



**HAL**  
open science

# Evaluation de l'usage de la télémédecine en neurologie pour la prise en charge de l'accident vasculaire cérébral

Robin Ohannessian

► **To cite this version:**

Robin Ohannessian. Evaluation de l'usage de la télémédecine en neurologie pour la prise en charge de l'accident vasculaire cérébral. Neurosciences [q-bio.NC]. Université Bourgogne Franche-Comté, 2023. Français. NNT : 2023UBFCE004 . tel-04101016

**HAL Id: tel-04101016**

**<https://theses.hal.science/tel-04101016v1>**

Submitted on 19 May 2023

**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.

**THESE DE DOCTORAT DE L'ETABLISSEMENT UNIVERSITE BOURGOGNE FRANCHE-  
COMTE**

**PREPAREE A UNIVESRITE DE FRANCHE-COMTE**

Ecole doctorale n°EA 481

Ecole Doctorale Environnements - Santé

Doctorat de Neurosciences

Par

Dr Robin Vicken Ohannessian

Evaluation de l'usage de la télémédecine en neurologie pour la prise en charge de l'accident vasculaire  
cérébral

Thèse présentée et soutenue à « Besançon », le « 6 Mars 2023 »

Composition du Jury :

Professeur, Moulin, Thierry	Chef de service de neurologie, CHU Besançon, Directeur de thèse
Docteur, Medeiros de Bustos, Elisabeth	MCU, Praticien Hospitalier, CHU Besançon, Codirecteur de thèse
Professeur, Sibon, Igor,	Chef de service de neurologie, CHU Bordeaux, Rapporteur
Professeur, Deltour, Sandrine,	Chef de service de neurologie, AP-HP, Rapporteur, Président du Jury



**Titre :** Évaluation de l'usage de la télémédecine en neurologie pour la prise en charge de l'accident vasculaire cérébral

**Mots clés :** Télémédecine ; télésanté ; santé numérique ; neurologie ; AVC ; télé-AVC

**Résumé :** L'accident vasculaire cérébral (AVC) est un problème de santé publique à l'échelle mondiale, ainsi qu'en France, représentant l'une des principales causes de mortalité et de handicap acquis de l'adulte.

Du fait des difficultés d'accès aux spécialistes neurovasculaires et de l'essor de la technologie, l'usage de la télémédecine est apparu comme une innovation organisationnelle pertinente à mettre en œuvre dès les années 2000 pour la prise en charge des AVC (télé-AVC).

L'objectif de cette thèse était de comprendre les déterminants du développement du télé-AVC en France, décrire les résultats obtenus en termes de santé publique du fait du déploiement du télé-AVC, ainsi que définir les solutions possibles pour contribuer à l'amélioration continue de la qualité des activités de télé-AVC.

Sept études différentes ont été menées afin de pouvoir répondre aux objectifs de la thèse.

La politique de santé volontariste du Ministère de la Santé a permis un déploiement national du télé-AVC à la phase aigüe en France avec un impact de santé publique majeur dans les territoires. Il persiste néanmoins de nombreux freins à l'amélioration continue des pratiques, notamment sur le plan économique, technologique et liées à l'usage des données.

Les principales forces de cette étude sont la diversité des recherches réalisées et des méthodes utilisées, ainsi que les multiples collaborations. La principale faiblesse est le nombre limité de publications liées à des analyses de données primaires.

A partir de résultats de cette thèse, des actions sont recommandées pour promouvoir le développement de la télémédecine pour améliorer la prise en charge des AVC.

**Title :** Evaluation of telemedicine in neurology for the management of stroke

**Keywords :** Telemedicine ; telehealth ; digital health ; neurology; stroke; telestroke

**Abstract :** Stroke is a global public health problem, as well as in France, representing one of the main causes of mortality and acquired disability in adults.

Due to the difficulties of access to neurovascular specialists and the development of technology, the use of telemedicine appeared as a relevant organizational innovation to be implemented from the 2000s for the management of stroke (telestroke).

The objective of this thesis was to understand the determinants of the development of telestroke in France, to describe the results obtained in terms of public health due to the deployment of telestroke, as well as to define possible solutions to contribute to the quality improvement of telestroke activities.

Seven different studies were conducted in order to meet the objectives of the thesis.

The proactive health policy of the Ministry of Health enabled national deployment of telestroke in the acute phase in France with a major public health impact in the territories. However, there are still many obstacles to the continuous improvement of practices, particularly related to economic, technological and data sectors.

The main strengths of this study were the diversity of the research and methodology carried used, as well as the multiple collaborations implemented. The main weakness was the limited number of publications related to primary data analyses.

Based on the results of this thesis, actions are recommended to promote the development of telemedicine to improve stroke management.

## Introduction

L'accident vasculaire cérébral (AVC) est un problème de santé publique à l'échelle mondiale, ainsi qu'en France, représentant l'une des principales causes de mortalité et de handicap acquis de l'adulte. La réduction de l'incidence des AVC repose majoritairement sur la prévention primaire cardiovasculaire. La réduction de la morbi-mortalité consécutive aux AVC repose principalement sur les innovations thérapeutiques et organisationnelles visant à accroître l'accès à une prise en charge de qualité en lien avec les traitements ayant démontré leur efficacité, dont notamment la thrombolyse et la thrombectomie.

Du fait des difficultés d'accès aux spécialistes neurovasculaires et de l'essor de la technologie, l'usage de la télémédecine est apparu comme une innovation organisationnelle pertinente à mettre en œuvre dès les années 2000 pour la prise en charge des AVC (télé-AVC). La télémédecine, définie comme une pratique médicale à distance, permettait ainsi d'amener l'expertise au plus près du malade le plus rapidement possible, plutôt que de transporter le patient vers l'unité neurovasculaire (UNV) la plus proche. Au-delà de l'amélioration de la prise en charge à la phase aiguë des AVC grâce à la télémédecine, de nouveaux usages se sont développés tout au long du parcours de soins et notamment pour le suivi du patient après l'hospitalisation.

Le concept de l'usage du télé-AVC dans le cadre de l'urgence repose ainsi sur la mise en relation entre le département des urgences où le patient est accueilli avec l'UNV de référence du territoire. Cette mise en relation est permise par l'usage de la technologie, principalement par la transmission des informations cliniques du patient, la réalisation d'un examen clinique à distance par téléconsultation assistée, et le rendu d'un avis diagnostic et thérapeutique pour la prescription d'un traitement adapté.

De nombreux facteurs organisationnels jouent néanmoins un rôle important pour permettre le déploiement de telles innovations à une échelle nationale et internationale. De nombreux freins peuvent aussi exister pour assurer une activité de télémédecine pérenne de qualité qui peuvent à terme représenter un risque pour l'amélioration continue des pratiques professionnelles.

Ainsi l'objectif de cette thèse était de comprendre les déterminants du développement du télé-AVC en France, décrire les résultats obtenus en termes de santé publique du fait du déploiement du télé-AVC, ainsi que définir les solutions possibles pour contribuer à l'amélioration continue de la qualité des activités de télé-AVC.

## Méthode

Plusieurs études ont été menées afin de pouvoir répondre aux objectifs de la thèse. Une synthèse des études est présentée dans cette section (Tableau 1).

Tableau 1. Synthèse des études réalisées concernant l'usage de la télémédecine pour la prise en charge de l'AVC.

Objectifs	Étude	Références
Comment décrire une intervention de télé-AVC ?	Revue de littérature	1
Comment expliquer le déploiement du télé-AVC en France ?	Évaluation externe qualitative des politiques de santé	2
Quels sont les résultats obtenus par le déploiement du télé-AVC en France ?	Revue systématique de littérature	3
Quel est le contexte de déploiement du télé-AVC en neurologie en France ?	Étude descriptive à partir d'une base de données ouverte	4
Comment améliorer le suivi du déploiement du télé-AVC ?	Lettre à l'éditeur	5
Comment améliorer l'évaluation du télé-AVC ?	Enquête Delphi avec panel d'experts internationaux	6
Comment poursuivre le déploiement du télé-AVC au-delà de la phase aigüe ?	Évaluation externe quantitative d'un programme régional	7

Tout d'abord, le télé-AVC en tant qu'intervention organisationnelle sur le système de santé a été décrit, accompagné d'un état des lieux général sur les usages possibles et les déploiements recensés<sup>1</sup>. Cette étude a permis de décrire le rationnel de la télémédecine dans le parcours AVC, les principes généraux de l'usage de la télémédecine pour l'AVC, les actes de télémédecine possibles, ainsi que les différents modèles organisationnels en fonction des phases de prise en charge. Les principes généraux réglementaires et techniques, ainsi que les aspects d'évaluation, de qualité et de critères de réussite ont aussi été décrits.

Le contexte ayant permis l'émergence du télé-AVC en France a ensuite été étudié sous le prisme des politiques de santé en lien avec le télé-AVC<sup>2</sup>. Une évaluation ex-post sommative externe de la politique de santé de télé-AVC en France a été réalisée à travers une étude descriptive rétrospective de 2003 au 31 décembre 2016. Le processus, le contenu et les acteurs de la politique de santé ont été décrits au niveau national. Le cadre logique de la politique de télé-AVC a été décrit à l'aide du modèle logique d'évaluation du Haut Conseil de Santé Publique (Haut Conseil de Santé Publique, HCSP). Le modèle des étapes de la politique publique de l'Institut National de Santé Publique du Québec (INSPQ) a été utilisé pour décrire le processus de politique de santé de télé-AVC en France. Ce modèle comprend cinq étapes : l'établissement de l'agenda, la formulation de la politique, la prise de décision, la mise en œuvre et l'évaluation. Une analyse des documents et de la législation a été menée pour recueillir des données à partir des rapports du ministère de la Santé et des agences de santé sur les AVC, la télémédecine et le télé-AVC. La législation a été décrite à partir de la base de données en ligne Légifrance.

Une revue systématique de littérature a été réalisée pour décrire le déploiement du télé-AVC en France et les résultats obtenus<sup>3</sup>. La revue systématique a été menée selon les directives PRISMA en utilisant les bases de données PubMed et Science Direct. Les articles et résumés en anglais et en français, publiés du 1er janvier 2000 au 30 avril 2018 ont été utilisés. Les études n'ont été incluses que si elles impliquaient des activités régionales de télé-AVC menées en France et ont été exclues si elles ne rapportaient pas de résultats cliniques ou de santé publique de la mise en œuvre du télé-AVC couramment rapportés dans la littérature. La sélection a été effectuée à partir des titres et des résumés, et une évaluation de l'éligibilité a été basée sur l'analyse du texte intégral. Une analyse bibliographique a été menée. Les variables extraites étaient la conception de l'étude, le type d'étude et la durée de l'étude. Les résultats rapportés concernaient l'utilisation (volume de patients victimes d'un AVC examinés par télémédecine et traités par télé-thrombolyse), l'efficacité clinique (score de Rankin modifié (mRS), délais de prise en charge), la sécurité (transformation hémorragique secondaire), les taux de mortalité, l'impact de santé publique (taux de thrombolyse territoriale) et les résultats médico-économiques. L'extraction des données a été réalisée par le premier auteur et validée par les co-auteurs. Les données ont été extraites uniquement lorsqu'il ne pouvait y avoir de confusion. Aucune méta-analyse ou analyse supplémentaire n'a été réalisée.

Le déploiement du télé-AVC en France a aussi été mis en contexte dans le cadre du déploiement des activités de télémédecine en neurologie afin de comprendre le poids relatif de cette activité au sein de la spécialité médicale<sup>4</sup>. La base de données en accès libre du Ministère de la Santé concernant l'enquête de statistique annuelle des établissements (SAE) a été utilisée. Cette étude a permis de comparer le nombre d'établissements déclarant une activité de téléneurologie en tant que site requérant et en tant que site requis entre 2014 et 2019.

Afin de pouvoir mieux suivre le déploiement du télé-AVC, notamment au niveau international, une étude a été réalisée afin d'évaluer la possibilité de codage des actes avec la Classification Internationale des Interventions de Santé (International Classification of Health Intervention, ICHI) de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)<sup>5</sup>.

Concernant les aspects d'évaluation, une enquête internationale avec consensus d'experts a permis de définir un jeu minimal de données pour les activités de télé-AVC à la phase aigüe<sup>6</sup>. Un processus itératif a été utilisé avec plusieurs phases pour identifier (phase 1), examiner (phase 2) et valider (phase 3) les variables pour l'ensemble de données minimales. L'enquête Delphi modifiée impliquait la formation d'un panel d'experts internationaux du télé-AVC avec des publications identifiées dans le domaine. Deux séries d'enquêtes en ligne accompagnées de téléconférences itératives et de la circulation de documents par courrier électronique ont été effectuées pour examiner et discuter des résultats intermédiaires et finaux. Les principes de base pour le choix des variables étaient de sélectionner celles qui seraient essentielles à l'évaluation d'un programme de télé-AVC et qui seraient pertinentes pour le groupe d'expert.

Enfin, une dernière étude a évalué un programme régional de suivi à distance des patients ayant un AVC à la sortie de l'hospitalisation<sup>7</sup>. Une étude observationnelle rétrospective en vie réelle a été menée concernant une durée de quatre ans du 1er janvier 2016 au 31 décembre 2019. Les patients étaient inclus s'ils étaient adultes, hospitalisés pour un AVC aigu ou un accident ischémique transitoire (AIT) pendant la période d'étude dans l'un des six centres cliniques participants, sortis vivants et résidant en région Franche-Comté. Tous les centres participants étaient des hôpitaux publics dont cinq hôpitaux locaux (Dole, Pontarlier, Vesoul, Jura Sud, Belfort) et un CHU (Centre Hospitalier Universitaire de Besançon). Les nombres de patients inclus ont été comparés au nombre de patients de la région répondant aux critères de sélection extraits de la base de données des sorties hospitalières. Les patients n'étaient pris en compte que s'ils étaient inclus dans le programme de suivi avec au moins un contact de suivi initié. La surveillance était considérée comme un échec si le contact avec le patient ne pouvait pas être géré ou si les informations ne pouvaient pas être récupérées. Les données médicales de routine ont été recueillies de manière prospective par l'équipe en charge du suivi des patients à l'aide du même logiciel disponible dans tous les centres participants. Le contrôle et la gestion de la qualité des données ont été effectués par l'UNV. Les données ont été extraites en janvier 2021 pour inclure toutes les données de surveillance des patients sortis en 2019 afin de permettre l'analyse des données jusqu'au 31 décembre 2020 après un an de suivi pour les patients sortis en 2019.

## Résultats

Une synthèse des résultats est présentée dans cette section (Tableau 2). L'ensemble des études est présenté en Annexes.

Tableau 2. Synthèse des résultats des études concernant l'usage de la télémédecine pour la prise en charge de l'AVC.

Étude	Principaux résultats
1	<ul style="list-style-type: none"><li>- La télémédecine peut être utilisée pour de nombreux besoins cliniques liées à la prise en charge des AVC.</li><li>- La télémédecine peut être utilisée à la phase aigüe préhospitalière, à la phase hospitalière et pour le suivi post-hospitalier.</li><li>- De nombreux modèles organisationnels existent pour le déploiement du télé-AVC.</li><li>- Le modèle le plus déployé et le plus évalué est le soutien diagnostique et thérapeutique à la phase aigüe entre un service d'urgence où le patient est admis et un centre expert distant.</li><li>- Des contraintes techniques et réglementaires spécifiques doivent être respectées.</li><li>- Des indicateurs de qualité du télé-AVC à la phase aigüe ont été définis.</li><li>- Tout projet de télé-AVC nécessite une redéfinition des parcours de soins territoriaux et une collaboration de l'ensemble des acteurs impliqués pour assurer la réussite et la pérennité du projet.</li></ul>
2	<ul style="list-style-type: none"><li>- L'initiation du déploiement national du télé-AVC en France est le résultat d'un long processus sur près de 10 ans.</li><li>- La mise à l'agenda du sujet a commencé en 2003.</li><li>- La formulation a eu lieu entre 2008 et 2009 avec trois rapports sur la télémédecine, la santé numérique et l'AVC.</li><li>- La décision de déploiement a eu lieu entre 2010 et 2012 sous la forme de la stratégie nationale de télémédecine et le plan national AVC, traduit dans une circulaire détaillant les modalités pratiques de mise en œuvre du télé-AVC.</li><li>- Le déploiement a été initié en 2011 avec le soutien financier et méthodologique accordé à des projets pilotes régionaux, notamment en Franche-Comté et Bourgogne.</li><li>- L'évaluation dédiée des initiatives nationales liées au télé-AVC a été limitée mais progressivement intégrée aux évaluations liées à l'amélioration de la prise en charge des AVC.</li></ul>



- 
- 3
- Au total, 24 études ont été incluses dans la revue systématique dont 13 articles et 11 résumés.
  - La première étude identifiée était publiée en 2012.
  - Les études étaient réalisées dans six territoires différents.
  - La Franche-Comté et la Bourgogne étaient les régions avec le plus de publications.
  - Le principal type d'étude réalisé était l'étude descriptive rétrospective.
  - Toutes les études décrivaient un modèle de « hub and spoke » avec « drip and ship ».
  - Les activités de télé-AVC évaluées avaient un profil de sécurité similaire à une prise en charge traditionnelle sans télé-médecine.
  - L'évaluation de l'augmentation du taux de thrombolyse régional était disponible seulement pour deux études.
  - Le taux de thrombolyse en Franche-Comté était de 0,2 % en 2004 et 9,9 % en 2015.
  - Le taux de thrombolyse en Nord-Pas-de-Calais avait augmenté de 76 % (IC 95 % : 67–83 %) de 2009 à 2012.
  - Aucune méthodologie d'évaluation standardisée commune aux différents articles n'a pu être identifiée.
  - Plusieurs territoires n'avaient pas publiés d'évaluation de leurs activités de télé-AVC.
  - Le manque de données structurées, fiables et faciles d'accès issus de registres régionaux d'AVC constituait un frein à l'évaluation de l'impact du télé-AVC.

- 
- 4
- Entre 2014 et 2017, le nombre d'hôpitaux déclarant avoir une activité de télé-médecine en neurologie a augmenté de 65,7%.
  - En 2017, environ 12% des hôpitaux déclaraient avoir une activité de télé-médecine en neurologie.
  - Près de 90% des établissements déclarant avoir une activité de télé-neurologie étaient des hôpitaux publics.
  - L'activité principale en télé-neurologie était le télé-AVC.
  - La base de données en accès ouvert utilisée (SAE) peut être utilisée comme un outil de suivi du déploiement des usages de télé-médecine et de télé-AVC au sein des établissements de santé.

