with respect to the present study.

Grant support

This work was supported by the Road Safety Delegation; and Fond de dotation Centre Mutualiste de Kerpape.

Acknowledgments

The authors thank the Kerpape center staff for their fitness-to-drive

C. Game et al.

Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases 33 (2024) 107781

evaluations. This research received no specific grant from any funding agency in the public commercial or non-profit sectors.

Sponsor's Role

No sponsor.

References

- Inserm. Accident vasculaire cérébral (AVC). La première cause de handicap acquis de l'adulte. 2019. <https://www.inserm.fr/dossiers/accident-vasculaire-cerebral-avc/>.
- Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, Arnett DK, Blaha MJ, Cushman M, de Ferranti S, Desprez JP, Fullerton HJ, Howard VJ, Huffman MD, Judd SE, Kissela BM, Lackland DT, Lichtman JH, Lisabeth LD, Liu S, Mackey RH, Matchar DB, McGuire DK, American Heart Association Statistics Committee and Stroke Statistics Subcommittee. Heart disease and stroke statistics—2015 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2015;131(4):29–322. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000152>.
- De Peretti C, Grimaud O, Tuppin P, Chin F, Wolman F. Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impact sur les activités de la vie quotidienne: apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution. *Prévalence*. 2012;10(1):1–6.
- Lundqvist A, Gerdle B, Rönberg J. Neuropsychological aspects of driving after a stroke in the simulator and on the road. *Appl Cogn Psychol*. 2000;14(2):135–150. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-0720\(200002/04\)14:2<135::AID-ACPS28>3.0.CO;2-S](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-0720(200002/04)14:2<135::AID-ACPS28>3.0.CO;2-S).
- George S, Crotty M, Gelinas I, Devos H. Rehabilitation for improving automobile driving after stroke. ed. *Cochrane Database Syst Rev*. February 25, 2014. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006357.pub2>. Published online.
- Hwang S, Song CS. Driving rehabilitation for stroke patients: a systematic review with meta-analysis. *Healthcare (Basel, Switzerland)*. 2023;11(11):1637. <https://doi.org/10.3390/healthcare11111637>.
- Arrêté du 28 mars 2022 fixant la liste des affections médicales incompatibles ou compatibles avec ou sans aménagements ou restrictions pour l'obtention, le renouvellement ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée (refonte). JORF n°0079, 3 avril 2022.
- Autorité de Santé Haute. Label de la HAS – Reprise de la conduite automobile après lésion cérébrale acquise non évolutive. *Saint-Denis La Plaine: HAS*; 2016.
- Gasne, C., Hoang, I., Ranchet, M., Guiet, J.-L. L., Delebecque, M.-C., Evannou, M., Allain, C., Guillaume, E., Penvern, N., Laauté, J., Paire-Ficout, L., & Coignard, P. (s. d.). Accident vasculaire cérébral et reprise de la conduite.
- Devos H, Akinwuntan AE, Nieuwboer A, Truijzen S, Tant M, De Weerd W. Screening for fitness to drive after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Neurology*. 2011;76(8):747–756. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e31820d6300>.
- IBM Documentation. IBM in Deutschland, Österreich und der Schweiz | IBM. Consulté le 20 octobre 2023. <https://www.ibm.com/docs/en/cognos-analytics/12.0.0?topic=terms-cramms-v>.
- Nettleton D. Chapter 6 - selection of variables and factor derivation. In: Nettleton D, ed. *Commercial Data Mining. Morgan Kaufmann*. 2014:79–104. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416602-8.00006-6>.
- Ranchet M, Akinwuntan AE, Tant M, Salch A, Neal E, Devos H. Fitness-to-drive agreements after stroke: medical versus practical recommendations. *Eur J Neurol*. 2016;23(9):1408–1414. <https://doi.org/10.1111/ene.13050>.
- Schulz P, Schaebitz W, Driessen M, Beblo T, Toepper M. Recovery of driving fitness after stroke: A matter of time? *J Am Geriatr Soc*. 2022;70(5):1578–1580. <https://doi.org/10.1111/jgs.17681>.
- Enderby P, Sutton L. Where are we now with aphasia after stroke? *Ann Indian Acad Neurol*. 2020;23(8):57. <https://doi.org/10.4103/aian.AIAN.666.20>.
- Wallace HE, Gullo HL, Copland DA, Rotherham A, Wallace SJ. Does aphasia impact on return to driving after stroke? A scoping review. *Disabil Rehabil*. 2024:1–24. <https://doi.org/10.1080/09638288.2024.2317989>. Advance online publication.
- Mackenzie C, Paton G. Resumption of driving with aphasia following stroke. *Aphasiology*. 2003;17(2):107–122. <https://doi.org/10.1080/729255215>.

Gasne, C., Ranchet, M., Evennou, M., Delebecque, M.-C., Hoang, I., Luaute, J., Coignard, P., & Paire-Ficout, L. (2024). Two profiles of post-stroke drivers based on their driving perception. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 107, 17-28. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.08.029>

Transportation Research Part F: Psychology and Behaviour 107 (2024) 17–28



Two profiles of post-stroke drivers based on their driving perception

Clara Gasne^{a, *}, Maud Ranchet^a, Myriam Evennou^a, Marie-Caroline Delebecque^c, Isabelle Hoang^{a, b}, Jacques Luaute^d, Pauline Coignard^c, Laurence Paire-Ficout^a

^a LESCOT, Univ Gustave Eiffel, IFSTTAR, Univ Lyon, F-69675 Lyon, France

^b Ergocentre, 45100 Orléans, France

^c Unité de conduite automobile adaptée du centre mutualiste de rééducation et réadaptation fonctionnelle de Kerpape, Floemeur, France

^d Service de Médecine Physique et Réadaptation, Hôpital Henry Gabrielle, Hospices Civils de Lyon, France

ARTICLE INFO

Keywords:

Fitness-to-drive

Stroke

Driving perception

Multi-professional assessment

ABSTRACT

Objective: Stroke is the leading cause of acquired disability in adults, and can induce different sequelae which impact on abilities such as driving. This study investigated how post-stroke patients perceived their driving practice and behavior. The aim of this study was to determine different profiles of post-stroke drivers according to their driving perception.

Methods: Among 86 post-stroke patients who had undergone an official fitness-to-drive assessment in 2019 in the Kerpape Center or the Henry Gabrielle Hospital (France), 69 returned to drive. These 69 participants completed a questionnaire about their socio-demographic and clinical characteristics, and driving perception, approximately three years after resuming driving. Questions about driving perception were statistically analyzed using hierarchical clustering analysis. Socio-demographic, driving, and clinical characteristics from the clusters obtained were then compared.

Results: Clustering analysis revealed two profiles of post-stroke drivers. One group consisting of 2/3 of the participants reported modified driving behavior, while the other group perceived no driving changes. A higher proportion of participants from the modified driving group reported driving significantly less, experiencing less pleasure, increased tiredness and more fear when driving post-stroke than those from the unmodified driving group. They also stated that they experienced more difficulties, avoided more situations, and implemented more driving strategies than participants in the unmodified driving group. Participants in the modified driving group were also younger ($p = 0.014$), lived in more rural areas ($p = 0.028$), and had more sequelae, including fatigue ($p = 0.002$), motor sequelae ($p = 0.035$), and cognitive sequelae ($p = 0.013$) than participants who did not modify their driving.

Conclusions: Two profiles of post-stroke drivers were identified: those who had perceived the need to modify their driving behavior, and those who had perceived no driving changes. Differences in socio-demographic characteristics may partly explained the divergencies between the two groups. Other factors such as self-awareness of driving abilities may influence their driving perception. Two lines of action could be investigated to enable post-stroke drivers to better appreciate their driving abilities. The first would be to develop targeted support programs to help drivers become

* Corresponding author.