- 
- 5
- Au niveau national en France, les actes de télé-médecine inter-hospitaliers ne bénéficiaient pas d'un système de codage spécifique permettant de suivre le déploiement des usages ou leur financement. Le suivi existant des actes de thrombolyse n'incluait pas d'information sur le recours à la télé-médecine pour la décision thérapeutique
-

- 
- Au niveau international, aucun système n'existait permettant aussi de suivre le déploiement des activités de télé-AVC.
  - Le télé-AVC a ainsi été catégorisé en tant qu'intervention de santé et comparée aux codes existants au sein de la classification ICHI de l'OMS.
  - Aucun code n'existait dans la version alpha de la classification permettant de coder les activités de télé-AVC ou de télémédecine.
  - La nouvelle version de la classification ICHI de l'OMS a intégré des nouveaux codes d'extension permettant de caractériser la réalisation d'une intervention par télémédecine, applicable ainsi aux activités de télé-AVC.
  - Les pays peuvent ainsi utiliser ce modèle international pour définir leur propre modèle national de codage des actes de télémédecine nécessaires au télé-AVC, facilitant ainsi le suivi des activités de façon simplifiée.
- 

- 6
- Les évaluations publiées sur le télé-AVC ne permettaient pas de pouvoir comparer strictement les programmes afin d'analyser les critères liés à l'efficacité des modèles.
  - Un jeu minimal de données nécessaires à l'évaluation du télé-AVC à la phase aiguë a été définie par un consensus auprès d'experts internationaux.
  - Les données minimales incluent une description du modèle organisationnel et des moyens mis en œuvre, une description de l'activité de télémédecine réalisée, une description des caractéristiques des patients, des résultats cliniques et du suivi réalisé.
- 

- 7
- Le suivi des patients ayant survécu à un AVC ou AIT est une activité complexe à réaliser du fait du manque de personnel pour assurer un suivi clinique rapproché lors de la première année après la sortie d'hospitalisation.
  - Un programme de suivi des patients ayant survécu à un AVC ou AIT a été mis en place à l'échelle régionale en région Franche-Comté en France.
  - Ce programme a inclus 7166 patients pendant une période de quatre ans entre 2016 et 2019, avec une augmentation de 20% entre 2016 et 2019.
  - L'âge moyen des patients étaient de 72,2 ans.
  - La plupart des patients avait subi un AVC ischémique (68,5 %, n = 4 912), était suivi à domicile (71,6 %, n = 5130), par des consultations téléphoniques de télésanté dirigées par une infirmière (40,8 %, n = 2 921). Le délai moyen de suivi était de 148,6 jours (moins de six mois) en 2019. La mortalité était de 10 % en 2016 et 6,3 % en 2019.
  - Le programme peut s'améliorer par l'intégration de la télésurveillance et du registre AVC.
-

## **Discussion**

Cette étude a permis de décrire les éléments soutenant le déploiement et l'usage de la télémédecine en neurologie pour améliorer la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux. Le choix des études réalisées repose sur une approche pragmatique à partir des données disponibles par rapport aux objectifs du projet de recherche.

Les principales forces de cette étude sont la diversité des recherches réalisées et des méthodes utilisées. Les recherches se sont ainsi concentrées sur les différents aspects nécessaires à la réussite de projets de télémédecine pour la prise en charge des AVC. Les aspects cliniques, technologiques, économiques, politiques et relatifs aux données ont été traités. Les méthodes utilisées incluaient deux revues de littérature, une évaluation de politique de santé nationale, l'analyse de base de données en accès ouvert, une enquête internationale de type Delphi, et une évaluation d'un projet local à partir de multiples sources de données.

Les multiples collaborations locales, nationales, et internationales ont aussi permis d'assurer le succès de ce travail. Ces collaborations ont notamment permis la prise en compte de multiples points de vue et réalités donnant des perspectives multiples aux résultats. Au niveau local, la collaboration avec le service de neurologie du CHU de Besançon et le RUN-FC a permis de prendre en compte la réalité pratique et clinique de la mise en œuvre de la télémédecine pour les AVC ainsi que de pouvoir accéder aux données du plus ancien programme de télé-AVC en France et l'un des plus importants à l'échelle Européenne. Au niveau national, la collaboration avec le Ministère de la Santé et le Haut Conseil de la Santé Publique a notamment permis de comprendre les contraintes liées au développement et à l'évaluation des politiques de santé en lien avec la télémédecine et l'AVC. Enfin au niveau international, la collaboration avec le Centre Collaborateur de l'OMS pour la classification des maladies de l'Université de Sydney, ainsi qu'avec les équipes du programme de télé-AVC du Victoria en Australie ont permis de pouvoir étendre la compréhension des modèles et des besoins de télé-AVC dans le monde tout en partageant l'expérience française.

La principale faiblesse de l'étude réside dans le nombre limité de publications liées à des analyses de données primaires. Les études réalisées sur des données primaires ont été par ailleurs complexes à mettre en œuvre car les bases de données n'étaient pas préconçues pour un objectif de recherche mais constituées de données de vie de réelle collectées prospectivement et sans travaux de recherche préalables déjà publiés. Il n'existait pas non plus en France de base de données nationale détaillée constituée sur le télé-AVC, ni de registre national sur l'AVC incluant des données sur le recours à la télémédecine qui auraient permis de réaliser plus facilement des évaluations et études d'impact à l'échelle nationale.

A partir de résultats de cette thèse, les actions recommandées pour promouvoir le développement de la télémédecine pour améliorer la prise en charge des AVC sont décrites dans le Tableau 3. L'expertise de la France dans ce domaine pourrait aussi être exportée à l'international pour soutenir les pays avec un degré de maturité moindre sur ce sujet afin d'éviter de répéter les mêmes erreurs et bénéficier de l'expérience collective acquise.

Tableau 3. Recommandations pour le développement de la télémédecine pour améliorer la prise en charge des AVC

Niveau	Actions
Politique de santé nationale	<ul style="list-style-type: none"><li>- L'usage de la télémédecine pour la prise en charge des AVC doit être priorisé au sein des politiques de santé liées à l'AVC et aux pathologies cardiovasculaires et neurologiques.</li><li>- Des modèles économiques pérennes doivent être définis à l'échelle nationale pour permettre le développement de projets territoriaux.</li><li>- Des formations sont nécessaires pour comprendre les opportunités et risques liés à la mise en œuvre de la télémédecine pour l'AVC.</li></ul>
Clinique	<ul style="list-style-type: none"><li>- L'ensemble des types d'actes de télémédecine devraient être utilisés à l'ensemble des étapes du parcours patient ayant un AVC.</li><li>- Les parcours patients AVC devraient être analysés et redéfinis pour insérer l'usage de la télémédecine de façon systématisée.</li><li>- Les professionnels de santé concernés devraient être formés aux pratiques de télémédecine en neurologie.</li></ul>
Données	<ul style="list-style-type: none"><li>- Un registre national épidémiologique de l'AVC devrait être créé pour pouvoir soutenir la définition et l'évaluation des activités de télé-AVC.</li><li>- Un cadre concept standardisé d'évaluation des usages de télémédecine pour l'AVC devraient être définies en amont des déploiements cliniques.</li><li>- Les solutions technologiques utilisées pour la pratique de la télémédecine devraient permettre la constitution et l'accès facilité à la base de données de vie réelle constituée en routine clinique.</li></ul>

## **Remerciements**

Le service de neurologie du CHU de Besançon, et en particulier Professeur Thierry Moulin pour son soutien inconditionnel et ses encouragements tout au long de ce projet et de ces nombreuses années de collaboration, ainsi que Docteur Elisabeth Medeiros de Bustos pour son accompagnement sur la réalité clinique des activités de télé-AVC.

Les professeurs de neurologie ayant accepté de participer au jury de cette thèse et ayant aussi apporter leur soutien tout au long de ce travail, Pr Sandrine Deltour et Pr Igor Sibon.

Les membres du comité de suivi de thèse, Pr Nathalie Salles et Lina Williatte.

Le réseau des urgences neurologiques de Franche-Comté (RUN-FC), et en particulier son directeur Docteur Benjamin Bouamra pour son aide précieuse pour le raisonnement territorial et la justesse de ses analyses concernant les facteurs de réussite sur l'usage de la télémédecine pour l'AVC.

L'Université de Bourgogne-Franche-Comté (UBFC) et en particulier la direction et le personnel de l'école doctorale pour leur aide continue pour la réalisation de cette thèse.

La société TLM60 ayant permis le financement des travaux de recherche de cette thèse, et en particulier les équipes de Télémédecine 360, et notamment Sarina Yaghobian pour la qualité de son soutien professionnel. La société Telemonica pour le soutien apporté aux réflexions sur les solutions technologiques utilisables pour l'intégration des données de vie réelle, de registre AVC et de télémédecine.

L'ensemble des co-auteurs des articles publiés, et en particulier Dr Pascale Dhote-Burger, Pr Franck Chauvin, Pr Cyrille Colin, Pr Norbert Nighoghossian, Pr Anne-Marie Schott, Pr Richard Madden, Dr Nicola Fortune, Dr Dominique Cadilhac, et Pr Christopher Bladin.

## Références

1. Medeiros De Bustos E, Ohannessian R, Bouamra B, Moulin. Télémedecine et accident vasculaire cérébral : « Rôle de la télémedecine dans les accidents vasculaires cérébraux ». Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine. 2020;204(8):826-838
2. Ohannessian R, Dhote-Burger P, Chauvin F, Colin C, Nighoghossian N, Moulin T, Schott AM. Health policy for telestroke in France: A retrospective description from 2003 to 2016. Rev Neurol (Paris). 2019 Jun;175(6):390-395.
3. Ohannessian R, Schott AM, Colin C, Nighoghossian N, Medeiros de Bustos E, Moulin T. Acute telestroke in France: A systematic review. Rev Neurol (Paris). 2020 May;176(5):316-324.
4. Ohannessian R, Deltour S, Medeiros de Bustos E, Moulin T. Teleneurology from 2014 to 2019 in France: Results from a national mandatory hospital survey conducted by the Ministry of Health. Journal of the Neurological Sciences. 2019;405:92.
5. Ohannessian R, Fortune N, Moulin T, Madden R. Telemedicine, Telestroke, and Artificial Intelligence Can Be Coded with the International Classification of Health Interventions. Telemed J E Health. 2020 May;26(5):574-575.
6. Cadilhac DA, Bagot KL, Demaerschalk BM, Hubert G, Schwamm L, Watkins CL, Lightbody CE, Kim J, Vu M, Pompeani N, Switzer J, Caudill J, Estrada J, Viswanathan A, Hubert N, Ohannessian R, Hargroves D, Roberts N, Ingall T, Hess DC, Ranta A, Padma V, Bladin CF. Establishment of an internationally agreed minimum data set for acute telestroke. J Telemed Telecare. 2021 Oct;27(9):582-589.
7. Ohannessian R, Bouamra B, Chakroun K, Charbonnier G, Moulin T, Medeiros de Bustos E. Results of a four-year multi-channel regional program for monitoring stroke survivors in Franche-Comté, France. Rev Neurol (Paris). 2022 Mar;178(3):226-233.

## Annexes



ELSEVIER

Disponible en ligne sur

ScienceDirect  
www.sciencedirect.com

Elsevier Masson France

EM|consulte  
www.em-consulte.com



REVUE GÉNÉRALE

# Télémédecine et accident vasculaire cérébral : « Rôle de la télémédecine dans les accidents vasculaires cérébraux »<sup>☆</sup>

*Telemedicine and stroke: Telestroke. "The role of telemedicine in stroke"*

E. Medeiros De Bustos<sup>a,b,c</sup>, R. Ohannessian<sup>c</sup>, B. Bouamra<sup>a,b</sup>,  
T. Moulin<sup>a,b,c,\*</sup>

<sup>a</sup> Unité de soins intensifs neurovasculaires, département de neurologie, CHU de Besançon, Besançon, France

<sup>b</sup> Réseau des urgences neurologiques (RUN-FC) et réseau des AVC en Franche-Comté (RFC-AVC), CHU de Besançon, Besançon, France

<sup>c</sup> EA 481 laboratoire de neurosciences intégratives et cliniques, université de Franche-Comté, UBFC, France, CIC Inserm 1431, CHU de Besançon, Besançon, France

Reçu le 2 mars 2020 ; accepté le 29 juin 2020

## MOTS CLÉS

Télémédecine ;  
Télé-AVC ;  
Infarctus cérébral ;  
Hémorragie  
cérébrale ;  
Thrombolyse ;  
Thrombectomie ;  
Unité neurovasculaire

**Résumé** Les aspects de télémédecine concernant la prise en charge des patients avec un accident vasculaire cérébral (AVC) sont dénommés « téléAVC », et font partie intégrante de l'organisation de la filière de prise en charge depuis la mise en place du Plan national « AVC 2010–2014 ». Il permet une équité de prise en charge à tous les stades de la maladie en permettant un accès facilité à une unité neurovasculaire (UNV). Le téléAVC permet le partage d'informations, de compétences et de responsabilités entre praticiens lors de tous les actes de télémédecine (téléconsultation, téléexpertise, téléassistance et télésurveillance). La mise en place des outils de télémédecine nécessite un cahier de charges précis et des procédures définissant le rôle de chaque intervenant (urgentistes, radiologue, neurologues, etc.). Les modèles du téléAVC s'adaptent aux besoins de chaque territoire et selon les ressources disponibles (plateaux d'imagerie, service d'accueil d'urgences, UNV, unité de neuroradiologie interventionnel, etc.) en dessinant des organisations hospitalières graduées. Il est habituel de séparer les expériences de la phase aiguë, menées en préhospitalier ou en hospitalier (de l'appel au Centre 15, à l'envoi d'ambulance équipée de moyen vidéo, voire de scanner embarqué), de celles conduites dans la phase chronique. De même, les prises en charge peuvent être parcellaires

<sup>☆</sup> Séance du 11 février 2020.

\* Auteur correspondant. Département de neurologie, CHU de Besançon, 2, boulevard Fleming, 25000 Besançon, France.  
Adresse e-mail : [Thierry.moulin@univ-fcomte.fr](mailto:Thierry.moulin@univ-fcomte.fr) (T. Moulin).

<https://doi.org/10.1016/j.banm.2020.07.038>

0001-4079/© 2020 L'Académie nationale de médecine. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

Pour citer cet article : Medeiros De Bustos E, et al. Télémédecine et accident vasculaire cérébral : « Rôle de la télémédecine dans les accidents vasculaires cérébraux ». Bull Acad Natl Med (2020), <https://doi.org/10.1016/j.banm.2020.07.038>



(accès seulement à une thrombolyse), ou complètement intégrées organisant l'ensemble du parcours AVC. La majorité des expériences de téléAVC portent sur la prise en charge aiguë. Les études médicoéconomiques restent limitées. La télémédecine appliquée aux AVC contribue non seulement à l'effet de substitution du fait de ressources limitées, mais aussi à la diffusion des connaissances et des compétences pour une prise en charge optimale du bon patient, au bon moment, au bon endroit et avec des thérapeutiques adaptées. Le Télé-AVC est une réponse à une raréfaction des ressources médicales, une aide face à la technicité de prise en charge des patients AVC et participe ainsi à l'égalité à l'accès aux soins et à l'efficacité du système de soins.

© 2020 l'Académie nationale de médecine. Publié par Elsevier Masson SAS. Tous droits réservés.

## KEYWORDS

Telemedicine;  
Telestroke;  
Cerebral infarction;  
Cerebral hemorrhage;  
Thrombolysis;  
Thrombectomy;  
Stroke unit

**Summary** The telemedical aspects of stroke patient management are referred to as "telestroke" and have been an integral part of the organization of stroke management systems since the implementation of the French National Stroke Plan 2010–2014. Telestroke allows for equity of care at all stages of the disease by facilitating access to stroke unit (SU). Because telestroke allows information skills and responsibilities to be shared between practitioners during all procedures (teleconsultation, teleexpertise, teleassistance and remote monitoring). The implementation of telemedical tools requires precise specifications and defined procedures in which the role of each participant is predetermined (emergency physicians, radiologists, neurologists, etc.). Telestroke models can be adapted according to the needs of each region and the resources available (imaging platforms, emergency room, SU, interventional neuroradiology, etc.). It is common practice to separate the acute phase studies, carried out pre-hospital or in hospital (from the call to the emergency services, to the sending of ambulances equipped with video technology or even an on-board scanner), from studies carried out in the chronic phase. Likewise, treatment may be fragmented (access to thrombolysis only), or completely integrated, organizing the entire stroke treatment pathway. The majority of telestroke studies concerns acute management. There have been few socioeconomic studies to determine the true impact of telestroke in medical and economic terms. Telemedicine applied to stroke not only contributes to the substitution effect due to limited resources, but more importantly to the dissemination of knowledge and skills for optimal management of the right patient, at the right time, in the right place and with appropriate treatment. Telestroke is a response to the scarcity of medical resources, an aid in the face of the technical nature of stroke patient management, and thus contributes to equal access to care and the overall efficiency of the healthcare system.

© 2020 l'Académie nationale de médecine. Published by Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## Introduction

Avec le XXI<sup>e</sup> siècle, la santé est entrée dans une ère d'innovations majeures. Les biotechnologies, le numérique en santé, dont la télémédecine (TLM), sont à l'origine de la transformation du système de santé pour en décupler l'efficacité. La TLM permet un accès équitable aux soins « de partout et à tout moment », de l'urgence vitale au suivi de pathologies chroniques [1]. Si la TLM n'est qu'un outil pour améliorer l'accès aux compétences, elle donne du sens à la réorganisation des parcours de soins en transformant la relation entre professionnels de santé et usagers. Elle réduit aussi par substitution, les inégalités liées aux manques, comme condense l'espace-temps, et surtout, elle favorise le partage des connaissances, des compétences et des bonnes pratiques entre professionnels de santé.

Les expériences en TLM dans le domaine de la neurologie ne sont pas récentes [2] et ont connu un réel essor ces dernières années [3]. La prise en charge des accidents vasculaires cérébraux (AVC) s'est aussi radicalement transformé grâce au développement des unités neurovasculaires

(UNV) et de thérapeutiques efficaces comme la thrombolyse délivrée dans les premières heures [4]. Toutefois, la faible démographie médicale, notamment en neurologues, a limité le nombre des UNV. C'est dans ce contexte sociodémographique et parce que l'AVC est apparu comme un bon modèle que la TLM de l'AVC s'est développée [5–7]. Les aspects de TLM concernant les AVC sont dénommés « téléAVC », et font partie intégrante de l'organisation de la filière de prise en charge depuis avec la mise en place du Plan national « AVC 2010–2014 » qui l'inclut au sein des UNV [5]. Le Plan TLM de 2011–2015, s'appuyant sur les 5 priorités nationales de déploiement de la TLM (imagerie, prise en charge de l'AVC, maladies chroniques, santé des détenus et soins dans les structures médicosociales), a permis aux établissements hospitaliers de s'organiser pour répondre au défi de l'ère thérapeutique pour les AVC [8]. Ces traitements curatifs imposent des contraintes de temps serré (une fenêtre thérapeutique courte) et des compétences spécifiques (un spectre d'efficacité étroit) nécessitant ainsi une expertise neurovasculaire [9]. Le parcours AVC s'est ainsi structuré avec un modèle de maillage territorial performant

grâce à la TLM, en répondant à la complexité de la prise en charge, pour qu'un maximum de patients puisse accéder à l'expertise neurovasculaire [3,10–12].

## L'AVC : problème de santé publique et modèle d'une maladie chronique à révélation aiguë

Plusieurs critères font de l'AVC une maladie emblématique, conjuguant soins en urgence et prise en charge chronique [13]. Les AVC sont de plus en plus fréquents avec 150 000 nouveaux cas chaque année en France et leur nombre continue d'augmenter (13 % entre 2008 et 2015) et, ce malgré une prévention efficace. Le vieillissement mécanique de la population comme l'augmentation d'incidence des AVC chez les jeunes de moins de 55 ans, en sont les causes [14–16]. Les AVC restent grave avec 10 % de décès à 1 mois, 40 % des survivants restent handicapés à 1 mois et 20 % vont évoluer vers une démence vasculaire [15]. Ces constats expliquent que l'AVC ait été reconnu comme une nouvelle priorité de santé publique [8]. Les contraintes inhérentes à la coordination de multiples intervenants et à la technicité sophistiquée nécessaire pour une prise en charge adaptée, servent même de modèle à l'application de la TLM dans la gestion des urgences médicales en général [17].

## Rationnel de la télémédecine dans le parcours AVC

La prise en charge de l'AVC est ainsi passée d'une ère nihiliste à une prise en charge très active avec des étapes clés [18,19]. Depuis 2010, le développement dans chaque région d'UNV qui comporte des soins intensifs dédiés (USINV), doit permettre l'admission et la prise en charge de tous les patients atteints d'un AVC. Le parcours de soin spécifique est simplifié avec un appel au Centre 15 mobilisant les secours adaptés, puis une admission en urgence dans un hôpital équipé des plateaux techniques nécessaires au diagnostic et à la détermination du type d'AVC par la réalisation d'une imagerie en urgence (IRM en première intention ou à défaut un scanner cérébral) [20]. L'expertise neurovasculaire et l'admission en USINV sont nécessaires pour la réalisation des thérapeutiques et la surveillance avant la sortie au domicile ou en rééducation. La reperfusion par thrombolyse est validée depuis 2005, avec l'injection intraveineuse d'un fibrinolytique, l'activateur tissulaire du plasminogène (t-PA). Ce traitement doit être effectué dans les premières heures de l'ischémie cérébrale avant 4h30 pour les sujets de moins de 80 ans et dans les 3 h pour les patients de plus de 80 ans, et sous la responsabilité d'un neurologue [19]. Ainsi, 1 décès ou 1 handicap majeur sont évités tous les 4 patients traités [4]. Les occlusions des gros troncs artériels intracrâniens sont accessibles, dans les 6 à 9 h, à un geste de reperfusion par thrombectomie mécanique depuis 2015 [21]. Cet acte de haute technicité est réalisé en neuro-radiologie interventionnelle (NRI) dans les UNV de recours. La hémicraniectomie de décompression est validée pour les infarctus cérébraux malins dans les premières 24 heures [22,23]. Enfin, le contrôle de la pression artérielle dès les premières heures en cas d'AVC hémorragique et réversion des anticoagulants par des agents spécifiques permettraient

le plus souvent de limiter l'extension de l'hémorragie et ses conséquences [18,24]. Plus généralement, toutes les avancées thérapeutiques et de prise en charge trouvent aisément leur place dans l'UNV, cœur du parcours AVC, comme préconisée par la Haute Autorité de santé [25]. Ainsi, la place de la télémédecine dans le parcours AVC est schématisée sur la Fig. 1.

## TéléAVC : principes généraux en télémédecine et les différents actes

### Définition

Le téléAVC correspond à l'application de la télémédecine telle qu'elle est définie par le décret de 2010 à la prise en charge des patients présentant un AVC [11,26]. Elle peut aller de la téléconsultation jusqu'à la téléassistance. Le « téléAVC » décline tous les aspects nécessaires au diagnostic clinique, d'imagerie, aux décisions thérapeutiques, en urgence, lors du suivi des patients et dans le cadre de réunions de concertation pluridisciplinaire dédiée aux AVC (RCP-AVC). Il nécessite la mise en commun de toutes les compétences nécessaires dans le champ des pathologies neurovasculaires, notamment neurologiques et radiologiques. Il s'intègre généralement dans une organisation globale, notamment avec un réseau de télémédecine régional lorsque celui-ci existe [27]. Ainsi, chaque région définit au moins une structure de recours régionale qui intègre à la fois une UNV, des compétences de neuroradiologie interventionnelle et de neurochirurgie afin d'assurer dans le cadre de protocoles régionaux des actes diagnostiques, thérapeutiques plus ou moins complexes. D'autres spécialités peuvent être nécessaires telle la chirurgie vasculaire, la médecine physique et de réadaptation, et éventuellement la pédiatrie. Les intervenants de recours sont des spécialistes compétents en neurovasculaire. Cette organisation est généralement adossée à un réseau de télé-radiologie permettant de disposer de l'avis et de l'interprétation d'un neuroradiologue formé à la lecture de l'imagerie de l'AVC [28]. L'état du déploiement en 2016 est représenté sur la Fig. 2. Son développement est encore hétérogène car dépendant du maillage avec les services d'urgences.

### Principes techniques et moyens

Le principe même de la TLM est celui du partage concerté d'informations entre professionnels dans le but d'optimiser la prise en charge des patients [29]. Pour qu'un système de télémédecine fonctionne, il est indispensable, qu'au-delà de la relation de confiance de part et d'autre des différents outils utilisés, que l'ensemble des intervenants partagent en simultané ou en différé la totalité des mêmes informations. Par ailleurs, le patient doit avoir été informé et idéalement avoir donné son accord.

Une large palette de moyens technologiques est maintenant mise à disposition des équipes médicales allant du simple téléphone à la vidéo conférence ou vidéo présence.

L'utilisation du téléphone simple est un outil important dans le suivi des patients ayant eu un AVC, d'autant que certaines échelles de qualités de vie et de dépression ont

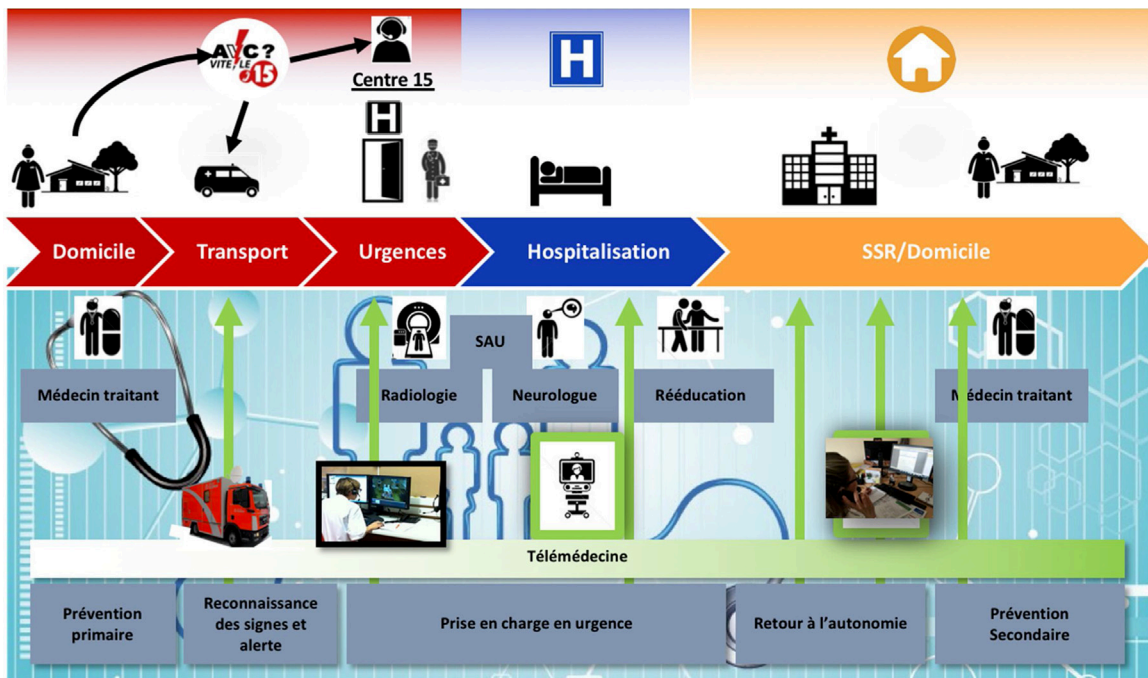


Figure 1 Représentation schématique du parcours AVC et des interventions de la télémédecine.

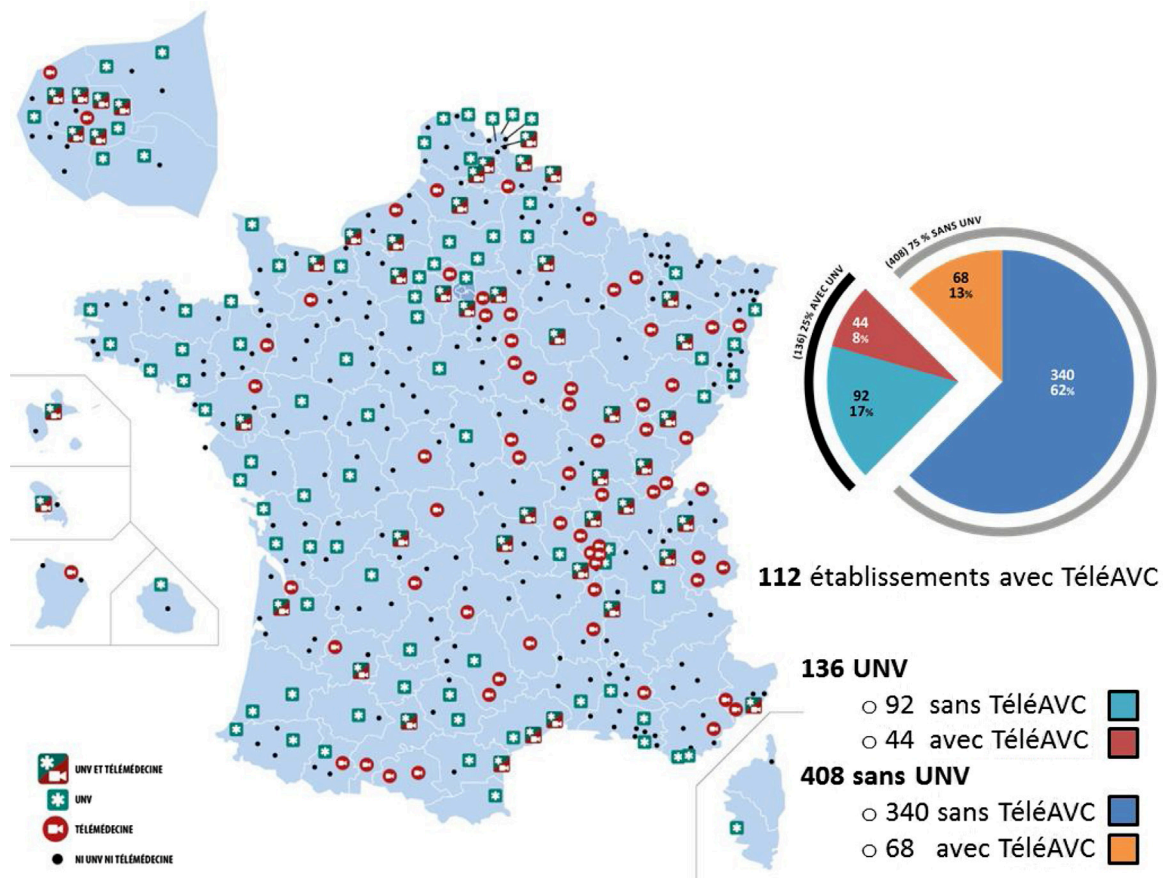


Figure 2 État des lieux du déploiement du Télé-AVC en France en 2016 [91].



été validées lorsque administrées par téléphone, permettant ainsi le suivi et la détection de complications psychiques chez le patient avec un AVC [30].

La vidéo présence permet aux praticiens et au patient d'inter-réagir. Ces modalités sont fondamentales quand se posent des questions d'évaluation clinique et plus généralement pour partager rapidement tout un ensemble d'informations significatives. Par ailleurs, l'examen clinique neurologique simplifié dans le National Institute of Health Stroke Score (NIHSS) est reproductible et validé en télé-médecine [31]. Plus important encore, est la possibilité de pouvoir orienter l'interrogatoire du patient et d'interpréter les réponses. Ainsi, l'interaction avec le patient doit être de la meilleure qualité possible. Cette vidéo présence repose sur l'utilisation de systèmes vidéo composés de caméras orientables à distance et permettant de zoomer de façon performante, de moniteurs de diamètre large haute résolution, d'un système audio suffisamment bon et d'une bande passante d'au minimum 300 Kb par seconde et de 2Mb/seconde au mieux [10]. Les outils de télé-médecine ne cessent de s'améliorer, intégrant le besoin du clinicien à pouvoir disposer et à partager données biologiques, d'examen clinique et radiologiques simultanément [11].

## Actes du TéléAVC

Ils sont définis en conformité avec le décret de 2010 [26]. Leur description figure dans le [Tableau 1](#). Il s'agit le plus souvent d'une téléconsultation, ou d'une téléexpertise. La téléassistance et la télésurveillance sont plus rarement utilisées dans le cadre du téléAVC. Les objectifs des téléconsultations et des téléexpertises sont donc d'obtenir un avis neurovasculaire. À noter que la téléconsultation peut être remplacée par une téléexpertise si le médecin requérant est lui-même neurologue ou suffisamment formé, et à l'inverse une demande de téléexpertise peut être transformée en téléconsultation si au cours de l'échange les données cliniques doivent être affinées. Ces actes s'inscrivent toujours dans le cadre d'une organisation territoriale. Elle est un facteur clé du succès avec l'identification des ressources disponibles. Elle met en lien la gradation des compétences établie sur le territoire de santé entre les différents établissements (hôpital de proximité avec SAU, UNV, UNV de recours) et entre acteurs locaux (notamment urgentistes, radiologues) et de recours territorial, régional ou interrégional [6,11]. Cette organisation du « téléAVC » permet à l'ensemble des acteurs en charge des patients d'utiliser concrètement les actes de télé-médecine tels que définis, de partager des protocoles standardisés entre équipes identifiées dans le cadre des filières AVC en région, de travailler dans le cadre de RCP-AVC (formations spécifiques régulières, procédures dédiées, évaluation, information des patients) et d'éviter ainsi la démultiplication d'intervenants non concernés. Au mieux cette activité est animée par un médecin référent en pathologie neurovasculaire en lien étroit avec les animateurs de filière hospitalière [27,28].

## TéléAVC : les différents modèles

Les modèles se sont progressivement identifiés en répondant principalement aux besoins de la ville, de la région ou

du pays où ils ont été mis en place. Ainsi pour la France, des modélisations ont été proposées par l'Agence nationale d'aide à la performance (ANAP) à partir des différentes expérimentations pionnières ([Fig. 3](#)) [32]. Il est aussi habituel de séparer les organisations de phase aiguë, menées en préhospitalier ou en hospitalier [33–38], de celles conduites dans la phase chronique lors du suivi des patients avec AVC [39–41]. De même, on distingue des prises en charge parcelaires, comme par exemple pour permettre seulement l'accès à une thrombolyse à la phase aiguë des expériences plus intégratives organisant l'ensemble de la filière de prise en charge [42–47].

## Phase préhospitalière et hospitalière

Il s'agit des modèles de type « *call and ship* ».

### Transfert direct avec alerte téléphonique préalable de l'équipe de neurovasculaire.

Il consiste à acheminer directement tous les patients considérés comme potentiellement éligibles à la thrombolyse vers des structures organisées pour répondre aux urgences neurovasculaires les plus proches. Il s'agit d'un modèle applicable dans les centres urbains où le temps d'acheminement des patients est relativement court. La limite essentielle de ce système est la difficulté diagnostique clinique des AVC dans la population générale par les secouristes, les pompiers et les ambulanciers. Il nécessite donc une information et une formation de ces professionnels de santé, notamment avec l'usage du score FAST [48].

### Transfert direct après téléconsultation préhospitalière

Afin d'optimiser la reconnaissance clinique des patients susceptibles de présenter un AVC, la faisabilité et la validité du score NIHSS administré grâce à des systèmes de visioconférence embarqués ont été validées [49,50]. Les patients ainsi évalués recevaient le fibrinolytique plus précocement, dès leur arrivée au centre hospitalier après réalisation de l'imagerie. La limite essentielle de ce système est qu'il n'est applicable actuellement qu'en milieu urbain, car le transfert de données nécessite un réseau de communication non filaire à débit suffisant [51].

### Transfert direct après téléconsultation et téléexpertise préhospitalière.

Le modèle précédent peut même être sophistiqué afin d'optimiser la reconnaissance clinique et d'imagerie des patients susceptibles de recevoir un traitement fibrinolytique en gagnant plus de 30 minutes sur le délai de la fibrinolyse et permettre à un plus grand nombre de patients des chances de récupération optimale [21–25]. Ainsi, Audebert et al. ont développé le concept du scanner cérébral embarqué « Mobil Stroke Unit » (MSU) avec une équipe neurovasculaire qui permet de réduire de manière spectaculaire le temps de traitement, avec plus de 61 % des patients traités dans la première heure comparé à seulement 11 % dans les UNV. Ce modèle serait particulièrement intéressant dans les grandes agglomérations où les temps d'accès aux services d'urgences sont dépendants du trafic urbain ou dans des zones rurales dépourvues de moyens de proximité [52–56]. La [Fig. 4](#) résume l'état de déploiement des modalités de type

**Tableau 1** Descriptif des différents actes dans le cadre du téléAVC.

**Téléconsultation du « téléAVC »**

Il s'agit d'une téléconsultation de neurologie qui inclut la transmission et le partage des données utiles (données biologiques, d'imagerie, du dossier informatique,...) à la prise en charge d'un patient suspect d'AVC  
 Les outils de visio-présence sont obligatoires pour permettre l'échange direct avec le patient (anamnèse et examen clinique standardisé). Le patient est situé dans l'établissement de proximité, généralement le service d'accueil des urgences (SAU) où il est assisté par un médecin ou un professionnel de santé  
 L'examen du patient est effectué conjointement entre le médecin en charge le patient dans l'établissement de proximité (« médecin requérant ») et le médecin neurologue de l'établissement de recours (« médecin requis »)  
 L'accord du patient est obtenu et recueilli, bien que dans le cadre de l'urgence le consentement préalable ne soit pas obligatoire (le médecin agissant en urgence dans l'intérêt du patient)  
 L'ensemble est formalisé entre les intervenants dans les différents dossiers médicaux informatisés du patient  
 Cette téléconsultation peut être réalisée en urgence, pour valider les scores neurologiques avant toute décision thérapeutique ou lors du suivi, pour fiabiliser le diagnostic et choisir les options de prise en charge au cours de l'hospitalisation initiale ou pour les consultations ultérieures

**Téléexpertise du « téléAVC »**

Le « médecin requérant » présente au « médecin requis » les éléments du dossier du patient (au mieux l'ensemble des données en sa possession)  
 L'ensemble des avis de recours sont donnés par des spécialistes compétents en neurovasculaire et en dehors de la participation effective du patient, qui doit toutefois être informé de cette procédure. Par exemple, il peut s'agir d'avis donnés par un neuroradiologue à un médecin radiologue ou non (médecin urgentiste, neurologue,...) comme d'un neurologue vasculaire à un autre médecin dans un SAU d'un site distant  
 Les échanges sont formalisés et alimentent les dossiers respectifs  
 Cette organisation est généralement adossée à un réseau de téléradiologie permettant de disposer de l'avis et de l'interprétation d'un neuroradiologue formé à la lecture de l'imagerie de l'AVC. Cette situation se retrouve généralement à l'échelon d'un territoire de santé dans lequel existe un centre hospitalier pivot ou de recours au sein duquel est assurée une continuité de la permanence radiologique

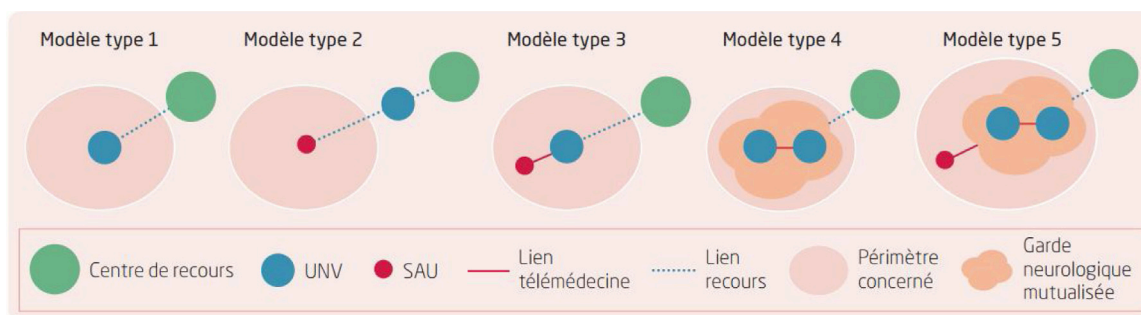
**Téléassistance médicale et télésurveillance du téléAVC**

Le « médecin requérant » qui est en charge du patient, est assisté dans la réalisation de certains actes par un « médecin requis ». Il peut s'agir pour le neurologue de contrôler la bonne réalisation de la thrombolyse, pour le radiologue d'assister la réalisation de l'examen d'imagerie,.. Une assistance est aussi possible entre professionnels de santé médicaux et non médicaux  
 Pour la télésurveillance, il peut s'agir d'enregistrer à distance des paramètres permettant de contrôler l'état clinique du patient (pression artérielle, saturation en oxygène, température, score clinique, ECG...)