E-mail addresses: clara.gasne@univ-eiffel.fr (C. Gasne), maud.ranchet@univ-eiffel.fr (M. Ranchet), myriam.evennou@univ-eiffel.fr (M. Evennou), marie-caroline.delebecque@vyv3.fr (M.-C. Delebecque), isabelle@ergo-centre.fr (I. Hoang), jacques.luaute@chu-lyon.fr (J. Luaute), pauline.coignard@vyv3.fr (P. Coignard).

<https://doi.org/10.1016/j.trf.2024.08.029>

Received 30 April 2024; Received in revised form 26 July 2024; Accepted 26 August 2024

Available online 30 August 2024

1369-8478/© 2024 The Authors. Published by Elsevier Ltd. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

more aware of their own abilities, for example using video support during on-road training to replay critical situations and improve awareness of their own abilities. A second approach would be to deploy technological driving assistance systems. A monitoring system enabling the driver to adjust his driving in real time could be very useful and relevant to develop.

1. Introduction

The number of strokes has been increasing worldwide (WHO, 2014). Every year, 15 million people have a stroke. One-third of them have lasting sequelae, including motor impairments (Kim, 2022), known as “visible” deficiencies, which mainly affect walking and fine psychomotricity (Broussy et al., 2019). Stroke can also induce other deficits, which are more difficult to recognize, such as cognitive impairment (Renjen et al., 2015), neuropsychiatric sequelae (depression, anxiety, apathy) (Ferro et al., 2016), and fatigue (Cumming et al., 2016). Cognitive deficits affect half of post-stroke patients (Chung et al., 2013), and can be associated with metacognitive disorders which affect the person’s awareness of their own cognitive abilities (Al Banna et al., 2015). These sequelae affect daily life activities (Gadidi et al., 2011), including driving (Sato et al., 2021; Blanc et al., 2016). While stroke may impair driving performance, evidence from the literature does not support a robust increase in the risk of motor vehicle collision in stroke patients (Rapoport et al., 2019).

In the French legislation, the post-stroke patient must stop driving as long as stroke is not stabilized and until a licensed physician gives legal authorization. The physician uses a multi-professional assessment to provide a fit or unfit to drive decision. This multi-professional team is composed of at least a specialist doctor (neurologist or physical rehabilitation specialist), and an occupational therapist. This assessment consists of a medical examination, a neuropsychological assessment sometimes and an on-road test (Gagne et al., 2022). If the patient is deemed as unfit to drive, he’s not allowed to drive. However, despite the unfavorable recommendation made by the multi-professional team, some individuals continue to drive.

Resumption of driving is particularly important for post-stroke patients because cessation of driving is linked to reduced engagement in social activities and to higher risk of depression (Ragland et al., 2005). It is also related to less community integration and worse quality of life (Finestone et al., 2010). Results from studies which have investigated the rate of post-stroke resumption of driving vary greatly from one study to another. The rate reported in different studies ranges from 30 % (Fisk et al., 1997), and 42 % (Lagh-Smith et al., 1986), 54 % (Devos et al., 2011), up to 86 % (Ranchet et al., 2016). A possible explanation of these heterogeneous results is that a fitness-to-drive recommendation depends on the professional who makes the decision. In the same sample, only 78 % of post-stroke patients were deemed fit to drive by the on-road assessor, whereas 86 % were designated as such by the physician (Ranchet et al., 2016). Moreover, fitness-to-drive recommendations depend on different determinants according to the professional category of the examiner. Previous visits to the Center and the number of comorbidities best determined medical fitness-to-drive recommendations for physicians, whereas for the on-road assessor, age, previous visits to the Center, binocular acuity, and driving experience were the best determinants (Ranchet et al., 2016). Several studies also underline the lack of knowledge of post-stroke driving education and legislation and highlight the need for formations and resources to help physicians to assess fitness to drive (Alkharboush et al., 2017). In a previous study, 36.6 % admitted to having no training in assessing fitness to drive (Marshall and Gilbert, 1999). Furthermore, most of physicians highlight the need for continuing medical formation (Marshall and Gilbert, 1999; Omer et al., 2014).

After resumption of driving, stroke patients tend to restrict both the frequency and duration of driving trips (Fisk et al., 2002). Post-stroke drivers have also reported difficulties when making left turns in traffic, driving on an interstate highway in heavy traffic or during the rush hour (Fisk et al., 2002). Driving at night, driving in unfamiliar areas, and to new destinations (McNamara et al., 2015), parallel parking and driving alone (Fisk et al., 2002; McNamara et al., 2015) can also prove difficult for these patients. However, they may compensate for their driving difficulties by driving less and using other means of transportation (Fisk et al., 2002). Although few data exist on how post-stroke people perceive their driving after recovery, as indicated by major studies (Fisk et al., 2002; McNamara et al., 2015), little is known about their socio-demographic profiles or driving practices. McNamara et al., (2015) focused on the perception of returning to driving among older people recovering from stroke, particularly in the early stages of recovery whereas Fisk et al., (2002) compared driving perceptions of post-stroke individuals with those of adults without neurologic impairment. Main findings of Fisk et al., (2002) suggest that post-stroke individuals who returned to driving strategically limit their driving exposure and rely on other for transportation. In the present study, we focused on driving perception of post-stroke individuals three years after their official fitness-to-drive assessment. The original contribution is to gain a better understanding of how post-stroke patients perceive their driving. The objective was therefore to determine different profiles of post-stroke patients according their driving perception. We also compared several socio-demographic, clinical, and driving factors to characterize the different profiles.

2. Methods

2.1. Participants

172 post-stroke patients had undergone an official fitness-to-drive assessment in 2019. These assessments occurred in two different institutions in France: the Kerpape Center and the Henry Gabrielle hospital. Among these 172 patients contacted, 27 refused to participate, 5 died and 54 did not respond. Finally, 86 post-stroke individuals participated in this study. The study was approved by the French biomedical ethics committee on 03/11/2022 (Comité de Protection des Personnes Nord Ouest II Réf. CPP: 2018-01 NoID

RCB:2017-A03187-46) (CPP: 22.03355.000139).

2.2. Material

Three variables were collected from medical records of patients who performed an official fitness-to-drive assessment in 2019: education level, fitness to drive recommendation obtained in 2019, type of stroke. In 2022, a questionnaire about 1) socio-demographic and driving characteristics, 2) clinical characteristics, and 3) driving perception was addressed to all post-stroke patients who performed fitness to drive assessment in 2019. Each participant first completed the questionnaire individually, and were then contacted to ensure that all questions had been understood, and to provide clarification if necessary.

2.2.1. Socio-demographic and driving characteristics

Socio-demographic data (age, gender, environment, family and professional situations) and driving characteristics (driving experience, driving cessation following stroke) were collected. Driving experience corresponds to the number of years since the participant obtained his driving license. Driving cessation following stroke means temporarily or permanently stopping driving right after stroke.

2.2.2. Clinical characteristics

Health problems, medication and the number of stroke sequelae were recorded. These included sensory sequelae (disturbances in the perception of stimuli from the environment), motor sequelae (partial or total impairment of motor skills, e.g., hemiplegia, paraplegia), cognitive sequelae (e.g., attention, memory, instrumental deficit), and instrumental sequelae (e.g., aphasia, apraxia).

2.2.3. Driving perception

Participants' perception of their driving behavior since the stroke was investigated. Only post-stroke individuals who still drove could fill out the questions regarding their driving perception. Post-stroke participants who stopped driving after their fitness-to-drive assessment could not fill out this part. Participants were asked if the amount of driving, tiredness, fear and pleasure in driving had changed after the stroke. Questions on driving difficulties, avoidance of certain situations and implementation of strategies since resuming driving were also asked. These last questions assess the self-awareness of driving ability (Baldock, 2006, Molnar 2013).

2.3. Data analysis

Variables were assessed for normality using Kolmogorov–Smirnov tests. Since all the variables did not follow a normal distribution, differences between groups were examined using independent 2-tailed Mann-Whitney U tests. Firstly, analysis was made to compare socio-demographic, driving, and clinical characteristics between post-stroke participants who returned to driving and those who stopped driving within the three years after the fitness-to-drive assessment. For categorical variables, differences between the categories of responses of each group were examined using χ^2 tests. When one or more cells had an expected count of less than five, Fisher's exact test was used instead.