**Protocoles de coordination entre acteurs locaux et de recours lors des différents actes du téléAVC**

L'avis neurovasculaire peut être sollicité pour

- Guider la conduite à tenir la plus adaptée à la situation clinique spécifique en urgence ou lors du suivi
- Effectuer une réévaluation des données médicales, dont de lecture des images, et affiner et/ou confirmer le diagnostic et le cas échéant, adapter la conduite à tenir ultérieure
- Certifier la conduite à tenir dans le cadre de RCP-AVC ou lors du suivi du patient
- Guider la conduite radiologique la plus adaptée à la situation clinique avec une aide dans l'établissement des protocoles d'examen et dans le choix des techniques d'imagerie les plus adaptées en fonction de l'indication (guide du bon usage des examens d'imagerie, recommandations professionnelles, ...)
- modifier les pratiques médicales en favorisant et promouvant l'amélioration de la prise en charge des AVC (phase aiguë et lors du suivi)



**Figure 3** Illustration de la modélisation de prise en charge des AVC (selon ANAP [32]).

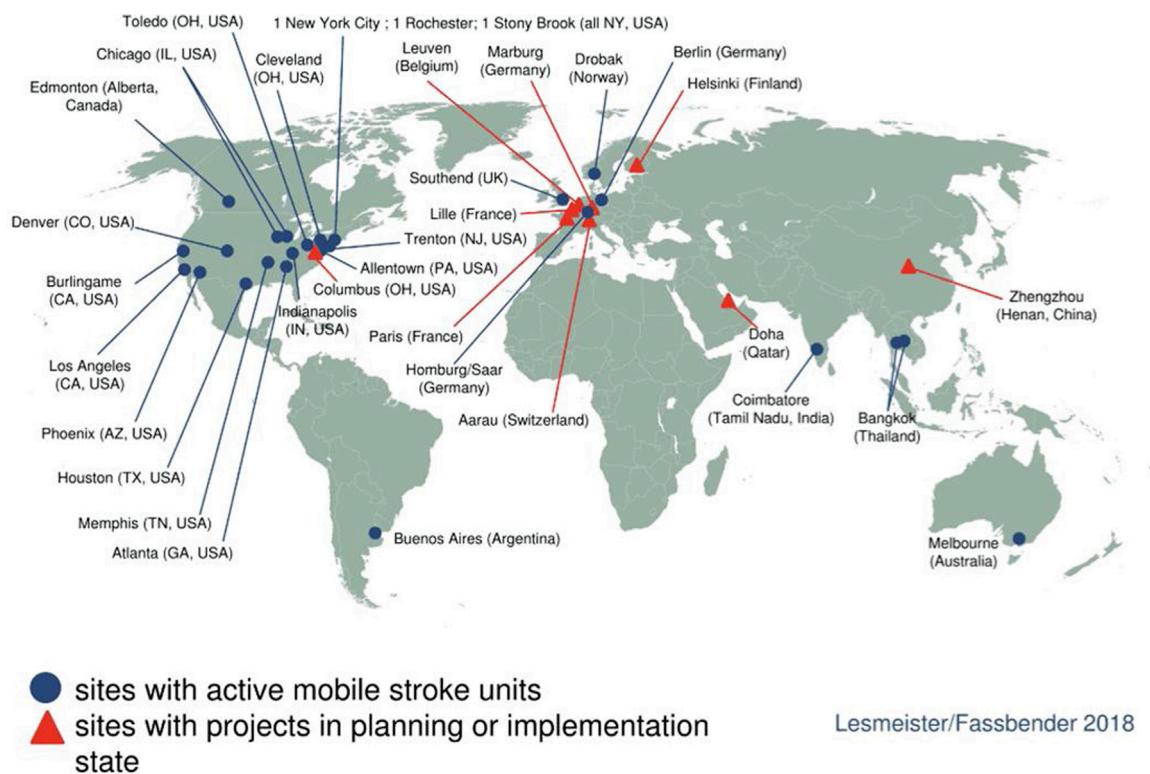


Figure 4 État du développement du concept de Mobil Stroke Unit dans le monde.

MSU ans le monde. Pour la France, une expérimentation se développe en Ile de France et une autre est en préparation dans les Hauts-de-France.

### La phase hospitalière

#### Le modèle « *trip and treat* »

Il s'agit d'un modèle développé et validé aux États-Unis [57]. Après réalisation de l'examen clinique, biologique et d'imagerie sur le centre hospitalier distant, un médecin de l'unité neurovasculaire est acheminé rapidement pour validation de l'indication de thrombolyse. Ce modèle n'est applicable que dans les villes où les moyens d'acheminement sont efficaces et où les équipes de neurovasculaires sont suffisamment fournies. Par ailleurs, il requiert l'existence d'un plateau technique dans les centres hospitaliers distants. Il pourrait être également utilisés pour proposer une reperfusion par thrombectomie mécanique en amenant sur le site un neuroradiologue interventionnel (étude en cours en Bavière) [52,53].

#### Le modèle « *ship and drip* »

Il s'agit d'un modèle où le patient est admis vers le centre hospitalier le plus proche où il bénéficie d'une première évaluation clinique, biologique et radiologique [58]. Ces données sont partagées grâce aux outils de télémédecine, permettant l'instauration du traitement fibrinolytique sur place puis le patient est transféré vers l'UNV. Le traitement peut être donné aussi durant le transfert vers un centre de thrombectomie mécanique pour gagner du temps [59]. Ce type de modèle impose la disponibilité d'équipes médi-

calisées pour assurer un transfert secondaire sécurisé (au minimum avec une infirmière). C'est le modèle le plus développé en France [33,37,43,60]. Si comme en Bavière [59] ou en Finlande [61], les temps de transferts sont longs et/ou difficiles, le patient peut rester sur site et, pris en charge dans des unités (modèle de « *stroke ward* ») où le personnel a été entraîné spécifiquement à la prise en charge des AVC. Ce type d'expérience s'approche d'un modèle idéal en dehors de la mise en place de la thrombectomie, mais implique la capacité de formation et d'entraînement des équipes paramédicales et médicales à la reconnaissance et prise en charge des AVC. La pertinence de l'efficacité à court et long terme a été établie [10,62,63].

### La phase subaiguë

Le téléAVC ne se résume pas à la thrombolyse, à la thrombectomie, ou à l'hémicraniectomie décompressive. Ainsi, les centres hospitaliers distants devraient avoir un personnel formé à la prise en charge des AVC, ainsi que des procédures définies en coordination avec l'UNV de référence. Cela permet d'assurer un suivi standardisé de tous les patients (réalisation du bilan étiologique, détection et prévention des complications, etc.). Une telle organisation aboutit à une amélioration de la prise en charge de l'ensemble des patients souffrant d'AVC comme a pu le démontrer l'étude TEMPiS [10,59,64]. Le modèle franc-comtois d'unité neurologique avec télémédecine (UNTEL) a également montré son efficacité [40]. Ainsi, le Télé-AVC peut être adapté à la prise en charge durant tout le séjour hospitalier [65].

## Le suivi

Le suivi des patients ayant présenté un AVC est indispensable puisqu'il permet de s'assurer du contrôle des facteurs de risque vasculaire, de la tolérance au traitement et de dépister les complications tardives classiques des AVC (neuropsychologiques, psychiatriques). Or, chez les patients en post-AVC, les facteurs de risque vasculaires sont bien souvent non traités ou mal traités [66]. Ainsi, parmi les 28 449 patients ayant un antécédent d'AVC, 79,4 % étaient hypertendus, pourtant seul la moitié prenait un traitement antihypertenseur et 11,5 % avaient des chiffres de pression artérielle inférieurs à 14/9. De plus, la majorité de ces patients présentant une dyslipidémie ne prenait pas d'hypolipémiant et seuls 38 % prenait un antithrombotique. Un tiers des patients fumaient et deux sur trois étaient obèses [66]. Pourtant, dans une population où le risque de récurrence avoisine les 20 % à cinq ans, une optimisation de la prévention secondaire est indispensable. Joubert et al. ont montré qu'un modèle de suivi des patients ayant présenté un AVC reposant sur la télémedecine, permet d'optimiser les mesures de prévention secondaires et de réduire les complications [67]. D'autres expériences ont démontré le bénéfice d'une prise en charge intégrative [41,47]. Ces modèles ont pour objectifs principaux de s'assurer du bon contrôle des facteurs de risque cardiovasculaire et de détecter une éventuelle dépression. Le Télé-AVC s'applique ainsi parfaitement à la consultation pluridisciplinaire obligatoire du 6<sup>e</sup> mois en permettant de généraliser cet acte dans n'importe quel hôpital connecté. Il est proposé que les patients quittant l'UNV bénéficient d'un contact téléphonique ou par visio-présence si nécessaire et possible, par une infirmière coordonnatrice le jour précédent la consultation à trois mois auprès du médecin généraliste. Au cours de ce contact, les paramètres récoltés, grâce à un questionnaire semi-dirigé (pression artérielle, bilan lipidique consommation de tabac et échelle de dépression), sont adressés au médecin généraliste et au médecin référent de l'UNV. Si nécessaire, les praticiens peuvent communiquer directement afin d'optimiser la prévention secondaire des patients. Le Télé-AVC à partir d'un hôpital, d'une EHPAD ou d'une Maison de Santé favorise la transmission d'avis à distance pour un patient suspect de complications survenant à distance d'un AVC (spasticité, épilepsie, démence, dépression, etc.) [40].

## Descriptif de prise en charge en télé-AVC

### Déroulé de l'acte de Télé-AVC [68]

Il commence par l'urgentiste qui se connecte en téléconsultation et remplit la fiche-navette. L'imagerie est transmise par le radiologue. Le neurologue de garde à l'UNV est requis et télé-consulte le patient. Le dialogue établi entre 2 médecins (l'urgentiste requérant et l'expert-neurologue requis) se déroule avec le patient et parfois son entourage. Une synthèse diagnostique commune est établie avec une décision thérapeutique concertée (télé-thrombolyse, transfert potentiel pour une TM, une hémicrâniectomie, ou autre prise en charge). Ainsi, un parcours est défini selon plusieurs scénarios possibles (Tableau 2).

## Quelque cas particuliers du Télé-AVC

### Diagnostic d'occlusion de gros vaisseaux [69–71]

Les indications de la TM sont portées par la mise en évidence d'une occlusion proximale d'un gros vaisseau intracrânien soit par angioscanner, soit par angio-MR. Selon les délais, le patient est adressé soit directement sur l'UNV de recours comportant une NRI, soit il reçoit sur le site distant une télé-thrombolyse avant d'être transféré.

### Diagnostic d'infarctus malins [12]

Les indications de l'hémicrâniectomie sont posées par la conjugaison d'un score NIH élevé et d'un volume lésionnel ischémique supérieur à 145 cm<sup>3</sup> en scanner ou en IRM [22,23]. Selon le contexte le patient est adressé directement en neurochirurgie ou surveillé en USINV avant la décision d'intervention.

### Diagnostic d'un AVC hémorragique

Le diagnostic précoce d'un AVC hémorragique nécessite l'abaissement immédiat de la pression artérielle et son contrôle comme la réversion des anticoagulants. Le transfert rapide en USINV permet de diminuer les complications comme d'envisager d'éventuelles indications neurochirurgicales (évacuation de l'hématome, dérivation ventriculaire en cas d'atteintes de la fosse cérébrale postérieure, etc.) [18,24].

### Diagnostic d'autres pathologies neurologiques

Des déficits cérébraux aigus non vasculaires peuvent être détectés tels que ceux survenant au cours de crises d'épilepsie, d'une décompensation des tumeurs, d'un hématome sous-dural, ou des causes plus bénignes comme les auras migraineuses. Dans tous les cas, l'usage du Télé-AVC permet de proposer une réponse d'expertise neurologique [72–74]. Plus généralement, la TLM se développe pour d'autres usages neurologiques [75].

## Quelques aspects juridiques et d'évaluation du Télé-AVC

La TLM ne nécessite pas la création de nouveaux droits. Les grands principes classiques du droit de la santé, comme celui des droits de la personne malade, s'appliquent dans le cadre de cette nouvelle pratique médicale à distance. Néanmoins, la TLM implique une adaptation des règles de droit afin de répondre à de nouvelles situations comme l'exercice collaboratif de la médecine car le clinicien n'est plus seul et la relation singulière est partagée à plusieurs [76]. La mise en œuvre d'un projet de TLM en France est strictement encadrée par le Code de la Santé Publique, le Code de Déontologie et les normes professionnelles. La TLM, support de l'organisation du circuit patients, est un acte médical et non une simple prestation de type e-service. Elle s'inscrit ainsi dans la structuration de l'offre de soins encadrée par les agences régionales en santé (ARS), et doit s'articuler avec les projets professionnels, et avec les programmes institutionnels [77]. Le décret de télémedecine d'octobre 2010 redéfinit les conditions de mise en œuvre de l'activité de télémedecine ainsi que son organisation. Ainsi, les organismes et les professionnels libéraux de santé qui



**Tableau 2** Description des différents scénarios du téléAVC d'urgence et notamment lors d'une décision de thrombolyse.

**Scénario A**

Une thrombolyse est réalisée à distance (« télé-thrombolyse ») sur le site d'urgence (SAU) puis le patient est transféré par ambulance médicalisée pendant la perfusion du fibrinolytique ou après la fin de la perfusion, vers l'USINV pour une surveillance pendant quelques jours permettant de prévenir et de traiter les risques de fluctuation des déficits et les complications (hémorragies, arythmie cardiaque, phlébite et embolie pulmonaire, fausses routes alimentaires, hyperthermie, épilepsie, ...) et pour effectuer le bilan étiologique en vue d'une prévention secondaire adaptée. Une variante est possible avec un séjour en USINV est plus bref (24 à 48 h) et le malade repart vers le site requérant pour y terminer le bilan étiologique et la prévention secondaire. Elle dépend des moyens humains et logistiques

**Scénario B**

Le transfert est indiqué en USINV de recours pour la réalisation d'un acte de neuroradiologie interventionnelle (thrombectomie mécanique ou autres gestes d'embolisation). Le transfert est le plus souvent effectué en transport médicalisé

**Scénario C**

D'autres cas nécessitent systématiquement un transfert en USINV, tels une éventuelle indication de l'hémicrânectomie, un infarctus cérébelleux avec compression, patients nécessitant un bilan spécifique (artériographie, évaluation cardiologique, ...), sujet jeune, ...

**Scénario D**

Après la télé-thrombolyse, le patient resterait sur le site requérant à condition qu'il possède une structure permettant une surveillance intensive, un bilan étiologique et la mise en route de la prévention secondaire. Cette situation doit être évitée car le passage en UNV a bien démontré son efficacité et elle nécessite que la structure gardant le patient, s'est engagée dans une montée en charge de ses compétences et moyens, notamment avec un suivi en télémédecine. Cela nécessite que l'établissement s'organise en lien avec une UNV de son territoire

**Scénario E**

Quand l'AVC n'est éligible ni à la thrombolyse ni à la TM, il pourrait être laissé sur site à condition que le patient soit pris en charge en soins intensifs et télé-surveillé permettant d'assurer une supervision durant tout le séjour hospitalier. Cela nécessite que l'établissement s'organise en lien avec une UNV de son territoire

organisent une activité de télémédecine s'assurent que les professionnels de santé et les psychologues, participant aux activités de télémédecine, ont les compétences et la formation requises pour l'utilisation des dispositifs correspondants [26]. Par ailleurs, le système utilisé se doit d'être efficient et accessible dès que nécessaire. En cas de défaillance du système, une procédure alternative doit être préalablement établie et la responsabilité du tiers technologique est alors engagée [26].

Cette nouvelle pratique médicale a été évaluée à de nombreuses reprises avec des résultats concordants, démontrant à la fois un taux d'efficacité mesuré par le score de Rankin, un taux de complications hémorragiques et un taux de décès à 3 mois similaires aux résultats obtenus dans une USINV [78,79]. De plus, le Télé-AVC a permis de multiplier par 3 l'accès à la fibrinolyse dans les petits hôpitaux [10]. Cinq paramètres permettent d'évaluer le service rendu aux patients avec le taux de guérison, le taux de handicap et le taux de décès à 3 mois, le taux de complications hémorragiques, le taux d'accès à une reperfusion par thrombolyse ou thrombectomie, et le taux de prise en charge en USINV ou recours à l'expertise neurovasculaire [80–82]. Les aspects médicoéconomiques sont encore en cours d'évaluation [83–88]. Par exemple, l'expérimentation de type MSU a montré aussi son bénéfice avec un rapport coût-efficacité supplémentaire de 32 456 € par QALY [86,88].

Le Télé-AVC n'est pas un processus figé et doit être perçu comme adaptable aux organisations et aux avancées des connaissances mises au service des patients [89,90]. Il renforce le maillage territorial qui en découle notamment par

la mise en place des Groupements Hospitaliers de Territoire. Ce maillage pourra être étendu vers les EHPAD, les Maisons de Santé ou même le domicile, conjuguant ainsi activités de proximité et de premier recours. Enfin, le Télé-AVC permet des projets de recherche sur son impact [91].