In order to define different profiles based on driving perception, we used the hierarchical clustering analysis. This is an algorithm that groups similar items into groups called clusters. The result is a set of clusters, where each cluster is distinct from the others, and the items within each cluster are largely similar to each other. The hierarchical clustering analysis was created from seven questions about

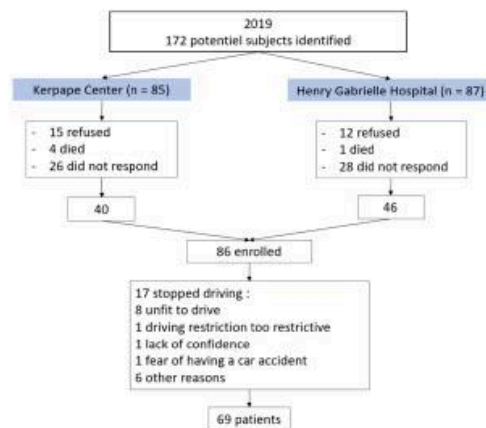


Fig. 1. Flowchart describing the inclusion of participants.

driving perception (questions about possible changes of amount of driving, tiredness, fear and pleasure in driving since the stroke, questions on driving difficulties, avoidance of certain situations and implementation of strategies since resuming driving). We then obtained a dendrogram (Fig. A2 in Appendix A) which represent the different clusters according to cut-off level. Here we previously decided to choose two clusters. The resulting clusters were then compared to socio-demographic, driving and clinical characteristics. Like the first analyses, variables were assessed for normality using Kolmogorov–Smirnov tests. Differences between clusters were examined using independent 2-tailed Mann-Whitney U tests. For categorical variables, differences between clusters were examined using χ^2 tests or with Fisher tests when one or more cells had an expected count of less than five. $P < .05$ were considered significant. All statistical procedures were performed using SPSS 28.0.1.1 (15) (SPSS, Inc., Chicago, IL).

3. Results

3.1. Descriptive sample

Of these 86 post-stroke participants, 17 stopped driving for different reasons (Fig. 1). Eight participants were judged unfit to drive during the fitness-to-drive assessment made in 2019. For the 9 remaining participants, they were judged as fit to drive but they decided to stopped driving anyway for different reasons: 1 judged their driving restriction (e.g. driving only within a 5 km perimeter) too restrictive, 1 declared a lack of confidence, 1 declares being afraid of having an accident, and 6 for others reasons (second stroke, wanted to focus on rehabilitation, administrative reasons, financier reasons).

As we can see in Table 1, the only thing that differentiates the group of people who have resumed driving from those who have not resumed driving is the recommendation of fitness to drive: the people who have resumed driving have a significantly higher recommendation than those who have not resumed driving. The two groups do not differ on age, gender, level of education, environment, family or professional situation or even in relation to driving experience.

Table 2 compared the clinical characteristics from people who returned to driving to those who stopped driving after stroke. A significantly higher proportion of participants who stopped driving had a hemorrhagic stroke than participants who returned to driving (47.1 % and 21.7 % respectively, $p = 0.035$). Participants who stopped driving had a significantly higher mean number of sequelae than participants who returned to driving (mean = 1.6 ± 0.8 versus mean = 1.2 ± 1.1 , $p = 0.045$). The number of instrumental sequelae also differed between the two groups. Participants who stopped driving declared more instrumental sequelae (mainly aphasia) than participants who returned to driving (mean = 0.4 ± 0.5 versus mean = 0.2 ± 0.5 , $p = 0.007$).

3.2. Hierarchical classification

The hierarchical clustering analysis was carried out on the 69 participants based on the 7 questions about post-stroke driving perception presented in Table 3. For each question, participants had to choose one response between 3 propositions.

The dendrogram obtained from the hierarchical classification represented in Fig. A2, Appendix A, showed that the population is divided in two groups. A cut-off level of two sets was chosen to determine and characterize profiles of post-stroke drivers. The first cluster included 45 post-stroke participants who perceived a modification of their driving behavior and driving ability after their stroke (Modified driving group). The second cluster included the other 24 post-stroke participants who did not perceive any changes in driving after their stroke (Unmodified driving group). A higher proportion of participants with modified driving perception reported driving significantly less, experiencing less pleasure when driving, being more tiredness, feeling more fear, and having greater difficulty in driving. They also avoided a greater number of driving situations and implemented more strategies following their stroke than participants in the unmodified driving group (Table 4).

Table 1
Sociodemographic and driving characteristics of the total sample and according to returned or stopped driving.

Variables	All N=86	Returned to Driving n = 69	Stopped Driving = 17	P value
Age, years, m \pm sd	56.9 \pm 13.7	56.7 \pm 13.4	57.8 \pm 15.4	0.765 ^c
Min-max	18–82	18–79	29–82	
Gender, female %	43.0	44.9	35.3	0.472 ^b
Education level, m \pm sd	13.6 \pm 3.57	14.0 \pm 3.5	12.1 \pm 3.5	0.058 ^c
Min-max	5–23	8–23	5–20	
Environment, rural, %	29.1	29.0	29.4	0.972 ^b
Family situation, living with someone, %	69.8	76.4	68.1	0.502 ^b
Professional situation, employed, %	18.6	21.7	5.9	0.177 ^b
Driving experience, years, m \pm sd	39.7 \pm 14.1	39.6 \pm 13.7	40.1 \pm 16.0	0.737 ^c
Min-max	3–65	3–65	14–59	
Favorable recommendation fitness to drive in 2019, %	77.8	87.0	41.2	<0.001 ^a

^a Fisher tests.

^b χ^2 tests.

^c Mann-Whitney U tests.

Table 2
Clinical characteristics of the total sample and according to returned or stopped driving.

Variables	All N=86	Returned to Driving n = 69	Stopped Driving = 17	P value
Stroke type, %	26.773.3	21.778.3	47.152.9	0.035 ^b
Hemorrhagic/ischemic				
Health problems, yes, %	33.7	31.9	41.2	0.468 ^b
Medication, yes, %	91.8	92.8	87.5	0.491 ^b
Fatigue, yes, %	18.6	20.3	11.8	0.728 ^b
Number of Sequelae, m ± sdMin-max	1.3 ± 1.0 0-5	1.2 ± 1.10-5	1.6 ± 0.80-3	0.045 ^c
Sensory sequelae, m ± sdMin-max	0.0 ± 0.2 0-1	0.1 ± 0.2 0-1	0 ± 00 - 0	0.384 ^c
Motor sequelae, m ± sdMin-max	0.5 ± 0.6 0-2	0.5 ± 0.60-2	0.6 ± 0.50-1	0.557 ^c
Cognitive sequelae, m ± sdMin-max	0.2 ± 0.30-1	0.1 ± 0.40-1	0.4 ± 0.70-2	0.108 ^c
Instrumental sequelae, m ± sdMin-max	0.2 ± 0.40-2	0.2 ± 0.50-2	0.4 ± 0.50-1	0.007 ^c

^a Fisher tests.

^b χ^2 tests.

^c Mann-Whitney U tests.

Table 3
Overview of the seven questions used for the hierarchical clustering.

Questions	Proposed responses	As much as before	More often than before
1. Since stroke, I drive	Less often than before	As much as before	More often than before
2. Since stroke, when I'm driving I am	Not more tired	Equally tired	More tired
3. Since stroke, when I'm driving I have	No more fear	Same fear	More fear
4. Since stroke, when I'm driving I have	Less pleasure	As much pleasure	More pleasure
5. Since stroke, when I'm driving I have	Fewer difficulties	As many difficulties	More difficulties
6. Since stroke, when I'm driving I avoid	Fewer situations	Same number of situations	More situations
7. Since stroke, when I'm driving I have	Same number of strategies implemented	Do not know	More strategies implemented

Table 4
Between-group differences in driving perception three years after stroke.