### Clés de réussite du bon usage et préconisations du Télé-AVC en France

Le développement du Télé-AVC en France a permis de retenir les conditions nécessaires pour mettre en place, pérenniser et rendre efficace un réseau de Télé-AVC [92] :

- être inscrit dans un Projet Médical priorisant les besoins, les attentes ; édicter et évaluer les bonnes pratiques ; exiger une technologie efficace et robuste ; établir une gouvernance équilibrée entre l'ARS, les Hôpitaux, les intervenants (neurologues, urgentistes, radiologues, etc.) ; identifier un modèle économique assurant la pérennité de cette pratique ;
- construire un parcours de soin AVC adapté à la géographie et à la démographie du territoire maillé par le Télé-AVC ; s'adosser sur une expérience préalable et bénéficier d'une interopérabilité et d'une ergonomie simple permettant de poser rapidement un dialogue clair, puis un bon diagnostic et une bonne décision thérapeutique ; proposer une formation pluridisciplinaire aux professionnels impliqués dans le processus ; d'être en conformité sur le plan juridique et réglementaire (ARS, hôpitaux), et sur le plan



**Tableau 3** Propositions de recommandations et d'indicateurs du Télé-AVC (adaptées de celles publiées par l'American Academy of Neurology et l'American Stroke Association en 2017 [92,93]).

Des indicateurs évaluant l'organisation opérationnelle du télé-AVC

Mesure du temps de travail « réel » lors de la pratique du télé-AVC, notamment le temps « hors-visioconférence » avec les indicateurs temporels suivants : l'enregistrement du premier appel, la réponse au téléphone, le début et la fin de la téléconsultation neurologique, l'arrivée du patient aux urgences hospitalières, la réalisation du scanner cérébral/l'IRM, le moment du diagnostic, la décision de faire ou de ne pas faire la thrombolyse, etc.

Phase de vidéo pour la téléconsultation automatiquement enregistrée

Evaluation de la qualité de la procédure de télé-AVC : évolution du temps médical (téléphone, puis vidéo) au cours du temps

Evaluation du coût global avec les temps de transfert des patients entre les hôpitaux

Des indicateurs mesurant les résultats cliniques

Au moment du premier contact et de l'arrivée aux urgences de l'hôpital avec l'établissement d'un diagnostic prédictif en prenant en compte l'âge, le sexe, le délai du traitement, le score NIHSS

Durant l'hospitalisation (durée de séjour, survenue éventuelle de complications médicales, mortalité, survenue d'une hémorragie cérébrale), et à la sortie (déficit résiduel avec les indicateurs de score NIHSS et le handicap Rankin score)

Taux de mortalité évalué au 7<sup>e</sup> jour, et évolution à long terme après 90 jours (mortalité devant alors être évaluée en regard du handicap neurologique résiduel)

Dose du thrombolytique administrée, enregistrée par le dispositif technologique

Distinction entre les patients traités par thrombolyse (< premières heures ou entre 3 h et 4,5 h)

Complications hémorragiques post-thrombolyse, (siège, types, symptomatique ou non)

Nombre de patient référé pour thrombectomie mécanique ou crâniectomie

Des indicateurs de qualité du dispositif technologique du télé-AVC

Qualité technique du dispositif, évaluée, notamment avec la fréquence des pannes, la qualité de la visioconférence,...

Incidents techniques enregistrés et les événements indésirables lors du télé-AVC tracés afin de pouvoir suivre leur évolution

Bande passante utilisée suffisante pour que le professionnel de santé puisse réaliser une téléconsultation d'excellente qualité et surtout que le transfert de l'imagerie cérébrale soit d'une haute qualité pour prévenir les erreurs diagnostiques et thérapeutiques, dont les conséquences engagent le pronostic vital

Déclaration de toute violation de la sécurité du système en matière de confidentialité des données de santé et les mesures de corrections

Les indicateurs de qualité des pratiques professionnelles

Performance de l'organisation du télé-AVC mesurée, notamment à travers d'indicateurs comportant notamment le pourcentage de thrombolyse réalisé dans les 3 premières heures et au délai de réalisation du traitement

Qualité de la collecte des données de santé comme indicateur de performance

Indicateurs de qualité standardisés pour permettre une comparaison entre les différents centres qui pratiquent le télé-AVC

technique avec une infrastructure de type plateforme régionale ;

- en faire un outil du quotidien et non une exception ; ne pas considérer la TLM uniquement sous l'angle d'une solution aux déserts médicaux qui doivent être vécus au contraire comme un creuset d'intelligence et d'imagination, et une pratique médicale complémentaire aux consultations en présentiel ;
- s'assurer par les relations entre intervenants que l'intérêt du patient reste prioritaire avant la technique.

Plus généralement, des recommandations ont été proposées par l'American Telemedicine Association [93] et l'American Stroke Association en 2017 [94], qui pourraient être aisément adaptées en France, notamment sous l'impulsion de l'Académie nationale de médecine (Tableau 3). Plus largement, des recommandations concernant l'agrément des centres de télé-AVC et la formation des professionnels de santé et autres personnels devraient être mises en place. Il reste que le poids des contraintes

administratives devrait être allégé pour favoriser le développement du télé-AVC. Le financement des hôpitaux devrait s'appuyer sur un processus d'accréditation qui prendrait en compte la performance et la qualité des pratiques professionnelles. Enfin, la formation continue des professionnels de santé et des personnels cliniques des sites avec télé-AVC devrait être assurée et donner lieu à des crédits de formation professionnelle. La formation des gestionnaires d'établissement de santé et des autres personnels impliqués dans le télé-AVC reste aussi essentielle. Les fournisseurs de dispositifs de télé-AVC doivent assurer la formation des personnels à l'usage spécifique de ces systèmes. Le personnel clinique qui gère un centre de télé-AVC dans un UNV devrait comprendre au minimum un directeur médical, médecin spécialisé en neurologie vasculaire, et un gestionnaire des programmes. Chaque unité hospitalière satellite qui pratique le télé-AVC en lien avec un spécialiste de l'unité neurovasculaire devrait avoir une équipe clinique dédiée de coordination locale (au moins un médecin et une infirmière).

## Conclusion

La télémédecine est un outil validé, recommandé et bénéficiant d'un cadre légal en plein développement depuis quelques années, nécessitant un cahier de charges précis, des procédures partagées et une organisation territoriale clairement identifiée où le rôle de chaque intervenant est prédéfini. Ainsi, le déploiement de la filière AVC avec notamment la mise en place des UNV a entraîné dans chaque région sanitaire une véritable révolution des pratiques médicales. L'insertion du télé-AVC dans ces filières, du fait des difficultés d'accès aux soins d'urgences liés à la grande étendue des régions et aux problèmes de démographie médicale, a permis la réussite organisationnelle, en évitant les pertes de chance, en favorisant la coopération, le transfert de compétences entre hôpitaux et en décloisonnant les relations entre professionnels de santé. Plus qu'un enjeu technologique, le télé-AVC participe à l'égalité d'accès aux soins, à la coordination des soins, à une meilleure utilisation des ressources, à l'amélioration de l'efficacité du système de soins au service des usagers. S'il participe à l'aménagement du territoire et à la vie économique, il est une réponse à une raréfaction des ressources médicales et en même temps une aide face à l'augmentation de la demande et la technicité de prise en charge des AVC. Le télé-AVC nous oblige à repenser une nouvelle organisation du temps médical, du parcours patient ainsi que des modalités du financement de la TLM, et surtout mis au service de liens humains.

## Déclaration de liens d'intérêts

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêts.

## Références

- [1] Lustig TA. The role of telehealth in an evolving health care environment: workshop summary. Washington, DC: National Academies Press; 2012.
- [2] Levine SR, Gorman M. "Telestroke": the application of telemedicine for stroke. *Stroke* 1999;30:464–9.
- [3] Schwamm LH, Audebert HJ, Amarenco P, et al. Recommendations for the implementation of telemedicine within stroke systems of care: a policy statement from the American Heart Association. *Stroke* 2009;40:2635–60.
- [4] Kepplinger J, Barlinn K, Deckert S, Scheibe M, Bodechtel U, Schmitt J. Safety and efficacy of thrombolysis in telestroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurology* 2016;87:1344–51.
- [5] Lebrun L, Rusterholtz T, Fery-Lemonnier E, Woimant F, Leroyer J, Hommel M. Improving stroke care: a French health-care organiser's perspective. *Int J Stroke* 2011;14:123–4.
- [6] Medeiros de Bustos E, Bouamra B, Chavot D, Moulin T. Telestroke in France, status in 2012 and further developments. *Eur Res Telemed* 2012;1:12–8.
- [7] Cutting S, Conners JJ, Lee VH, Song S, Prabhakaran S. Telestroke in an urban setting. *Telemed J E Health* 2014;20:855–7.
- [8] NOR: ETSH1132886C. Circulaire DGOS/PF3 n° 2011-451 du 1<sup>er</sup> décembre 2011 relative au guide méthodologique pour l'élaboration du programme régional de télémédecine; 2011.
- [9] Sena ES, Briscoe CL, Howells DW, Donnan GA, Sandercock PA, Macleod MR. Factors affecting the apparent efficacy and safety of tissue plasminogen activator in thrombotic occlusion models of stroke: systematic review and meta-analysis. *J Cereb Blood Flow Metab* 2010;30:1905–13.
- [10] Audebert JH, Schenkel J, et al. Effects of the Implementation of a Telemedical Stroke Network: the Telemedic Pilot Project for Integrative Stroke Care (TEMPIS) in Bavaria, Germany. *Lancet Neurol* 2006;5(9):742–8.
- [11] de Bustos EM, Vuillier F, Chavot D, Moulin T. Telemedicine in stroke: organizing a network—rationale and baseline principles. *Cerebrovasc Dis* 2009;27(Suppl. 4):1–8.
- [12] Bladin CF, Cadilhac DA. Effect of Telestroke on emergent stroke care and stroke outcomes. *Stroke* 2014;45:1876–80.
- [13] Feigin VL, Krishnamurthi RV, Parmar P, et al. Update on the global burden of ischemic and hemorrhagic stroke in 1990–2013: the GBD 2013 study. *Neuroepidemiology* 2015;45:161–76.
- [14] Lecoffre C, De Peretti C, Gabet A, et al. L'accident vasculaire cérébral en France : patients hospitalisés pour AVC en 2014 et évolution 2008–2014. *Bull Epidemiol Hebd* 2017;5:84–94.
- [15] Lecoffre C, De Peretti C, Gabet A, et al. Mortalité par accident vasculaire cérébral en France en 2013 et évolutions 2008–2013. *Bull Epidemiol Hebd* 2017;(5):95–100.
- [16] Béjot Y, Bailly H, Graber M, Garnier L, Laville A, Dubourget L, et al. Impact of the ageing population on the burden of stroke: the Dijon Stroke Registry. *Neuroepidemiology* 2019;52:78–85.
- [17] de Peretti C, Gabet A, Lecoffre C, Oberlin P, Olié V, Woimant F. Regional disparities in acute and post-acute care of stroke patients in France, 2015. *Rev Neurol* 2018;174:555–63.
- [18] Leys D. La prise en charge en urgence de l'ischémie cérébrale n'est plus qu'une problématique organisationnelle. Pour l'hémorragie cérébrale spontanée, tout reste à faire. ... *Presse Med* 2017;46:1–3.
- [19] Haute Autorité en santé. Recommandations 2009. Accident vasculaire cérébral : prise en charge précoce (alerte, phase pré-hospitalière, phase hospitalière initiale, indications de la thrombolyse); 2009 <http://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdt/2009-07/>.
- [20] Hess DC, Audebert HJ. The history and future of telestroke. *Nat Rev Neurol* 2013;9:340–50.
- [21] Badhiwala JH, Nassiri W, Selim MH, et al. Endovascular thrombectomy for acute ischemic stroke. A meta-analysis. *JAMA* 2015;314(17):1832–43.
- [22] Vahedi K, Hofmeijer J, Juettler E, et al. Early decompressive surgery in malignant middle cerebral artery infarction: a pooled analysis of three randomised controlled trials. *Lancet Neurol* 2007;6:215–22.
- [23] Jüttler E, Unterberg A, Woitzik J, Bösel J, Amiri H, Sakowitz OW, et al. Hemispherectomy in older patients with extensive middle-cerebral-artery stroke. *N Engl J Med* 2014;370:1091–100.
- [24] Hemphill JC, Greeberg SM, Anderson GS, Becker K, Bendok BR, Cushman M, et al. Guidelines for the management of spontaneous intracerebral hemorrhage. *Stroke* 2015.
- [25] Haute Autorité de santé. Recommandations de bonnes pratiques, HAS, Avril 2009. Accident vasculaire cérébral : prise en charge précoce (alerte, phase préhospitalière, phase hospitalière initiale, indications de la thrombolyse); 2009 [En ligne ; consulté le 8/07/2020] [https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-07/avc.prise\\_en\\_charge\\_precoce.-recommandations.pdf](https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2009-07/avc.prise_en_charge_precoce.-recommandations.pdf).
- [26] JORF n° 0245 du 21 octobre 2010. Décret n° 2010-1229 du 19 octobre 2010 relatif à la télémédecine; 2010.
- [27] Hubert GJ, Santo G, Vanhooren G, Zvan B, Campos ST, Alasheev A, et al. Recommendations on Telestroke in Europe. *Eur Stroke J* 2019;4:101–9.
- [28] Ohannessian R, Schott AM, Colin C, Nighoghossian N, Medeiros de Bustos E, Moulin T. Acute telestroke in France: a systematic review. *Rev Neurol* 2020 [in press].

- [29] Joubert J, Prentice L, Moulin T, Liaw S, Joubert L, Preux P, et al. Stroke in rural areas and small communities. *Stroke* 2008;39(6):1920–8.
- [30] Kwon S, Duncan P, Studenski S, Perera S, Lai SM, Reker D. Measuring stroke impact with SIS: construct validity of SIS telephone administration. *Qual Life Res* 2006;15(3):367–76.
- [31] Berthier E, Decavel P, Vuiller F, Verlut C, Moulin T, De Bustos EM. Review: reliability of NIHSS by telemedicine. *Eur Res Telemed* 2012;1(3–4):111–4.
- [32] Agence National d'Appui à la Performance des établissements de santé et médico-sociaux [En ligne ; consulté le 8/07/2020] <http://www.ressources.anap.fr/numerique/publication/1702>.
- [33] Allibert R, Ziegler F, Bataillard M, Gomes C, Jary A, et al. Telemedicine and fibrinolysis in Franche-Comté. *Rev Neurol* 2012;168:40–8.
- [34] Giroud M, Hervieu M, Lerhun B, Lannelongue C, Sérézat M, et al. La Télé-AVC : une réussite organisationnelle et structurante en Bourgogne. *Eur Res Telemed* 2014;3:42–3.
- [35] Girard-Buttaz I, Mounier-Vehier F, Rosolacci T. Le projet télé AVC Artois Hainaut : évaluation du dispositif et impact sur l'offre de soin. *Rev Neurol* 2013;169S:A242.
- [36] Richard S, Lavandier K, Ziouche Y, Vezain A, Pelletier S, et al. Utilisation de la télé expertise pour le traitement des AVC graves en zone rurale. L'expérience de la Lorraine. *Eur Res Telemed* 2014;3:37.
- [37] Richard S, Lavandier K, Ziouche Y, Pelletier S, Vezain A, et al. Use of telemedicine to manage severe ischaemic strokes in a rural area with an elderly population. *Neurol Sci* 2014;35:683–5.
- [38] Gal G, Ferrier A, Limoges M-E, Colamarino R, Clavelou P. La naissance du télé-AVC en Auvergne : TELEMédecine Auvergne Accidents Cérébraux (TELEMAAC) : description et évaluation à 6 mois. *Rev Neurol* 2016;172:A59.
- [39] Hervieu-Begue M, Jacquin A, Osseby G-V, Quantin C, Hérail E, et al. The role of the clinical nurse within a combined stroke and telefibrinolysis network: the G5 pilot study in Burgundy, France. *Eur Res Telemed* 2013;2:11–5.
- [40] Medeiros De Bustos E, Vaconnet L, Bouamra B, Delmotte L, Vuillier F, et al. L'évolution de la télé-expertise neurologique en Franche-Comté—« Retour vers le futur » : le RUN-FC (Réseau des urgences neurologiques en Franche-Comté). *Eur Res Telemed* 2015;4:134–5.
- [41] Joubert J, Medeiros De Bustos E, Decavel P, Chopard JL, Joubert LB, Moulin T. Telestroke for the long-term management of risk factors in stroke survivors. *Telemedicine Techniques and Applications*. Edited by Pr Georgi Grasczew. Intech; 2011. p. 453–74 [Chapter 22].
- [42] Legris N, Hervieu-Bègue M, Daubail B, Osseby GV, Giroud M, Béjot Y. Bilan de 3 ans d'activité télé-AVC en Bourgogne : une solution efficace et sûre pour traiter à distance l'infarctus cérébral aigu. *Eur Res Telemed* 2015;4:135–6.
- [43] Legris N, Hervieu-Bègue M, Daubail B, Dumas A, Delpont B, et al. Telemedicine for the acute management of stroke in Burgundy, France: an evaluation of effectiveness and safety. *Eur J Neurol* 2016;23:1433–40.
- [44] Hervieu-Begue M. Télé-AVC Bourgogne : mise en place et évolution du réseau. *Eur Res Telemed* 2015;4:137–8.
- [45] Mazighi M, Meseguer E, Labreuche J, Miroux P, Le Gall C, et al. TRUST-tPA trial: telemedicine for remote collaboration with urgentists for stroke-tPA treatment. *J Telemed Telecare* 2017;23:174–80.
- [46] Raulot L, Mione G, Hoffmann CP, Bracard S, Braun M, et al. Thrombolyse de l'infarctus cérébral par télé-médecine comparée au traitement directement instauré dans une unité neurovasculaire expérimentée. *Eur Res Telemed* 2015;4:119–25.
- [47] Joubert J, Davis SM, Donnan GA, Levi C, Gonzales G, Joubert L, et al. ICARUSS: an effective model for risk factor management in stroke survivors. *Int J Stroke* 2019;20:1–16.
- [48] Kothari RU, Pancioli A, Liu T, Brott T, Broderick J. Cincinnati Prehospital Stroke Scale: reproducibility and validity. *Ann Emerg Med* 1999;33:373–8.
- [49] LaMonte MP, Xiao Y, Hu PF, Gagliano DM, Bahouth MN, Guna-wardane RD, et al. Shortening time to stroke treatment using ambulance telemedicine: TeleBAT. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2004;13(4):148–54.
- [50] Yperzeele L, Van Hooff RJ, De Smedt A, Valenzuela Espinoza A, Van Dyck R, Van de Casseye R, et al. Feasibility of AmbulanCe-Based Telemedicine (FACT) study: safety, feasibility and reliability of third generation in-ambulance telemedicine. *PLoS One* 2014;9(10):e110043.
- [51] Audebert HJ, Schwamm L. Telestroke: scientific results. *Cerebrovasc Dis* 2009;27(Suppl. 4):15–20.
- [52] Hess DC, Audebert HJ. The history and future of telestroke. *Nat Rev Neurol* 2013;9(3):340–50.
- [53] Hölscher T, Dunford JV, Schlachetzki F, et al. Prehospital stroke diagnosis and treatment in ambulances and helicopters—a concept paper. *Am J Emerg Med* 2013;31(4):743–7.
- [54] Weber JE, Ebinger M, Rozanski M, et al. Prehospital thrombolysis in acute stroke: results of the PHANTOM-S pilot study. *Neurology* 2013;80:163–8.
- [55] Ebinger M, Kunz A, Wendt M, et al. Effects of golden hour thrombolysis: a Prehospital Acute Neurological Treatment and Optimization of Medical Care in Stroke (PHANTOM-S) substudy. *JAMA Neurol* 2015;72(1):25–30.
- [56] Ebinger M, Winter B, Wendt M, et al. Effect of the use of ambulance-based thrombolysis on time to thrombolysis in acute ischemic stroke: a randomized clinical trial. *JAMA* 2014;311:1622–31.
- [57] Grotta JC, Burgin WS, El-Mitwalli A, Long M, Campbell M, Morgenstern LB, et al. Intravenous tissue-type plasminogen activator therapy for ischemic stroke: Houston experience 1996 to 2000. *Arch Neurol* 2001;58(12):2009–13.
- [58] Hubert GJ, Müller-Barna P, Audebert HJ. Recent advances in teleStroke a systematic review on applications in prehospital management and stroke unit treatment or telestroke networking in developing countries. *Int J Stroke* 2014;9(8):968–73.
- [59] Müller-Barna P, Hubert GJ, Boy S, Bogdahn U, Wiedmann S, Heuschmann PU, et al. TeleStroke units serving as a model of care in rural areas: 10-year experience of the TeleMedical project for integrative stroke care. *Stroke* 2014;45:2739–44.
- [60] Dequatre-Ponchelle N, Touzani H, Banh A, Girard-Buttaz I, Coche R, Dobbelaere P, et al. Rate of intravenous thrombolysis for acute ischaemic stroke in the North-of-France region and evolution over time. *J Neurol* 2014;261:1320–8.
- [61] Sairanen T, Soinila S, Nikkanen M, Rantanen K, Mustanoja S, Färkkilä M, et al. Two years of Finnish telestroke: thrombolysis at spokes equal to that at the hub. *Neurology* 2011;76(13):1145–52.
- [62] Tatlisumak T, Soinila S, Kaste M. Telestroke networking offers multiple benefits beyond thrombolysis. *Cerebrovasc Dis* 2009;27(Suppl. 4):21–7.
- [63] Audebert H. Telestroke: effective networking. *Lancet Neurol* 2006;5(3):279–82.
- [64] Müller-Barna P, Boy S, Hubert GJ, Haberl RL. Convincing quality of acute stroke care in telestroke units. *Eur Res Telemed* 2015;4(2):53–61.
- [65] Hubert GJ, Meretoja A, Audebert HJ, Tatlisumak T, Zeman F, Boy S, et al. Stroke thrombolysis in a centralized and a decentralized system (Helsinki and Telemedical Project for Integrative Stroke Care Network). *Stroke* 2016;47(12):2999–3004.

- [66] Li C, Engstrom G, Berglund G, Janzon L, Hedblad B. Long-term stroke prognosis in relation to medical prevention and lifestyle factors. A prospective population-based study. *Cerebrovasc Dis* 2008;25(6):526–32.
- [67] Joubert J, Joubert LB, de Bustos EM, Ware D, Jackson D, Harrison T, et al. Telestroke in stroke survivors. *Cerebrovasc Dis* 2009;27(Suppl. 4):28–35.
- [68] Medeiros De Bustos E, Vuillier F, Chavot D, Moulin T. Télémédecine : application aux urgences neurologiques. *Presse Med* 2012;41(5):514–7.
- [69] Pedragosa A, Alvarez-Sabin J, Rubiera M, et al. Impact of telemedicine on acute management of stroke patients undergoing endovascular procedures. *Cerebrovasc Dis* 2012;34:436–42.
- [70] Daubail B, Ricolfi F, Thouant P, et al. Impact of Mechanical Thrombectomy on the organization of the management of acute ischemic stroke. *Eur Neurol* 2016;75:41–7.
- [71] Zhao H, Coote S, Pesavento L, Churilov L, Dewey HM, Davis SM, et al. Large vessel occlusion scales increase delivery to endovascular centers without excessive harm from misclassifications. *Stroke* 2017;48:568–73.
- [72] Amarenco P, Nadjar M. Telemedicine for improving emergent management of acute cerebrovascular syndromes. *Int J Stroke* 2007;2:47–50.
- [73] Medeiros de Bustos E, Berthier E, Chavot D, Bouamra B, Moulin T. Evaluation of a French Regional Telemedicine Network dedicated to neurological emergencies: a 14-year study. *Telemed J E Health* 2018;24:155–60.
- [74] Ali SF, Hubert GJ, Switzer JA, Majersik JJ, Backhaus R, Shepard LW, et al. Validating the TeleStroke Mimic Score: a prediction rule for identifying stroke mimics evaluated over Telestroke Networks. *Stroke* 2018;49(3):688–92.
- [75] Lemesle M, Kubis N, Sauleau P, N’Guyen The Tich S, Touzery De Villepin A. Tele-transmission of EEG recordings. *Neurophysiol Clin* 2015;45(1):121–30.
- [76] de Bustos EM, Moulin T, Audebert HJ. Barriers, legal issues, limitations and ongoing questions in telemedicine applied to stroke. *Cerebrovasc Dis* 2009;27:36–99.
- [77] Domas-Descos A. Élaborer un projet de telemedicine en imagerie médicale : enjeux juridiques. *Eur Res Telemed* 2017, <http://dx.doi.org/10.1016/j.eurtel.2017.02.021>.
- [78] Madhavan M, Karceski S. Telestroke. Is it safe and effective? *Neurology* 2016;87:e145–6.
- [79] Baratloo A, Rahimpour L, Abushouk AI, Safari S, Lee CW, Abdalvand A. Effects of telestroke on thrombolysis times and outcomes: a meta-analysis. *Prehosp Emerg Care* 2018;22:472–84.
- [80] Hill E, Whitehead M, MacInnes B, Ellis G, Talbot A, Brodie F, et al. The first 100 thrombolysis cases in a novel Scottish mesh telestroke system. *Scott Med J* 2013;58:213–6.
- [81] Bladin CF, Moloczij N, Ermel S, Bagot KL, Kilkenny M, Vu M, et al. Victorian Stroke Telemedicine Project: implementation of a new model of translational stroke care for Australia. *Intern Med J* 2015;45:951–6.
- [82] Amorim E, Shih MM, Koehler SA, Massaro LL, Zaidi SF, Jumaa MA, et al. Impact of telemedicine implementation in thrombolytic use for acute ischemic stroke: the University of Pittsburgh Medical Center telestroke network experience. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2013;22:527–31.
- [83] Gueneau P, Mondolonia P, Hervieu-Begue M, Boissel A, Delpont B, et al. Télémédecine et accident vasculaire cérébral : étude de coût sur la téléthrombolysse. *Eur Res Telemed* 2016;5:19–27.
- [84] Boissel A, Gueneau P, Mondoloni P, Hervieu-Begue M, Delpont B. Telemedicine: economic and clinical evaluation of the management of ischemic stroke. *Eur Res Telemed* 2017;6:13–21.
- [85] Bouamra B, Gantzer S, le Goff-Pronost M, Moulin T, Renaud R, et al. Coût-efficacité du « TéléAVC » selon cinq scénarios d’organisations en Franche-Comté. *Eur Res Telemed* 2014;3:188–9.
- [86] Gyrd-Hansen D, Olsen KR, Bollweg K, Kronborg C, Ebinger M, Audebert HJ. Cost-effectiveness estimate of prehospital thrombolysis: results of the PHANTOM-S study. *Neurology* 2015;84(11):1090–7.
- [87] Le Goff-Pronost M, Bouamra B, Gantzer S, Moulin T. Medico-economic modelling of stroke care with telemedicine. An experience in Franche-Comté. *Eur Res Telemed* 2017;6:107–15.
- [88] Walter S, Grunwald IQ, Helwig SA, Ragoschke-Schumm A, Kettner M, Fousse M. Mobile Stroke Units - cost-effective or just an expensive hype? *Curr Atheroscler Rep* 2018;20:49.
- [89] Helwig SA, Ragoschke-Schumm A, Schwindling L, Kettner M, Roumia S, Kulikovski J, et al. Prehospital stroke management optimized by use of clinical scoring vs mobile stroke unit for triage of patients with stroke: a randomized clinical trial. *JAMA Neurol* 2019;76:1484–92.
- [90] Kettner M, Walter S, Fassbender K. Mobile Stroke Unit: changes in the concept of stroke care over time. *Radiologe* 2019;59(7):622–6.
- [91] Simon P. Des pratiques de telemedicine pour structure le projet médical partagé d’un Groupement Hospitalier de Territoire. *Eur Res Telemed* 2016;5(3):71–5.
- [92] Ohannessian R, Dhote-Burger P, Chauvin F, Colin C, Nighoghossian N, Moulin T, et al. Health policy for telestroke in France: a retrospective description from 2003 to 2016. *Rev Neurol* 2019;6:30663–5.
- [93] Demaerschalk BM, Berg J, Chong BW, et al. American Telemedicine Association: telestroke guidelines. *Telemed J E Health* 2017;23:376–89.
- [94] Wechsler LR, Demaerschalk BM, Schwamm LH, Adeoye OM, Audebert HJ, Fanale CV, et al. Telemedicine quality and outcomes in stroke: a scientific statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2017;48:e3–25.





Available online at  
**ScienceDirect**  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France  
**EM|consulte**  
[www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



## Original article

# Health policy for telestroke in France: A retrospective description from 2003 to 2016



R. Ohannessian<sup>a,b,h,i,\*</sup>, P. Dhote-Burger<sup>c</sup>, F. Chauvin<sup>a</sup>, C. Colin<sup>a,d</sup>,  
 N. Nighoghossian<sup>e</sup>, T. Moulin<sup>f,g</sup>, Anne-Marie Schott<sup>a,d</sup>

<sup>a</sup> Université Lyon, université Claude-Bernard Lyon 1, HESPER EA 7425, 8, avenue Rockefeller, 69008 Lyon, France

<sup>b</sup> Télé médecine 360, TLM360, 75116 Paris, France

<sup>c</sup> Direction générale de l'offre de soins, Ministère des solidarités et de la santé, 75008 Paris, France

<sup>d</sup> Hospices civils de Lyon, pôle IMER, 69003 Lyon, France

<sup>e</sup> Unité neurovasculaire, hospices civils de Lyon, hôpital Pierre-Wertheimer, 69677 Bron cedex, France

<sup>f</sup> Department of Neurology, University Hospital of Besançon, 25000 Besançon, France

<sup>g</sup> French Society of Telemedicine, 76560 Robertot, France

<sup>h</sup> CIC-1431, Inserm, département de neurologie, CHRU Besançon, 25000 Besançon, France

<sup>i</sup> EA 481, laboratoire de neurosciences intégratives et cliniques, université de Franche-Comté, UBFC, 25000 Besançon, France

## INFO ARTICLE

### Article history:

Received 16 May 2018

Accepted 1st October 2018

Available online 6 February 2019

### Keywords:

Evaluation

Health Policy

Telemedicine

Stroke

## ABSTRACT

**Introduction.** – Stroke is a public health priority in France. The use of telemedicine for stroke known as telestroke, is a safe and effective practice improving access to acute stroke care including thrombolysis. Telestroke is currently being implemented in France. The objective was to describe the public health policy supporting telestroke implementation in France. **Methods.** – An external ex-post evaluation of telestroke policy in France was conducted through a retrospective descriptive study from 2003 to 31<sup>st</sup> December 2016. Process, content, and actors of the health policy were described at a national level. The logical framework of the telestroke policy was described. The stages model of public policy from the 'Institut National de Santé Publique du Québec' was used.

**Results.** – Agenda setting was produced from 2003 to 2007. Policy formulation lasted from 2008 to 2009 with official reports on telemedicine, telehealth and stroke. The decision-making stage included the national stroke plan, the national telemedicine implementation strategy and an administrative document in 2012 that described the organization of telestroke implementation. Implementation in 2011 was initiated with dedicated funding and methodological resources. No dedicated evaluation of policy for telestroke was defined.

**Conclusions.** – Using a health policy model allowed to describe the policies supporting telestroke implementation in France and to highlight the need for better evaluation.

© 2018 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

\* Corresponding author. HESPER, faculté de médecine Lyon Est, 8, avenue Rockefeller, 69008 Lyon, France.

E-mail address: [robin.ohannessian@gmail.com](mailto:robin.ohannessian@gmail.com) (R. Ohannessian).

<https://doi.org/10.1016/j.neurol.2018.10.002>

0035-3787/© 2018 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## 1. Introduction

Stroke is the first cause of adult acquired disability, the second cause of dementia, and the second cause of mortality for women in France [1]. The annual incidence of stroke has been estimated to be 150,000 cases in France with a prevalence of 400,000 cases [2]. The economic burden of stroke has been estimated around 8.3 billion euros annually [3,4]. As a result, stroke was recognized as a public health priority in France in 2003 by the Ministry of Health (MOH) [5].

The treatment of cerebral infarction with thrombolysis is conducted in comprehensive stroke centres (CSC) and primary stroke centres (PSC). Thrombolysis needs to be within a limit of 4 and half hours. The limited supply and resource of neurologists, however, do not allow adequate number of CSC openings to cover medical needs [6,7].

The use of telemedicine for stroke, known as telestroke, allows the practice of thrombolysis in the emergency unit (EU) with the support of CSC or PSC. The practice of telestroke has been developed since the 2000's in North America and Europe [8]. Telestroke was demonstrated to be a safe and effective practice in improving access to stroke diagnostics and providing treatment inclusive of thrombolysis [9]. In 2016, several regions in France were implementing telestroke into acute stroke care [10]. However, to date, no description of health policies impacting telestroke have been conducted to understand how telestroke implementation may have been supported in France. The objective of this study was to describe the public health policies supporting telestroke implementation in France.

## 2. Methods

A summative external ex-post evaluation of telestroke health policy in France was conducted. The evaluation was performed through a retrospective descriptive study from 2003 to December 31<sup>st</sup> 2016. Process, content and actors of the health policy were described at a national level. The logical framework of the telestroke policy was described using the High Council for Public Health (Haut Conseil de Santé Publique, HCSP) model (Fig. 1) [11].

The stages model of public policy from the 'Institut National de Santé Publique du Quebec' (INSPQ) developed from the Howlett and Ramesh model was used to describe the process of telestroke health policy in France [12,13]. This model includes five stages: agenda setting, policy formulation, decision-making, implementation, and evaluation.

A document and legislation analysis was conducted to collect data from the Ministry of Health (MOH) and health agencies reports on stroke, telemedicine and telestroke. Health agencies in France were a) the French National Authority for Health (Haute Autorité de Santé, HAS), b) the "Agence des Systèmes d'Information Partagés de Santé" (ASIP), c) the National Agency to Support the Performance of Health and Social Institutions in France (Agence Nationale d'Accompagnement à la Performance, ANAP), and d) HCSP. Legislation was described from the Legifrance online database.

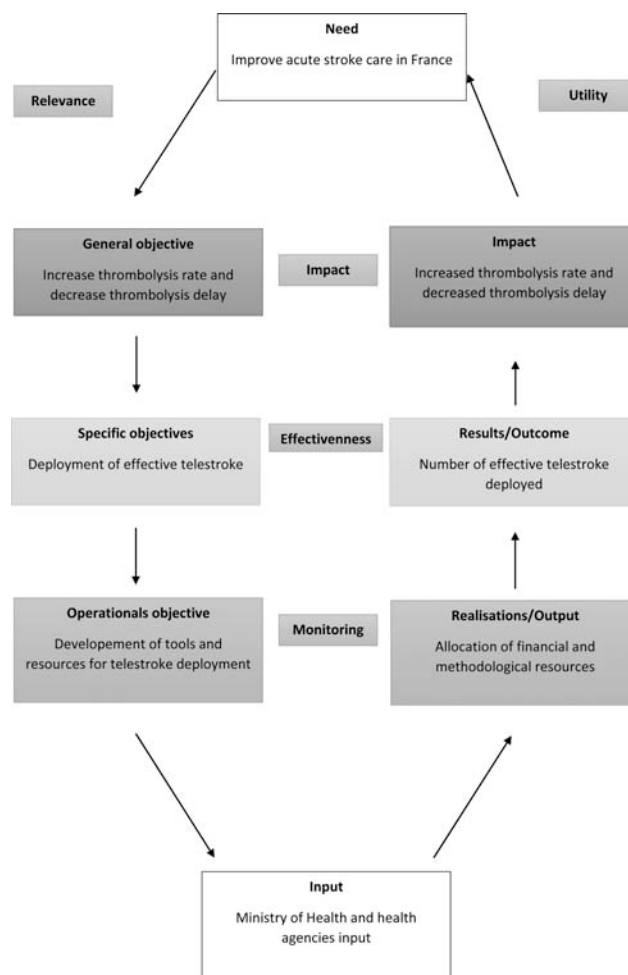


Fig. 1 – Logical framework of telestroke policy in France.

## 3. Results

Agenda setting lasted from 2003 to 2007. The use of telemedicine in stroke was first mentioned in the initial national report of telemedicine in France in 2003 [14]. An administrative document ("circulaire") from 2003 organizing stroke care pathways stated that CSC should have operational telemedicine equipment [5]. The document described that hospitals with stroke care that were not CSC or PSC may be supported with the use of telemedicine. In 2007, another "circulaire" stated that the role of telemedicine for CSC or PSC was to support other hospitals [15]. This first stage initiated the potential use of telemedicine within the organization of stroke care in France.

Policy formulation stage included three reports made for the MOH of France in 2008 and 2009 on telemedicine, telehealth, and stroke. The report on telemedicine stated that telestroke could reduce inequities in access to thrombolysis [16]. The report made by parliament members on telehealth cited the Franche-Comté region telestroke project as an example [17]. The word "telestroke" ("Télé-AVC") was first used in the national report on stroke care organization improvement from 2009 [3]. It was recommended in this report to integrate telestroke in acute stroke care with a

regional scale implementation. The use of teleconsultation in neurology and teleradiology for stroke care were described in the report.

The decision-making stage lasted from 2010 to 2012. It included the national stroke plan for 2010 to 2014, the national telemedicine implementation strategy initiated in 2011, and a “circulaire” on the organization of stroke care in 2012. The use of telemedicine in stroke was part of the action 8.1 of the second axis of the national stroke plan [18]. The objectives stated in the plan were to prepare telestroke implementation protocols and regional pilot testing followed by national implementation. The operational implementation in administrative regions was planned to be under authority of the regional organization in charge of health information systems and telehealth implementation. The implementation of telestroke was integrated into the national telemedicine strategy as one of the five priorities [19]. The “circulaire” stated that the EU had to be linked with CSC or PSC and described the type of telemedicine necessary for telestroke, the telestroke model of care and key success factors including monitoring and evaluation [20].