Variables, %	Modified driving group n = 45	Unmodified driving group n = 24	P value ^a
Amount of driving since stroke	71.1	20.8	<0.001
Less	28.90.0	754.2	
Same/More			
Tiredness since stroke	4.4	75	<0.001
Not more tired	28.966.7	250.0	
Equally tired/More tired			
Fear	28.9	20.80.0	<0.001
No more fear	33.337.8		
Same fear/More fear			
Pleasure	44.48.9	87.512.5	<0.001
Less pleasure			
As much pleasure/More pleasure			
Difficulties	28.971.1	91.78.3	<0.001
Fewer difficulties			
As many difficulties/More difficulties			
Avoiding situations	15.684.4	1000.0	<0.001
Fewer situations avoided			
Same number of situations avoided/More situations avoided			
Implementing strategies	2.277.8	12.516.7	<0.001
Same number of strategies implemented			
Do not know/More strategies implemented			

^a Fisher tests.

3.2.1. Sociodemographic and driving characteristics according to driving perception

The two groups were distinguished by their age and living environment. Post-stroke participants in the modified driving group were significantly younger than participants in the unmodified driving group (57 years old ± 14 versus 65 years old ± 10, $p = 0.014$) (Table 5). A significantly higher proportion of participants with modified driving lived in a rural environment than participants with unmodified driving (37.8 % versus 12.5 %, $p = 0.028$). Only 67 % ($n = 46$) of participants actually stopped driving after their stroke,

Table 5
Sociodemographic and driving characteristics of the total sample and according to driving perception.

Variables	All N=69	Modified driving following stroke n = 45	Unmodified driving following stroke n = 24	P value
Age, years, m ± sd	60 ± 13	57 ± 14	65 ± 10	0.014 ^c
Min-max	21–82	21–80	43–82	
Gender, female %	44.9	46.7	41.7	0.691 ^b
Environment, rural, %	29.0	37.8	12.5	0.028 ^b
Education level, years, m ± sd	14.0 ± 3.5	13.7 ± 2.9	14.6 ± 4.4	0.565 ^c
Min-max	8–23	8–23	8–23	
Family situation, living with someone, %	68.1	66.7	70.8	0.724 ^b
Professional situation, employed, %	21.7	22.2	20.8	0.894 ^b
Driving experience, years, m ± sd	43 ± 18	40 ± 14	47 ± 12	0.074 ^c
Min-max	6–68	7–67	24–68	
Driving cessation following stroke, yes, %	66.7	71.1	58.3	0.284 ^b

^b χ^2 tests.

^c Mann-Whitney U tests.

the other participants continued to drive before performing an official fitness-to-drive assessment. However, the proportion of patients who stopped driving following stroke did not significantly differ between the two groups.

3.2.2. Clinical characteristics according to driving perception

A significantly higher proportion of participants who modified their driving post-stroke felt tired than participants with unmodified driving (31.1 % versus 0 %, $p = 0.002$) (Table 6).

This group had a significantly higher mean number of sequelae types compared to the other group (mean = 1.62 ± 1.05 versus mean = 0.46 ± 0.66 , $p < 0.001$). Motor and cognitive sequelae differed between the two clusters. Participants in the modified driving group declared more motor and cognitive sequelae ($p = 0.035$; $p = 0.013$, respectively).

3.2.3. Types of driving difficulty, situations avoided and strategies implemented

A proportion significantly higher of participants in the modified driving group reported having more difficulties when driving at night, in heavy traffic, in bad weather, in town, in unfamiliar areas, on long trips, than participants in the unmodified driving group ($p = <0.001$; $p = <0.001$; $p = <0.001$; $p = 0.006$; $p = 0.022$; $p = 0.003$, respectively). Participants who declared having modified their driving reported avoiding certain situations such as driving at night, in bad weather and on long trips, more often than participants who did not unmodified their driving ($p = <0.001$; $p = <0.001$; $p = 0.003$, respectively). At least, participants who modified their driving reported having implemented strategies such as driving more slowly, increasing the distance between vehicles, making shorter trips, avoiding driving at night, avoiding driving and discussing while driving, compared to participants in the unmodified driving group ($p = <0.001$; $p = 0.012$; $p = <0.001$; $p = 0.002$; $p = 0.044$; $p = 0.012$, respectively).

4. Discussion

The present study aims to better understand how post-stroke patients perceive their driving practice in the three years following fitness to drive assessment. The contribution of this research to the literature in the field of return to driving in post-stroke patients

Table 6
Clinical characteristics of the total sample and according to driving perception.

Variables	All N=69	Modified driving following stroke n = 45	Unmodified driving following stroke n = 24	P value ^b
Stroke type, %	21.7	20.0	25.0	0.632 ^b
Hemorrhagic	78.3	80.0	75.0	
Ischemic				
Health problems, yes, %	31.9	31.1	33.3	0.850 ^b
Medication, yes, %	92.8	93.3	91.7	0.799 ^b
Fatigue, yes, %	20.3	31.1	0	0.002 ^b
Number of Sequelae, m ± sdMin-max	1.2 ± 1.1 0–5	1.6 ± 1.00–5	0.5 ± 0.70–2	<0.001 ^c
Sensory sequelae, m ± sdMin-max	0.0 ± 0.2 0–1	0.1 ± 0.2 0–1	0 ± 00–0	0.199 ^c
Motor sequelae, m ± sdMin-max	0.5 ± 0.6 0–2	0.6 ± 0.70–2	0.3 ± 0.50–1	0.085 ^c
Cognitive sequelae, m ± sdMin-max	0.1 ± 0.30–1	0.2 ± 0.40–1	0 ± 00–0	0.018 ^c
Instrumental sequelae, m ± sdMin-max	0.2 ± 0.50–2	0.2 ± 0.50–2	0.1 ± 0.40–2	0.555 ^c

^b χ^2 tests.

^c Mann-Whitney U tests.

consists in the identification of two different profiles: patients who declare that they modify their driving practices after stroke and others who do not. This statistical analysis was made with self-declarative data collected with a questionnaire completed by participants on their perception of driving behavior since their stroke.

The main result revealed two different profiles of post-stroke drivers: one group, consisting of 2/3 of the participants, who reported that they had perceived the need to modify their driving behavior, and had implemented these changes, and another group of participants who perceived no driving changes. Participants in the modified driving group were younger, lived in more rural areas and reported more sequelae such as fatigue and cognitive sequelae than those of the unmodified driving group.

4.1. Differences in socio-demographic characteristics according to driving profiles

We have shown that the group who declared modifying their driving practices is younger. These drivers probably better perceived their driving difficulties and consequently appropriately self-regulated their driving while the older ones would have more difficulty perceiving the need to modify their behavior. This self-regulation is guaranteed by the proper functioning of metacognitive components. It is well known that metacognitive awareness tends to decline with age (Baldock et al., 2006; Huang et al., 2020). What's even more surprising is that the age of the unmodified driving group is not so old, around 65 years. The effects of impaired metacognitive processes appear more generally at an older age (over 70 according to Baldock et al., 2006; Huang et al., 2020; Paire-Ficout et al., 2021). It is possible that the cumulative effect of age and stroke accentuates metacognitive impairment, which may explain the difference observed between the two groups.

We found that drivers living in rural areas are more likely to modify their driving habits than those living in urban areas. Resuming driving is essential in rural areas due to a lack of alternative transportation which encourages post-stroke patients to adapt their driving behavior and maintain their driving mobility. It is also particularly important for maintaining involvement in the community (Finestone et al., 2010).

Results from the questionnaire showed that participants in the modified driving group reported greater fatigue, and had more motor and cognitive sequelae than participants who had not modified their driving. The fact of having more cognitive sequelae, including fatigue following a stroke, means that the driver has to adapt his or her driving accordingly. Indeed, post-stroke patients with sequelae, especially cognitive impairments, had a greater need to compensate for their deficits by avoiding situations and implementing strategies than post-stroke patients without sequelae (Fisk et al., 2002).

4.2. The role of self-awareness in driving perception

The findings of the present study suggest that post-stroke participants in the modified driving group were aware of their driving difficulties, and dealt with these by avoiding challenging situations and implementing new strategies. Indeed, they reported driving shorter distances, and taking less pleasure in driving since their stroke. They also felt more tired, and experienced more fear. Since their stroke, they declared having more difficulties driving at night, in heavy traffic, in bad weather, in town, in unfamiliar areas, and during long trips, and this is in line with previous studies (Fisk et al., 2002; McNamara et al., 2015). In addition, they declared avoiding a greater number (but not all) of these situations, and implemented more strategies (e.g., avoidance of long trips). This is in line with previous studies which showed that some post-stroke drivers appropriately judge their own driving performance (Golper et al., 1980).

In contrast, participants from the unmodified driving group perceived no changes in their driving behavior since their stroke. The absence of modified driving perception can be explained by two different ways. One explanation could be that these patients have few cognitive deficits that affect their driving and therefore do not need to modify their driving. This is also what the present results show, since this group reported fewer motor or cognitive after-effects than the other group. The second explanation could be due to a lack of self-awareness of driving deficits. The lack of self-awareness may affect both cognitive and driving perception (Anstey et al., 2005; Blanc et al., 2016). The inability to recognize difficulties can result in individuals carrying out activities for which they do not have the capacity, and failing to implement strategies (Hartman-Macoir et al., 2002). Several studies have shown that some post-stroke patients tend to overestimate their driving abilities (Heikkilä et al., 1999; Scott et al., 2009). Consequently, they have difficulty in self-regulating their driving behavior (Fuller, 2005; Horrey et al., 2015; Richardson et al., 2014, 2015; Toglia & Kirk, 2000). Metacognitive disorder can affect the ability to recognize the presence of deficits in sensory, motor, or cognitive functioning (Al Banna et al., 2015; Hartman-Macoir et al., 2002; Orfei et al., 2007). These results are coherent with the higher proportion of drivers in the unmodified driving group who declared less sequelae than drivers in the modified driving group. Moreover, individuals in the unmodified driving group are older. The lower number of sequelae and older age may therefore indicate some difficulties to correctly perceive the driving ability.

4.3. Resuming driving in post-stroke participants

In total, 80 % of post-stroke participants included in this study resumed driving three years after the driving evaluation. This rate is quite close to a retrospective study that found a rate between 78 % and 86 % of post-stroke patients judged as fit to drive (Ranchet et al., 2016). Among 69 participants who resumed driving, only 67 % of participants ceased driving just after their stroke, which is consistent with findings from previous studies (52 %, Fisk et al., 1997; 50 % Blanc et al., 2016). Despite French legislation, this means that one-third of individuals continued driving after their stroke before undergoing the fitness-to-drive assessment. Several reasons may explain this behavior. First, there may be a lack of knowledge about the French legislation among post-stroke individuals, either because they are not aware of the laws or they have not been informed by health professionals (Fisk et al., 1997; Yu et al., 2016).

Second, some stroke individuals may need to continue driving after stroke to maintain their daily-life activities, especially their work. Third, some post-stroke individuals may underestimate the impact of stroke on driving abilities (Heikkilä et al., 1999; McKay et al., 2011; Scott et al., 2009). They may feel fit enough to drive and fail to recognize the potential risks for themselves and others. These reasons highlight the importance of better awareness, rigorous medical follow-up, and the need for alternative transportation solutions for individuals with stroke.

4.4. Practical implications

Two lines of action could be investigated to enable post-stroke drivers to better appreciate their driving abilities. The first would be to develop targeted support programs to help drivers become more aware of their own abilities, for example using video support during on-road training to replay critical situations and improve awareness of their own abilities. Studies show that replaying the scene after having experienced it allows for in-depth analysis and improves one's own perception of difficulties in post-stroke individuals (Söderback et al., 1992; Tham & Tegnér, 1997), and in older drivers (Lavallière et al., 2012). Driving on driving simulator can also lead to improve self-estimation of driving performance on post-stroke individuals (McKay et al., 2011). A second line would be to encourage the use of technological driving assistance systems. In today's context, where driving aids are on the increase, it's worth asking to what extent these aids can help improve awareness of the problems involved. A monitoring system enabling the driver to adjust his driving in real time could be very useful and relevant to develop. Post-stroke patients also need to be given greater guidance about resuming driving. Even though certain countries have introduced measures that are tending to be harmonized, patients are not necessarily informed about the steps to take after a stroke.

4.5. Limitations and future lines of research

This study may not be representative of the general population due to its limited sample size. However, it does reflect the typical stroke profile in France. Specifically, in the present study, 73 % of patients had an ischemic stroke, and 27 % had a hemorrhagic stroke or cerebral vascular malformation. This distribution is consistent with national statistics, which indicate that 80–85 % of strokes in France are ischemic, and 20 % are hemorrhagic (Inserm, 2019).

One limitation of this study three years after a fitness-to-drive assessment was the loss of 49 % of the 172 potential participants. This rate is similar to that of other studies which report a 51 % loss of participants 3 months to 6 years after their stroke (Fisk et al., 1997), or a 49 % loss of participants 24 to 36 weeks post-stroke (Akinwuntan et al., 2005). Further studies which include a greater number of participants could be replicated in other institutions to allow the inclusion of a greater number of participants.

Another limitation is that this study was based on self-reported information. All the data are based on participants' self-awareness about stroke sequelae and driving behavior. Previous studies found that post-stroke patients didn't correctly perceive their actual driving performances (Heikkilä et al., 1999; Patomella et al., 2008; Blanc et al., 2016). Post-stroke participants who did not report any driving difficulties may not have been aware of their sequelae and the effects on driving performance. Further research could incorporate self-awareness assessment questionnaires or include objective medical information and compare subjective ratings to objective performance-based measures of driving abilities. Although the validity and reliability of the questionnaire developed specifically for this study has not yet been validated, it has the merit of having explored a rarely investigated dimension and provided innovative results.

5. Conclusions

This study revealed two distinctive profiles of post-stroke patients based on their driving perception since driving resumption. The first profile consisted of patients who reported that they had perceived the need to modify their driving, and had implemented changes. The second profile was made up of patients who perceived no changes in their driving following their stroke. Patients who modified their driving were younger, lived in rural areas, and had several types of post-stroke sequelae, mainly cognitive and motor impairments. All these characteristics may contribute to the modification of their driving perception. Other factors such as self-awareness of driving abilities may influence their driving perception. Future research is needed to develop assessment tools that assist drivers in more accurately estimating their true driving abilities. It's also essential to compare their subjective ratings to objective performance-based measures of driving abilities. The findings also highlight the need for targeted interventions to support post-stroke drivers in maintaining safe driving practices.

Funding

This work was supported by the Road Safety Delegation; and Fond de dotation Centre Mutualiste de Kerpape.

CRedit authorship contribution statement

Clara Gasne: Writing – original draft, Methodology, Investigation, Formal analysis, Data curation, Conceptualization. Maud Ranchet: Writing – review & editing, Supervision, Project administration, Methodology, Investigation, Funding acquisition, Conceptualization. Myriam Evennou: Methodology, Investigation, Formal analysis, Conceptualization. Marie-Caroline Delebecque: Resources, Project administration, Funding acquisition. Isabelle Hoang: Writing – review & editing, Methodology, Investigation, Data

curation. Jacques Luauté: Writing – review & editing, Resources, Conceptualization. Pauline Coignard: Writing – review & editing, Resources, Conceptualization. Laurence Paire-Ficout: Writing – review & editing, Supervision, Project administration, Methodology, Investigation, Funding acquisition, Formal analysis, Conceptualization.

Data availability

Data will be made available on request.

Acknowledgments

The authors thank the Kerpape Center and Henry Gabrielle Hospital staff for their fitness-to-drive evaluations.