The implementation stage included dedicated funding for telestroke implementation, support for regional pilots and methodological resources. A public funding of 11.6 million euros was attributed in 2011 for 13 telestroke projects [21]. Regions with allocated funds were Auvergne, Basse-Normandie, Bourgogne, Bretagne, Champagne-Ardenne, Haute-Normandie, Ile-de-France (IDF), Franche-Comté (FC), Languedoc-Roussillon, Limousin, Midi-Pyrénées, Nord-Pas-de-Calais (NPDC) and Rhône-Alpes. In 2015, 24 projects were publicly funded, however, the amount of funding varied across regions [22].

Three regions, Bourgogne, FC and NPDC, were selected in 2012 to be pilot projects supported by the MOH, ANAP, ASIP and HAS [23]. ANAP described the telestroke projects in two guides related to telemedicine and in a guideline document for regional telestroke implementation [24,25]. Additionally, a medico-economic study based on the pilots was conducted but not made publicly available nor published [26].

Methodological resources were produced by the MOH in 2012. A section on telestroke was included in the guidance documents on regional telemedicine program definition [27], medico-economic evaluation for telemedicine and telemedicine project management [28,29]. Clinical quality of care indicators for telestroke were defined by HAS in 2013 to monitor telestroke quality of care among hospitals [30].

No dedicated national evaluation of health policy effectiveness and impact for telestroke was identified. The proposal of HCSP for the evaluation of the national stroke plan did not include telestroke [31]. Few studies were however conducted at national level related to telemedicine and stroke services implementation. A telemedicine survey conducted by the MOH in 2012 identified 27 telestroke projects, which represented 10% of telemedicine projects known in France [32]. Another survey conducted in 2013 by the MOH identified 30 projects in 23 regions, with half of projects being operational [33]. A survey conducted in 2014 by HAS on stroke clinical quality indicators identified 21% of hospitals having telestroke equipment with 24 hubs (CSC or PSC), 74 spokes (PSCS or EU) and 14 both hub and spoke (Table 1) [34,35]. Among spoke

**Table 1 – Number of hospitals with telestroke per region in 2014 in France according to HAS.**

Region	Number of hospitals with telestroke
Alsace	1
Aquitaine	4
Auvergne	3
Basse-Normandie	1
Bourgogne	12
Bretagne	1
Centre	1
Champagne-Ardenne	3
Corse	
Franche-Comté	7
Guadeloupe	2
Guyane	1
Haute-Normandie	4
Ile de France	15
Languedoc Roussillon	4
Limousin	3
Lorraine	6
Martinique	1
Midi Pyrénées	7
Nord Pas de Calais	6
Réunion	
PACA	6
Pays de la Loire	2
Picardie	2
Poitou Charentes	
Rhône-Alpes	19

hospitals, 12% of stroke cases had used telestroke. A map of telestroke implementation was created by HAS in 2016 (Fig. 2). In 2016, the HAS estimated that 34% (48/139) of stroke units could use telestroke with 200 EU, and that telestroke was used for 5.9% of acute stroke cases at a national level. The results indicated the national thrombolysis rate significantly increased from 8.6% in 2011 to 14.3% in 2016 [36]. The data, however, did not allow a description of telestroke activity or effectiveness by region. The five stages are presented in Fig. 3.

#### 4. Discussion

The policy stages model used in the study allowed to retrospectively describe all stages of public health policies supporting telestroke implementation in France. The policy development took eleven years between the first official document in 2003 and the guideline report from pilot projects of ANAP published in 2014 as well as the first survey from HAS. Agenda setting was the longest stage, and policy formulation and decision-making stages were conducted only under one government from 2007 to 2012. Policy formulation stage was influenced by medical experts and feedbacks from the first telestroke project in France but did not include referenced scientific literature evidence on telestroke. The total financial investment for telestroke implementation was not known due to the lack of financial monitoring at national and regional levels. However, the percentage of telestroke projects financed among telemedicine projects via the regional innovation fund in each region decreased from 12% in 2015 to 6% in 2016 (among a total of 20.2 million for telemedicine), with no information on funding for evaluation [37].

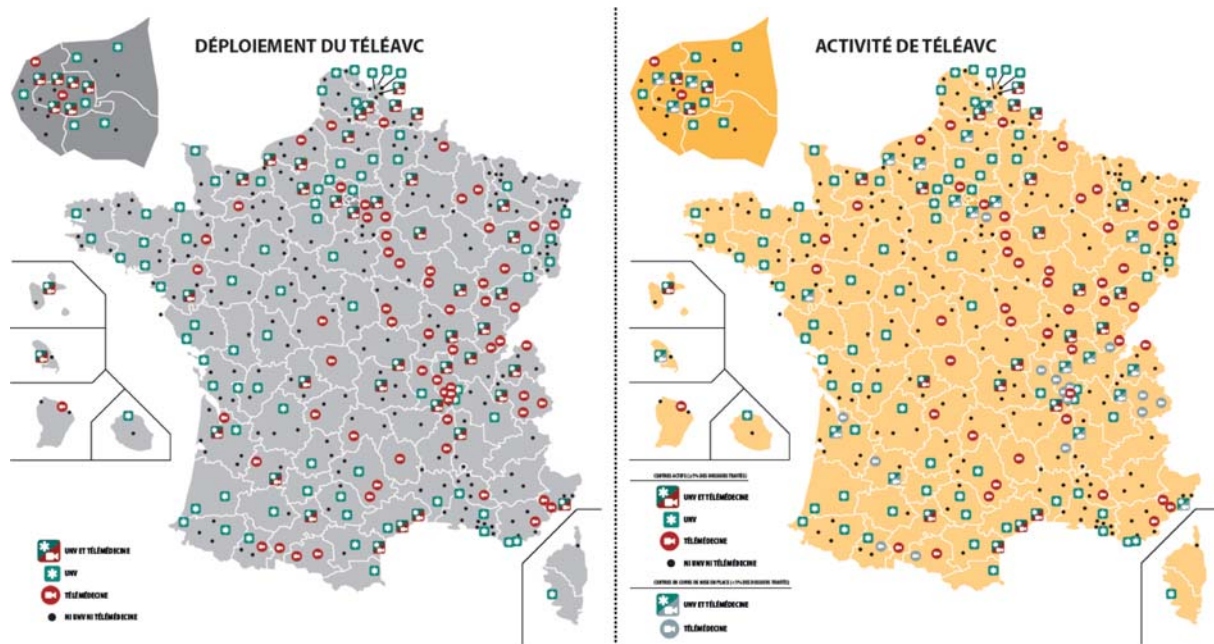


Fig. 2 – Deployment of telestroke in hospitals in France in 2016 according to HAS. Source: Bouamra et al. Le déploiement du TéléAVC en France : Un point d'audimat proposé selon les critères HAS. Poster, 9<sup>e</sup> congrès de la Société Française de Télémedecine, 1<sup>er</sup> et 2 Décembre 2016, Paris.



Fig. 3 – Telestroke public policy stages model in France from 2003 to 2016.

One of the reason for the lack of dedicated policy evaluation at national level may have been the lack of public policy evaluation from 2012 to 2017, particularly relating to policy effectiveness [38]. The evaluation may have been conducted by the HCSP as part of the evaluation of the national stroke plan. The evaluation of the stroke plan was, however, not performed as the HCSP was not requested by the Ministry of Health to conduct it. If conducted, these evaluations would nonetheless have been retrospective while the World Health Organization promote prospective monitoring and evaluation of health policies [39]. To support this concept, it may be relevant to consider regulatory mandatory evaluation of health policy in France [40].

The absence of a formal request for health policy evaluation by patients, healthcare professionals and researchers may also have influenced the lack of a telestroke health policy evaluation. The evaluation of telestroke in France may have been limited as results on telestroke were already published with a high-quality level of evidence from other countries. However, irrespective of high-quality level of evidence, the evaluation of telestroke implementation should depend relatively on the context of implementation with a public health intervention research approach [41].

A national telestroke study supported by the MOH and based on the scientific evaluation of regional telestroke



implementation may be useful to assess the effectiveness of health policies related to telestroke in France.

## Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

## Acknowledgement

Sarina Yaghoobian.

## REFERENCES

- [1] Lecoffre C, de Peretti C, Gabet A, Grimaud O, Woimant F, Giroud M, et al. Mortalité par accident vasculaire cérébral en France en 2013 et évolutions 2008-2013. *Bull Epidemiol Hebd* 2017;5:95-100.
- [2] Lebrun L, Rusterholtz T, Fery-Lemonnier E, Woimant F, Leroyer J, Hommel M. Improving stroke care: a French health-care organiser's perspective. *Int J Stroke* 2011;14:123-4.
- [3] Ministère de la Santé et des sports. La prévention et la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux en France: Rapport. June 2009. Available at: [http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/AVC\\_-\\_rapport\\_final\\_-\\_vf.pdf](http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/AVC_-_rapport_final_-_vf.pdf), Accessed on May 16th, 2018.
- [4] Chevreur K, Durand-Zaleski I, Gouépo A, Fery-Lemonnier E, Hommel M, Woimant F. Cost of stroke in France. *Eur J Neurol* 2013;20(7):1094-100.
- [5] Ministère de la Santé, de la Famille, et des Personnes Handicapées. Circulaire N(DHOS/O4/DGS/DGAS/2003/517 du 3 novembre 2003 relative à la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux. Available at: [http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2009/04/cir\\_7243.pdf](http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2009/04/cir_7243.pdf), Accessed on May 16th, 2018.
- [6] Ameri A. Démographie de la neurologie en France: état des lieux. Les enjeux de la démographie en neurologie. *J Neurol* 2013.
- [7] Gache K, Leleu H, Nitenberg G, Woimant F, Ferrua M, Minvielle E. Main barriers to effective implementation of stroke care pathways in France: a qualitative study. *BMC Health Serv Res* 2014;14:95. <http://dx.doi.org/10.1186/1472-6963-14-95>.
- [8] Schwamm LH, Audebert HJ, Amarenco P, Chumbler NR, Frankel MR, George MG, et al. Recommendations for the implementation of telemedicine within stroke systems of care: a policy statement from the American Heart Association. *Stroke* 2009;40:2635-60.
- [9] Kepplinger J, Barlinn K, Deckert S, Scheibe M, Bodechtel U, Schmitt J. Safety and efficacy of thrombolysis in telestroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurology* 2016;87:1344-51.
- [10] Legris N, hervieu-Bègue M, Daubail B, Osseby GV, Giroud M, Béjot Y. Assessment of three years of telestroke activity in the French Burgundy region: An effective and safe solution for the remote treatment of acute cerebral infarction. *Eur Res Telemed* 2015;4:135-6.
- [11] Chauvin F. Evaluation des Plans de Santé Publique Approche méthodologique du H.C.S.P. In: *De l'évaluation des plans à l'élaboration des politiques de santé publique*. Paris. Available at: <http://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?clefr=382>; 2013.
- [12] Benoit F. *Public policy models and their usefulness in public health: The stages model*. Montréal, Québec: National Collaborating Centre for Healthy Public Policy; 2013.
- [13] Howlett M, Ramesh M. *Studying public policy: Policy cycles and policy subsystems*. Toronto, ON: Oxford University Press Canada; 2003.
- [14] Hazebroucq V. Rapport sur l'état des lieux, en 2003, de la télémédecine française. Ministère de la jeunesse, de l'éducation nationale et de la recherche. Paris;2003. Available at: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/034000522.pdf>, Accessed on May 16th, 2018.
- [15] Ministère de la Santé et des Solidarités. Circulaire N(DHOS/O4/2007/108 du 22 mars 2007 relative à la place des unités neuro-vasculaires dans la prise en charge des patients présentant un accident vasculaire cérébral. Available at: [http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2009/04/cir\\_14512.pdf](http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2009/04/cir_14512.pdf), Accessed on May 16th, 2018.
- [16] Simon P, Acker D. La place de la télémédecine dans l'organisation des soins. Direction de l'hospitalisation et de l'organisation des soins. Paris; 2008. Available at: [http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport\\_final\\_Telemedecine.pdf](http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Rapport_final_Telemedecine.pdf), Accessed on May 16th, 2018.
- [17] Lasbordes P. La télésanté: un nouvel atout au service de notre bien-être. Ministère de la santé et des sports. Paris; 2009. Available at: <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/var/storage/rapports-publics/094000539.pdf>, Accessed on May 16th, 2018.
- [18] Ministère du travail, de la solidarité et de la fonction publique. Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche. Plan d'actions national accidents vasculaires cérébraux 2010-2014. Paris; 2010. Available at: [http://fulltext.bdsp.ehesp.fr/Ministere/Publications/2010/plan\\_actions\\_AVC\\_-\\_17avr2010.pdf](http://fulltext.bdsp.ehesp.fr/Ministere/Publications/2010/plan_actions_AVC_-_17avr2010.pdf), Accessed on May 16th, 2018.
- [19] Simon P, Moulin T. Year III of telemedicine in France. *Eur Res Telemed* 2013;2:1-4.
- [20] Ministère du travail, de l'emploi et de la santé. Circulaire DGOS/R4/R3/PF3 no 2012-106 du 6 mars 2012 relative à l'organisation des filières régionales de prise en charge des patients victimes d'accident vasculaire cérébral (AVC). BO Santé-Protection sociale-Solidarité no 2012/4 du 15 mai 2012;153-98. [Accessed on May 16th, 2018][http://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2012/12-04/ste\\_20120004\\_0100\\_0081.pdf](http://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2012/12-04/ste_20120004_0100_0081.pdf).
- [21] Ministère du travail, de l'emploi et de la santé. Ministère des solidarités et de la cohésion sociale. Circulaire DGOS/R1 no 2011-154 du 22 avril 2011 relative à la répartition entre les régions des crédits du fonds pour la modernisation des établissements de santé publics et privés (FMESPP). In: BO Santé-Protection sociale-Solidarité no 2011/5 du 15 juin. 2011;193-208. Accessed on May 16th, 2018. Available at: [http://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2011/11-05/ste\\_20110005\\_0100\\_0078.pdf](http://solidarites-sante.gouv.fr/fichiers/bo/2011/11-05/ste_20110005_0100_0078.pdf).
- [22] Secrétariat général des ministères chargés des affaires sociales. Fond d'intervention régional. Paris: Rapport d'activité 2015; 2016, Accessed on May 16th, 2018. [https://www.apmnews.com/documents/201701101721050\\_114\\_-\\_Rapport\\_d\\_activite\\_FIR\\_2015.pdf](https://www.apmnews.com/documents/201701101721050_114_-_Rapport_d_activite_FIR_2015.pdf).
- [23] Ministère du Travail, de l'Emploi, et de la Santé. Instruction N(DGOS/PF3/2012/50 du 31 janvier 2012 relative à l'appel à candidatures auprès des ARS pour l'accompagnement de projets pilotes en télémédecine. Accessed on May 16th, 2018. Available at: [http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2012/02/cir\\_34673.pdf](http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2012/02/cir_34673.pdf).
- [24] Agence National d'Appui à la Performance des établissements de santé et médico-sociaux. La télémédecine en action: 25 projets passés à la loupe. In: *Un éclairage pour le déploiement national. Tome 1: les grands*

- enseignements. Paris; 2012. Accessed on May 16th, 2018. Available at: [http://esante.gouv.fr/sites/default/files/2012\\_ANAP\\_telemedecine.pdf](http://esante.gouv.fr/sites/default/files/2012_ANAP_telemedecine.pdf).
- [25] Agence National d'Appui à la Performance des établissements de santé et médico-sociaux. La télémedecine en action: prise en charge de l'AVC - Support d'aide au déploiement régional. Paris; 2014, Accessed on May 16th, 2018. Available at: <http://www.anap.fr/ressources/publications/detail/actualites/la-telemedecine-en-action-prise-en-charge-de-lavc-support-daide-au-deploiement-regional/>.
- [26] Direction générale de l'offre de soins. Étude de coûts des projets pilotes en Télémedecine. Paris; 2014.
- [27] Direction générale de l'offre de soins. Guide méthodologique pour l'élaboration du programme régional de télémedecine. Paris; 2012, Accessed on May 16th, 2018. Available at: [http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide\\_methdologique\\_elaboration\\_programme\\_regional\\_telemedecine.pdf](http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/guide_methdologique_elaboration_programme_regional_telemedecine.pdf).
- [28] Haute Autorité de Santé. Grille de pilotage et de sécurité d'un projet de télémedecine. Paris; 2013, Accessed on May 16th, 2018. Available at: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-07/guide\\_grille\\_de\\_pilotage\\_et\\_de\\_securite\\_d\\_un\\_projet\\_de\\_telemedecine\\_2013-07-18\\_13-34-47\\_545.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-07/guide_grille_de_pilotage_et_de_securite_d_un_projet_de_telemedecine_2013-07-18_13-34-47_545.pdf).
- [29] Haute Autorité de Santé. Élaboration de matrices d'impacts des effets attendus de la télémedecine: applications aux chantiers prioritaires. Paris; 2013. Accessed on May 16th, 2018. Available at: [http://esante.gouv.fr/sites/default/files/2013\\_07\\_Rapport\\_HAS\\_TLM\\_Annexes.pdf](http://esante.gouv.fr/sites/default/files/2013_07_Rapport_HAS_TLM_Annexes.pdf).
- [30] Haute Autorité de Santé. Télé AVC Prise en charge en urgence—Service des Urgences, SAMU/SMUR, Service de radiologie. In: UNV-. Indicateurs de pratique clinique. Paris; 2013. Accessed on May 16th, 2018. Available at: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-06/ipc\\_avc\\_tlmedecine\\_vf.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2013-06/ipc_avc_tlmedecine_vf.pdf).
- [31] Haut Conseil de la Santé Publique. Propositions pour l'évaluation de l'impact du Plan d'actions national Accidents vasculaires cérébraux 2010-2014. Paris; 2013, Accessed on May 16th, 2018. Available at: <https://www.hcsp.fr/explore.cgi/avisrapportsdomaine?.clefr=366>.
- [32] Direction générale de l'offre de soins. Le recensement des activités de télémedecine. Paris; 2013, Accessed on May 16th, 2018. Available at: [http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/telemdecine\\_recensement\\_activites.pdf](http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/telemdecine_recensement_activites.pdf).
- [33] Direction générale de l'offre de soins. Principaux enseignements du bilan des PRT et du recensement des projets télémedecine 2013. Paris; 2014, Accessed on May 16th, 2018. Available at: [http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Telemdecine\\_Plaquette\\_Communication\\_DGOS.pdf](http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/Telemdecine_Plaquette_Communication_DGOS.pdf).
- [34] Haute Autorité de Santé. Indicateurs pour l'amélioration de la qualité et de la sécurité des soins Prise en charge initiale de l'accident vasculaire cérébral (AVC) Résultats nationaux de la campagne 2015 - Données 2014 Synthèse. Paris; 2015, Accessed on May 16th, 2018. Available at: [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2015-11/synthese\\_avc\\_2015\\_vd.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2015-11/synthese_avc_2015_vd.pdf).
- [35] Bouamra B, Couralet M, Erbault M, Chakroun K, Medeiros de Bustos E, Delmotte L, et al. Le déploiement du TéléAVC en France: un point d'audimat proposé selon les critères HAS. Eur Res Telemed 2016;6:34.
- [36] Schnitzler A, Erbault M, Solomiac A, Sainte-Croix D, Fouchard A, May-Michelangeli L, et al. Impact du plan AVC sur la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux ischémiques constitués : évolution 2011-2016 des indicateurs d'évaluation de la Haute Autorité de santé. Bull Epidemiol Hebd 2018;5:78-84.
- [37] Secrétariat général des ministères chargés des affaires sociales. Fond d'intervention régional. Rapport d'activité 2017. Paris; 2018, Accessed on December 20th, Available at: [https://www.ars.sante.fr/system/files/2018-11/2018-11-18\\_FIR%20Rapport%20a](https://www.ars.sante.fr/system/files/2018-11/2018-11-18_FIR%20Rapport%20a).
- [38] Bozio A, Romanello L. Evaluation des politiques publiques: le bilan contrasté du quinquennat. In: Les notes de l'IPP. n°25. 2017;1-4.
- [39] World health, Organization. Strategizing national health in the 21st century: a handbook. Chapter 9. In: Monitoring, evaluation and review of national health policies, strategies and plans. Geneva; 2016.
- [40] Oxman AD, Bjørndal A, Becerra-Posada F, Gibson M, Block MA, Haines A, et al. A framework for mandatory impact evaluation to ensure well informed public policy decisions. Lancet 2010;375:427-31.
- [41] Hawe P, Potvin L. What Is Population Health Intervention Research? Can J Public Health 2009;100:18-14.