Appendix A

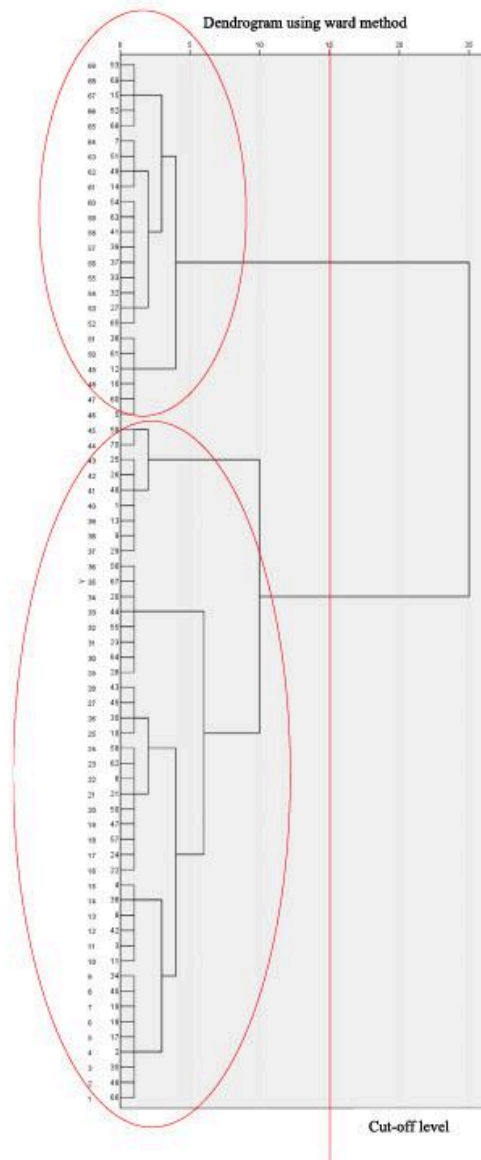


Fig. A2. Similarity tree after hierarchic cluster analysis of subjects ($n = 69$; Ward method).

References

- Alkharboush G.A, Al Rashed F.A, Saleem A.H, Alnajashi I.S, Almeneessier A.S, Olaish, A H, Bhatti, J A, BaHammam A S. Assessment of patients' medical fitness to drive by primary care physicians : A cross-sectional study. *Traffic Injury Prevention*. 2017;18(5):488–492. Scopus. 10.1080/15389588.2016.1274029.
- Akinwuntan, A. E., De Weerd, W., Feys, H., Pauwels, J., Baten, G., Arno, P., & Kiehlens, C. (2005). Effect of simulator training on driving after stroke: A randomized controlled trial. *Neurology*, 65(6), 843–850. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000171749.71919.f3>

- Anstey, K., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clin. Psychol. Rev.*, 25(1), 45–65. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2004.07.008>
- Baldock, M. R. J., Mathias, J. L., McLean, A. J., & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accid. Anal. Prev.*, 38(5), 1038–1045. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.04.016>
- Blane, A., Lee, H. C., Lee, M., Parsons, R., & Falkner, T. (2016). The cognitive and socio-demographic influences on driving performance and driving cessation in post-stroke drivers. Retrieved from *Adv. Transp. Stud.*, 38, 75–90 <https://um.lib.se/resolve/urn=urn:nbn:se:hj:diva-34129>.
- Brousseau, S., Saillour-Glenisson, F., Garcia-Lorenzo, B., Rouanet, F., Lesaine, E., Maugeais, M., Aly, F., Oline, B., Salamon, R., & Sibon, I. (2019). Sequelae and Quality of Life in Patients Living at Home 1 Year After a Stroke Managed in Stroke Units. *Front. Neurol.*, 10, 907. <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00907>
- Chung, C. S., Pollock, A., Campbell, T., Durward, B. R., & Hagen, S. (2013). Cognitive rehabilitation for executive dysfunction in adults with stroke or other adult non-progressive acquired brain damage. *Cochrane Stroke Group, editor. Cochrane Database Syst. Rev.*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD006391.pub2>. Apr 30 [accessed 2024 Feb 2].
- Cumming, T. B., Packer, M., Kramer, S. F., & English, C. (2016). The prevalence of fatigue after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Int. J. Stroke*, 11(9), 968–977. <https://doi.org/10.1177/17474930166669061>
- Al Banna M, Abdulla Redha N, Abdulla F, Nair B, Donnellan C. Metacognitive function poststroke: a review of definition and assessment. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2015 May 20:jnnp-2015-310305. 10.1136/jnnp-2015-310305.
- Devois, H., Akinwuntan, A. E., Nieuwboer, A., Truijens, S., Tant, M., & De Weert, W. (2011). Screening for fitness to drive after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Neurology*, 76(8), 747–756. <https://doi.org/10.1212/WNL.0b013e318220d6300>
- Ferro, J. M., Casiro, L., & Figueira, M. L. (2016). Neuropsychiatric sequelae of stroke. *Nat. Rev. Neurol.*, 12(5), 269–280. <https://doi.org/10.1038/nrneurol.2016.46>
- Finestone, H. M., Guo, M., O'Hara, P., Greene-Finestone, L., Marshall, S. C., Hunt, L., Biggs, J., & Jessup, A. (2010). Driving and Reintegration Into the Community in Patients After Stroke. *PM&R*, 2(6), 497–503. <https://doi.org/10.1016/j.pmrj.2010.03.030>
- Fiak, G. D., Owsley, C., & Menneier, M. (2002). Vision, attention, and self-reported driving behaviors in community-dwelling stroke survivors. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 83(4), 469–477. <https://doi.org/10.1053/apmr.2002.31179>
- Fiak, G. D., Owsley, C., & Pulley, L. V. (1997). Driving after stroke: Driving exposure, advice, and evaluations. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 78(12), 1338–1345. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90307-5](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90307-5)
- Puller, R. (2005). Towards a general theory of driver behaviour. *Accid. Anal. Prev.*, 37(3), 461–472. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2004.11.003>
- Gadidi, V., Katz-Leurer, M., Carmeli, E., & Bornstein, N. M. (2011). Long-Term Outcome Poststroke: Predictors of Activity Limitation and Participation Restriction. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 92(11), 1802–1808. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2011.06.014>
- Gasne, C., Hoang, I., Ranchet, M., Guiet, J.-L., Delebecque, M.-C., Evensou, M., Allain, C., Guillaume, E., Penvern, N., Luauté, J., Paire-Picout, L., & Coignard, P. (2022). Accident vasculaire cérébral et reprise de la conduite. *Actualité en médecine physique et de réadaptation*.
- Golper, L. A., Rasu, M. T., & Marshall, R. C. (1980). Aphasic adults and their decisions on driving: An evaluation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 61(1), 34–40.
- Hartman-Maeir, A., Soroker, N., Ring, H., & Katz, N. (2002). Awareness of deficits in stroke rehabilitation. *J. Rehabil. Med.*, 34(4), 158–164. <https://doi.org/10.1080/16501970213236>
- Heikkilä, V.-M., Korpelainen, J., Turikka, J., Kallanranta, T., & Summala, H. (1999). Clinical evaluation of the driving ability in stroke patients. *Acta Neurol. Scand.*, 99(6), 349–355. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.1999.tb07363.x>
- Horrey, W. J., Lesch, M. F., Mitsopoulos-Rubens, E., & Lee, J. D. (2015). Calibration of skill and judgment in driving: Development of a conceptual framework and the implications for road safety. *Accid. Anal. Prev.*, 76, 25–33. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.12.017>
- Huang, G., Lueter, M., Karagol, I., Park, J. W., & Pitts, B. J. (2020). Self-perception of driving abilities in older age: A systematic review. *Transport. Res. F: Traffic Psychol. Behav.*, 74, 307–321. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2020.08.020>
- Kim, Y. W. (2022). Update on Stroke Rehabilitation in Motor Impairment. *Brain & Neurorehabilitation*, 15(2), Article e12. <https://doi.org/10.12786/bn.2022.15.e12>
- Lavallière, M., Simoneau, M., Tremblay, M., Laurendeau, D., & Teasdale, N. (2012). Active training and driving-specific feedback improve older drivers' visual search prior to lane changes. *BMC Geriatr.*, 12(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1471-2318-12-5>
- Leigh-Smith, J., Wade, D. T., & Hever, R. L. (1986). Driving after a Stroke. *J. R. Soc. Med.*, 79(4), 200–203. <https://doi.org/10.1177/014107688607900404>
- Marshall, S. C., & Gilbert, N. (1999). Saskatchewan physicians' attitudes and knowledge regarding assessment of medical fitness to drive. *Can. Med. Assoc. J.*, 160(12), 1701–1704.
- McKay, C., Rapport, L. J., Coleman Bryer, R., & Casey, J. (2011). Self-Evaluation of Driving Simulator Performance After Stroke. *Top. Stroke Rehabil.*, 18(5), 549–561. <https://doi.org/10.1310/tst.1805-549>
- McNamara, A., George, S., Ratcliffe, J., & Walker, R. (2015). Older people's attitudes towards resuming driving in the first four months post-stroke: Driving: The first 4 months post-stroke. *Australas. J. Ageing*, 34(1), E13. <https://doi.org/10.1111/ajag.12135>
- Omer, S., Dolan, C., Dimitrov, B. D., Langan, C., & McCarthy, G. (2014). General practitioners' opinions and attitudes towards medical assessment of fitness to drive of older adults in Ireland. *Australasian Journal on Ageing*, 33(3). <https://doi.org/10.1111/ajag.12045>
- Orfei, M. D., Robinson, R. G., Prigatano, G. P., et al. (2007). Anosognosia for hemiplegia after stroke is a multifaceted phenomenon: A systematic review of the literature. *Brain*, 130(12), 3075–3090. <https://doi.org/10.1093/brain/awm106>
- Paire-Picout, L., Lafont, S., Hay, M., Coquillat, A., Fabrigoule, C., & Chavoix, C. (2021). Relationships Between Cognitive and Driving Self-awareness in Older Drivers. *The Journals of Gerontology: Series B*, 76(6), 1077–1085. <https://doi.org/10.1093/geronb/gbaa224>
- Patomella, A. H., Kottorp, A., & Tham, K. (2008). Awareness of driving disability in people with stroke tested in a simulator. *Scand. J. Occup. Ther.*, 15(3), 184–192. <https://doi.org/10.1080/11038120802087600>
- Ragland, D. R., Satariano, W. A., & MacLeod, K. E. (2005). Driving Cessation and Increased Depressive Symptoms. *J. Gerontol. A Biol. Sci. Med. Sci.*, 60(3), 399–403. <https://doi.org/10.1093/geron/60.3.399>
- Ranchet, M., Akinwuntan, A. E., Tant, M., Salch, A., Neal, E., & Devos, H. (2016). Fitness-to-drive agreements after stroke: Medical versus practical recommendations. *Eur. J. Neurol.*, 23(9), 1408–1414. <https://doi.org/10.1111/ene.13050>
- Rapoport, M. J., Plonka, S. C., Finestone, H., et al. (2019). A systematic review of the risk of motor vehicle collision after stroke or transient ischemic attack. *Top. Stroke Rehabil.*, 26(3), 226–235. <https://doi.org/10.1080/10749357.2018.1558634>
- Renjen PH, Gauba C, Chaudhari D. Cognitive Impairment After Stroke. *Cureus*. 2015 Sep 29 [accessed 2023 Nov 3]. <http://www.cureus.com/articles/2999-cognitive-impairment-after-stroke.10.7759/cureus.335>.
- Richardson, C., McKay, A., & Ponsford, J. L. (2015). Factors Influencing Self-Awareness Following Traumatic Brain Injury. *Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 30(2), E43–E54. <https://doi.org/10.1097/HTR.0000000000000048>
- Richardson, C., McKay, A., & Ponsford, J. L. (2014). The trajectory of awareness across the first year after traumatic brain injury: The role of biopsychosocial factors. *Brain Inj.*, 28(13–14), 1711–1720. <https://doi.org/10.5109/02699052.2014.954270>
- Sato, M., Kobayashi, Y., Fujita, K., & Hitoagi, M. (2021). Social Environmental Factors Related to Resuming Driving after Brain Injury: A Multicenter Retrospective Cohort Study. *Healthcare*, 9(11), 1469. <https://doi.org/10.3390/healthcare9111469>
- Scott, C. A., Rapport, L. J., Coleman Bryer, R., Griffen, J., Hanks, R., & McKay, C. (2009). Self-assessment of driving ability and the decision to resume driving following stroke. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.*, 31(3), 353–362. <https://doi.org/10.1080/13803390802169067>
- Söderback, I., Bengtsson, I., Ginsburg, E., & Elholm, J. (1992). Video feedback in occupational therapy: Its effects in patients with neglect syndrome. *Arch Phys Med Rehabil.*, 73(12), 1140–1146.
- Tham, K., & Tegnér, R. (1997). Video feedback in the rehabilitation of patients with unilateral neglect. *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 78(4), 410–413. [https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(97\)90234-3](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(97)90234-3)

- Toglia, J., & Kirk, U. (2000). Understanding awareness deficits following brain injury. *NeuroRehabilitation*, 15(1), 57–70. <https://doi.org/10.3233/NRE-2000-15104>
- Yu, S., Mubunthan, J., Lindley, R., Glozier, N., Jan, S., Anderson, C., Li, Q., & Hackett, M. L. (2016). Driving in stroke survivors aged 18–65 years: The Psychosocial Outcomes In Stroke (POISE) Cohort Study. *Int. J. Stroke*, 11(7), 799–806. <https://doi.org/10.1177/1747493016641952>
- World Health Organization. World health statistics 2014. ISBN 978 92 4 069267 1 (PDF).

Conférences

Communications orales

Gasne, C., Ranchet, M., Evennou, M., Delebecque, M-C., Hoang, I., Luauté, J., Coignard, P., Paire-Ficout, L. Perception de la conduite chez des personnes ayant subi un AVC : étude de suivi après une évaluation de l'aptitude de la conduite. 6e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM), 26 juin 2024, Bruxelles.

Gasne, C., Ranchet, M., Evennou, M., Le Guiet, J-L., Delebecque, M-C., Guillaume, E., Penvern, N., P. Coignard, P., Paire-Ficout, L. Rôle du feedback vidéo sur la conscience des capacités de conduite chez les personnes ayant subi un Accident Vasculaire Cérébral. 39ème congrès de la SOFMER (Société Française de Médecine physique et de Réadaptation), 4 octobre 2024, Toulouse.

Posters

Présenté lors du 38ème congrès de la SOFMER (Société Française de Médecine physique et de Réadaptation) 11-14 octobre 2023, Le Havre

Évaluation de l'aptitude à la conduite chez les patients ayant subi un accident vasculaire cérébral : étude rétrospective comparant les données de deux centres

C. Gasne¹, I. Hoang¹, M. Ranchet¹, M. Evennou¹, J-L. Le Guiet², M-C. Delebecque², J. Luauté³, P. Coignard², L. Paire-Ficout¹

¹T52-LESCOT, Univ Gustave Eiffel, IFSTTAR, Univ Lyon, F-69675 Lyon, France ; ²Unité de conduite automobile adaptée du centre mutualiste de rééducation et de réadaptation fonctionnelle de Kerpape, Ploemeur ; ³Service de Médecine Physique et Réadaptation, Hôpital Henry Gabrielle, Hospices Civils de Lyon, Lyon.

INTRODUCTION

- 140 000 personnes touchées par un AVC chaque année en France¹.
- Principales séquelles de l'AVC : équilibre (50 %), mémoire (42 %), motricité (37 %), vision (23 %), langage et communication (34 %)².
- Répercussions négatives sur les activités de la vie quotidienne, notamment la conduite automobile.
- La législation française recommande une évaluation pluriprofessionnelle de l'aptitude à la conduite après un AVC³⁻⁴.

Schéma représentant l'évaluation de l'aptitude à la conduite préconisée par la Haute Autorité de Santé⁴

OBJECTIFS ET MÉTHODES

Comparer les caractéristiques individuelles des personnes ayant subi un AVC selon l'établissement où l'évaluation de l'aptitude à la conduite a été réalisée. Les personnes post-AVC ayant réalisé une évaluation de l'aptitude à la conduite 2019 ont été inclus.

- Centre Mutualiste de Kerpape (n = 66)
- Hôpital Henry Gabrielle (n = 74)

Les caractéristiques socio-démographiques, cliniques et de conduite des patients ont été recueillies à partir des dossiers médicaux.

RÉSULTATS

Caractéristiques sociodémographiques, cliniques et de conduite des participants selon l'établissement.

Variante	Centre Mutualiste Kerpape n = 66	Hôpital Henry Gabrielle n = 74	Valeur de p
Age (m, ET)	58 ± 14	54 ± 14	0,07 ^a
Genre, Femme (%)	42,4	33,8	0,293 ^b
Environnement, Rural	+		<,001 ^b
Années de conduite	+		0,044 ^a
Type d'AVC			
Hémorragique		+	0,003 ^b
Malformation vasculaire cérébrale	+		
Séquelles Sensitives			
Séquelles Motrices	=	+	0,107 ^b
Séquelles Cognitives	=		0,647 ^b
Bilan neuropsychologique réalisé	+		<,001 ^b
Recommandation, Favorable		+	<,001 ^b
Nombre de mise en situation de conduite	+		<,001 ^a
Délaï entre AVC et mise en situation de conduite	+		0,005 ^a

^a Test U de Mann-Whitney ; ^b test du χ^2

+ : proportion de personnes significativement plus importante

DISCUSSION ET CONCLUSION

≠ Caractéristiques cliniques des participants.

≠ Méthodes d'évaluation d'aptitude à la conduite entre les deux établissements (bilans neuropsychologiques réalisés, délaï entre AVC et mise en situation de conduite et du nombre de mise en situation de conduite).

→ Ce qui explique en partie les différences entre les recommandations **favorables** et **défavorables** d'aptitude à la conduite.

→ Importance d'homogénéiser les évaluations d'aptitude à la conduite entre les établissements selon la législation⁵.

REMERCIEMENTS Fonds de dotation Kerpape

RÉFÉRENCES

- Inserm. Accident vasculaire cérébral (AVC). La première cause de handicap acquis de l'adulte. 2019. <https://www.inserm.fr/dossier/accident-vasculaire-cerebral-avc/>
- De Peretti C, Grimaud O, Tuppin P, Chin F, Woimant F. Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impact sur les activités de la vie quotidienne : apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution. Prévalence. 2012;10(1):1-6.
- Arrêté du 28 mars 2022 fixant la liste des affections médicales incompatibles ou compatibles avec ou sans aménagements ou restrictions pour l'obtention, le renouvellement ou le maintien du permis de conduire ou pouvant donner lieu à la délivrance de permis de conduire de durée de validité limitée (refonte). JORF n°0079, 3 avril 2022.
- Haute Autorité de Santé. Label de la HAS – Reprise de la conduite automobile après lésion cérébrale acquise non évolutive. Saint-Denis La Plaine: HAS; 2016.

Contact : clara.gasne@univ-eiffel.fr

Présenté lors des Entretiens Jacques Cartier le 11 octobre 2023, Lyon.



Profils de conducteurs ayant subi un accident vasculaire cérébral : étude prospective

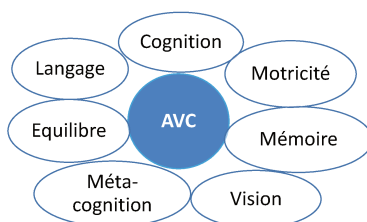


C. Gasne¹, I. Hoang¹, M. Ranchet¹, M. Evennou¹, J-L. Le Guiet², M-C. Delebecque², J. Luauté³, P. Coignard², L. Paire-Ficout¹

¹T52-LESCOT, Univ Gustave Eiffel, IFSTTAR, Univ Lyon, F-69675 Lyon, France ; ²Unité de conduite automobile adaptée du centre mutualiste de rééducation et réadaptation fonctionnelle de Kerpape, Ploemeur ; ³Service de Médecine Physique et Réadaptation, Hôpital Henry Gabrielle, Hospices Civils de Lyon, Lyon.

INTRODUCTION

- 140 000 personnes touchées par un AVC chaque année en France¹
- Un AVC peut entraîner des troubles dans différents domaines² :



OBJECTIF Identifier des profils de personnes ayant repris la conduite après un AVC.

MÉTHODES

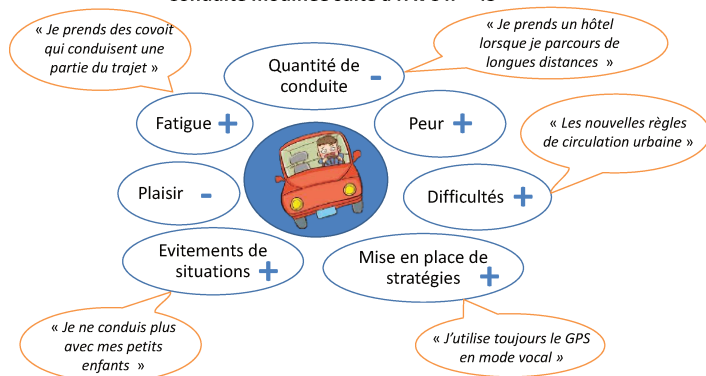
Entretien semi-directif auprès des personnes post-AVC trois ans après avoir réalisé une évaluation de l'aptitude à la conduite

- Centre Mutualiste de Kerpape (n = 49)
- Hôpital Henry Gabrielle (n = 40)

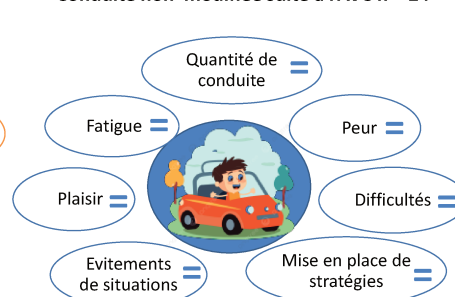
Analyses de *Cluster* pour les données des entretiens relatives aux habitudes de conduite déclarées

RÉSULTATS

Conduite modifiée suite à l'AVC n = 45



Conduite non modifiée suite à l'AVC n = 24



Facteurs différenciant les deux profils

Variabiles	Conduite modifiée suite à l'AVC n = 45	Conduite non modifiée suite à l'AVC n = 24	Valeur de p
Age	-	+	0,014 ^a
Nombre de séquelles	+	-	<,001 ^a
Séquelles Motrices	+	-	<,001 ^b
Séquelles Cognitives	+	-	0,013 ^b

^a Test U de Mann-Whitney ; ^b test du χ^2

DISCUSSION ET CONCLUSION

- Les participants inclus se différencient en deux profils définis par le changement ou non de leurs habitudes de conduite après un AVC.
- Un plus grand nombre de personnes déclarent avoir modifié leurs habitudes de conduites suite à un AVC.
- Les personnes modifiant leurs habitudes de conduite sont plus jeunes et ont un nombre de séquelles plus important, notamment motrices et cognitives.



La prise en compte de l'âge et des séquelles permettrait d'adapter l'accompagnement des personnes dans le processus de reprise de la conduite afin de garantir le **maintien de l'autonomie** et de la **participation sociale**.

REMERCIEMENTS Fonds de dotation Kerpape, Délégation Sécurité Routière

RÉFÉRENCES

1. Inserm. Accident vasculaire cérébral (AVC). La première cause de handicap acquis de l'adulte. 2019. <https://www.inserm.fr/dossier/accident-vasculaire-cerebral-avc/>

2. De Peretti C, Grimaud O, Tuppin P, Chin F, Woimant F. Prévalence des accidents vasculaires cérébraux et de leurs séquelles et impact sur les activités de la vie quotidienne : apports des enquêtes déclaratives Handicap-santé-ménages et Handicap-santé-institution. Prévalence. 2012;10(1):1-6.

Contact : clara.gasne@univ-eiffel.fr