Available online at  
**ScienceDirect**  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France  
**EM|consulte**  
[www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



## General review

# Acute telestroke in France: A systematic review

R. Ohannessian<sup>a,b,\*</sup>, A.-M. Schott<sup>c,d</sup>, C. Colin<sup>c,d</sup>, N. Nighoghossian<sup>e</sup>,  
 E. Medeiros de Bustos<sup>f</sup>, T. Moulin<sup>f,g</sup>

<sup>a</sup> CIC-1431 Inserm département de Neurologie, EA 481 laboratoire de neurosciences intégratives et cliniques université de Franche-Comté, UBFC, CHRU de Besançon, Besançon, France

<sup>b</sup> Télémedecine 360, TLM360, Paris, France

<sup>c</sup> HESPER EA 7425, université Lyon, université Claude Bernard Lyon 1, 69008 Lyon, France

<sup>d</sup> Pôle IMER, hospices civils de Lyon, 69003 Lyon, France

<sup>e</sup> Unité neurovasculaire, hôpital Pierre-Wertheimer, hospices Civils de Lyon, 69677 Bron cedex, France

<sup>f</sup> Department of Neurology, University Hospital of Besançon, Besançon, France

<sup>g</sup> French Society of Telemedicine, Paris, France

### INFO ARTICLE

#### Article history:

Received 31 May 2019

Received in revised form

12 October 2019

Accepted 18 November 2019

Available online xxx

#### Keywords:

Stroke

Telestroke

Telemedicine

Thrombolysis

### ABSTRACT

**Background.** – Acute telestroke is the use of telemedicine to improve acute stroke care. It has demonstrated to be a safe and effective medical practice. Since 2011, acute telestroke has been promoted by the Ministry of Health in France, and in 2018 many regions were in the process or completion of implementing telestroke. The objective of this study was to describe acute telestroke implementation in France.

**Methods.** – A systematic review was conducted using PubMed and ScienceDirect databases. Articles and abstracts in English and French, published between January 1st, 2000 to April 30th, 2018 were used. Studies conducted in France and that had presented an outcome evaluation of a regional acute telestroke activity were included. No meta-analysis was conducted.

**Results.** – A total of 24 studies (14 in French, 10 in English) were included, with 13 published articles (7 indexed on PubMed) and 11 abstracts. Among the 13 published articles, there were seven observational retrospective studies, one quasi-experimental before-after study, one experimental randomised controlled trial, and four medico-economic studies. All telestroke network models of care were drip-and-ship with hub and spoke organisation. The case-control studies did not show a difference with or without telemedicine. The territorial thrombolysis rate was measured in two regions, with an increase in Franche-Comté from 0.2% (2004) to 9.9% (2015), and a relative increase of 76% in Nord-Pas-de-Calais between 2009-2010 and 2012.

**Conclusion.** – Implementation of acute telestroke in France had a positive clinical and public health impact but the evaluation remained limited and needs to be supported.

© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

\* Corresponding author at: CIC-1431 Inserm département de Neurologie, EA 481 laboratoire de neurosciences intégratives et cliniques université de Franche-Comté, UBFC, CHRU de Besançon, Besançon, France.

E-mail address: [robin.ohannessian@telemedecine-360.com](mailto:robin.ohannessian@telemedecine-360.com) (R. Ohannessian).

<https://doi.org/10.1016/j.neurol.2019.11.004>

0035-3787/© 2020 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

## 1. Introduction

Telestroke is the use of telemedicine to treat stroke [1]. The practice focuses primarily on acute stroke care and was first developed during the beginning of the 21st century in Europe and North America [2]. The purpose of acute telestroke is to improve access to stroke diagnostics and care, as well as provide treatment, inclusive of thrombolysis, in an emergency department (ED) setting with the support of a comprehensive stroke centre (CSC) or primary stroke centre (PSC). In clinical practice, when a patient is suspected of stroke in an ED, a remote neurological assessment by synchronous live video teleconsultation (TLC) from the CSC is conducted to make the diagnosis and decide on treatment. The treatment may involve thrombolysis, remotely monitored by the neurologist, and administered at the ED (tele-thrombolysis). Teleradiology may also be involved if a remote radiological assessment is needed [3].

In many countries, acute telestroke has demonstrated to be a safe and effective medical practice [4]. In France, acute telestroke was promoted and supported by the Ministry of Health to improve national access to stroke care and was included in two national public health strategies; the national stroke plan for 2010–2014 and the national telemedicine deployment strategy in 2011 [5,6]. The objectives of these strategies were to define and implement regional acute telestroke networks supported by regional health agencies with a public funding of 11.6 million euros. The strategies were defined in an epidemiological context of annual stroke incidence estimated at 150,000 cases (with a prevalence of 400,000 cases) [7] combined with regional disparities in stroke incidence and clinical outcomes due to socio-economic factors as well as limited numbers and unequal distribution of stroke centres [8].

An initial review of acute telestroke in France was published in 2012 with limited reported clinical data [9]. Furthermore, in 2018, many regions in France were in the process or completion of implementing acute telestroke, however, to date, a national evaluation of regional acute telestroke implementation has not been conducted. The objective of this study was to describe regional acute telestroke implementation at a national level in France.

## 2. Methods

A systematic review was conducted following PRISMA guidelines using the PubMed and ScienceDirect databases. Articles and abstracts in both English and French, published from January 1st, 2000 to April 30th, 2018 were used. Studies were only included if they involved regional acute telestroke activities conducted in France and were excluded if they did not report clinical or public health outcomes of acute telestroke implementation commonly reported in the literature [4].

The search strategy in English was (“telemedicine” AND “stroke” OR “telestroke”) AND “France”). The following terms were used in French: “*télé-médecine*” for telemedicine, “*accident vasculaire cérébral*” and “*AVC*” for stroke, and “*télé-AVC*” for telestroke. Screening and eligibility were assessed by the first and last author based on inclusion and exclusion criteria.

Screening was conducted from titles and abstracts, and an eligibility assessment was based on full-text analysis.

A bibliographic analysis was conducted based on:

- type of publication (published article or conference abstract);
- language of publication;
- year of publication;
- journal name and;
- journal referencing on PubMed.

The variables extracted were study design, study type and time of study. Reported outcomes concerned the use (volume of stroke patients who were examined with telemedicine and who were treated with tele-thrombolysis), clinical effectiveness (modified Rankin score (mRS), symptom onset to treatment times), safety (secondary haemorrhagic transformation and mortality rates), public health impact (territorial thrombolysis rate), and medico-economic results of acute telestroke. Data extraction was performed by the first author and validated by the co-authors. Data were extracted only when there could be no confusion. No meta-analysis or additional analysis was conducted.

## 3. Results

A total of 24 studies were included after an eligibility analysis and screening of 1676 articles (Fig. 1) [10–33]. Thirteen published articles (including seven indexed on PubMed) and 11 published abstracts were selected; 14 in French and 10 in English. The first study was published in 2012 and the most recent was in 2018. The studies were published from six regions (among 22 metropolitan regions in 2016): Auvergne, Bourgogne (BG), Franche-Comté (FC), Île-de-France, Lorraine, and Nord-Pas-de-Calais (NPDC). BG and FC regions had the most publications with seven and six studies respectively (Table 1). The highest number of studies was published in 2014 and 2015 (6).

Among the articles, there were seven observational retrospective studies (four descriptive and three analytical case-control studies comparing patients with or without telemedicine), one quasi-experimental before-after study, one experimental randomised controlled trial, and four medico-economic studies (including modelling and cost-benefit analysis studies) (Table 2). All models of care were drip-and-ship with hub and spoke organisation. All regions had a star hub-and-spoke model, except in the NPDC region, which was organised with a sub-regional roster of neurologists from the hubs. The majority of studies had the university hospital as the hub. The minimum number of participating hospitals was two (1 hub and 1 spoke) and maximum number 20 (1 hub and 19 spokes). The shortest study duration was six months and the longest 168 months.

The FC and NPDC regions had the highest number of reported video teleconsultations, with 1015 and 417 activities respectively (Table 3). The Bourgogne region had the highest absolute number of tele-thrombolysis patients ( $n = 132$ ) reported in the published articles. The use of thrombectomy was reported in three studies; seven procedures (5.3% of



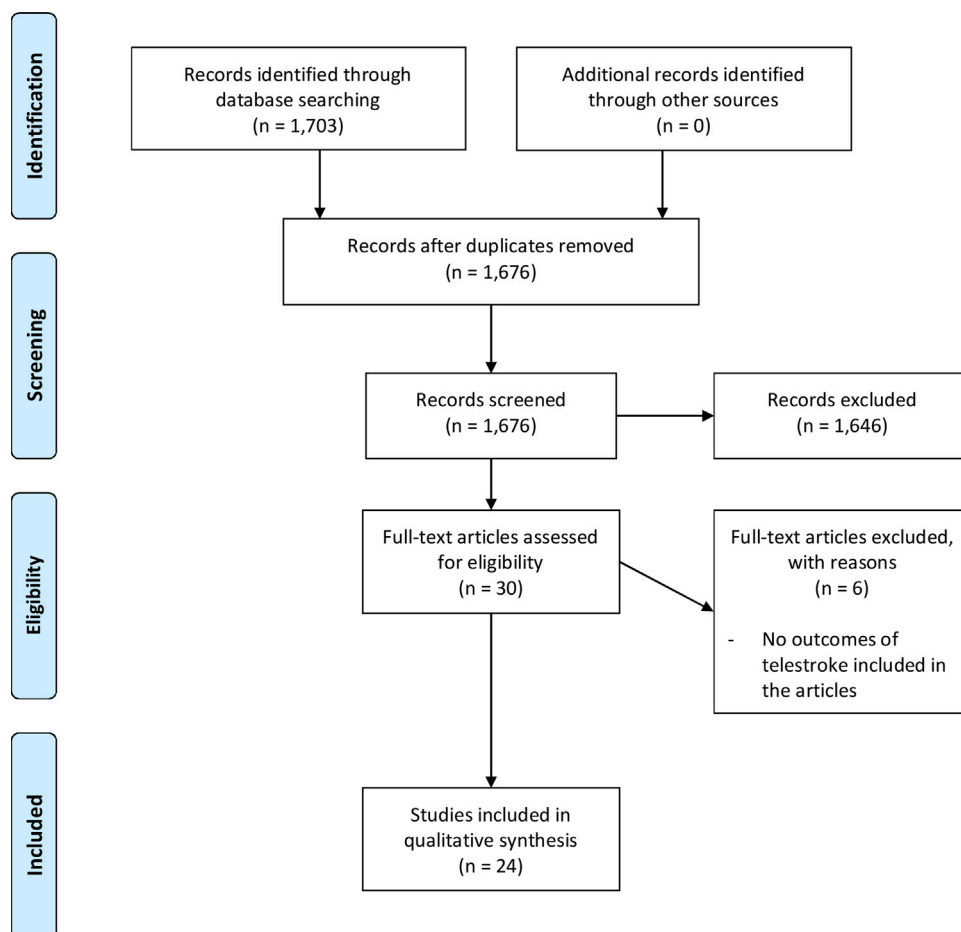


Fig. 1 – Systematic review of acute telestroke in France (2018): flow diagram.

Table 1 – Systematic review of acute telestroke in France (2018): bibliometric characteristics.

Authors	Year	Location	Language	Journal	Indexed on Pubmed	Type of publication
Gal et al. (2016)	2016	Auvergne	French	<i>Revue Neurologique</i>	No	Abstract
Hervieu-Begue et al. (2013)	2013	Bourgogne	English	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Article
Giroud et al. (2014)	2014	Bourgogne	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Legris et al. (2015)	2015	Bourgogne	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Hervieu-Begue (2015)	2015	Bourgogne	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Legris et al. (2016)	2016	Bourgogne	English	<i>European Journal of Neurology</i>	Yes	Article
Gueneau et al. (2016)	2016	Bourgogne	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Article
Boissel et al. (2017)	2017	Bourgogne	English	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Article
Allibert et al. (2012)	2012	Franche-Comté	French	<i>Revue Neurologique</i>	Yes	Article
Bouamra et al. (2014)	2014	Franche-Comté	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Medeiros de Bustos et al. (2015)	2015	Franche-Comté	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Nenert et al. (2016)	2016	Franche-Comté	French	<i>Annales Françaises de Médecine d'Urgence</i>	No	Article
Legoff-Pronost et al. (2017)	2017	Franche-Comté	English	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Article
Medeiros de Bustos et al. (2018)	2018	Franche-Comté	English	<i>Journal of Telemedicine and E-Health</i>	Yes	Article
Richard et al. (2014)	2014	Lorraine	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Richard et al. (2014)	2014	Lorraine	English	<i>Neurological Sciences</i>	Yes	Article
Raulot et al. (2015)	2015	Lorraine	English	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Article
Riou-Comte et al. (2017)	2017	Lorraine	English	<i>Frontiers in Neurology</i>	Yes	Article
L'hermitte et al. (2015)	2015	Île-de-France	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Mazighi et al. (2015)	2015	Île-de-France	English	<i>Journal of Telemedicine and Telecare</i>	Yes	Article
L'hermitte et al. (2017)	2017	Île-de-France	French	<i>European Research in Telemedicine</i>	No	Abstract
Girard-Buttaz et al. (2013)	2013	Nord-Pas-de-Calais	French	<i>Revue Neurologique</i>	No	Abstract
Toko Djuidje et al. (2014)	2014	Nord-Pas-de-Calais	French	<i>Revue Neurologique</i>	No	Abstract
Dequatre-Ponchelle et al. (2014)	2014	Nord-Pas-de-Calais	English	<i>Journal of Neurology</i>	Yes	Article

**Table 2 – Systematic review of acute telestroke in France (2018): study design and interventions.**

Studies	Intervention	Hospitals (N): hub (N)/spoke (N)	Study design	Study dates	Study length (in months)
Gal et al. (2016)	CHU Clermont-Ferrand (Hub) with CH Vichy during nights and week-end	2: 1/1	Observational descriptive retrospective	December 1st 2013 to June 1st 2014	6
Hervieu-Begue et al. (2013)	CHU Dijon (Hub) with CH Chalons-sur-Saône, CH Nevers, CH Sens and CH Auxerre	5: 1/4	Observational descriptive retrospective	First 9 months since April 1st 2012	9
Giroud et al. (2014)	CHU Dijon (Hub) with 19 CH	20: 1/19	Observational descriptive retrospective	First 12 months since April 1st 2012	12
Legris et al. (2015)	/	/	Observational descriptive retrospective	April 1st 2012 to December 31st 2014	33
Hervieu-Begue (2015)	CHU Dijon (Hub) with 11 CH and CH Chalons-sur-Saone (Hub) with 5 CH	/	Observational descriptive retrospective	2012–2015	36 (estimated)
Legris et al. (2016)	CHU Dijon (Hub) with 9 CH and CH Chalons-sur-Saone with 2 CH	13: 2/11	Observational analytical retrospective case-control	April 1st 2012 to December 31st 2014	33
Gueneau et al. (2016)	CHU Dijon (Hub) with 13 CH	/	Observational descriptive retrospective medico-economic	January 1st 2014 to June 30th 2014	6
Boissel et al. (2017)	/	/	Observational descriptive retrospective medico-economic	October 1st 2012 to October 31st 2013	13
Allibert et al. (2012)	CHU Besançon and 7 CH (Belfort, Montbéliard, Lons le Saunier, Vesoul, Dole, Pontarlier, Gray)	8: 1/7	Observational analytical retrospective case-control	January 1st 2003 to December 31st 2009	84
Bouamra et al. (2014)	/	/	Medico-economic modelling	/	/
Medeiros de Bustos et al. (2015)	CHU Besançon and 8 CH	9: 1/8	Observational descriptive retrospective	2003 to 2014	132
Nenert et al. (2016)	/	/	Observational descriptive retrospective	January 1st 2012 to December 31st 2013	24
Legoff-Pronost et al. (2017)	/	/	Medico-economic modelling	/	/
Medeiros de Bustos et al. (2018)	CHU Besançon and 8 CH	9: 1/8	Observational descriptive retrospective	January 1st 2002 to December 31st 2015	168
Richard et al. (2014)	CHU Nancy and 1 CH Bar-le-Duc	2: 1/1	Observational descriptive retrospective	October 2010 to February 2012	18 (estimated)
Richard et al. (2014)	CHU Nancy and 1 CH Bar-le-Duc	2: 1/1	Observational descriptive retrospective	October 2010 to February 2012	18 (estimated)
Raulot et al. (2015)	CHU Nancy and 2 CH (Bar-le-Duc and Verdun)	3: 1/2	Observational analytical retrospective case-control	July 1st 2013 to June 30th 2014	12
Riou-Comte et al. (2017)	CHU Nancy and 6 CH (Bar-le-Duc, Verdun, Mont-Saint-Martin, Sarrebourg, Saint-Dié-Des-Vosges, and Neufchâteau)	7: 1/6	Medico-economic prospective cost-benefit study	January 1st 2014 to December 31st 2015	24
L'hermitte et al. (2015)	/	/	Observational descriptive retrospective	2015	12 (estimated)
Mazighi et al. (2015)	CHU of Paris (Bichat Stroke Center, AP-HP) and 10 CH	11: 1/10	Randomized controlled trial	March 2006 to March 2010	48
L'hermitte et al. (2017)	CH Sud Francilien and 9 others CH (Melun, Etampes, Montereau, Fontainebleau, Longjumeau, Nemours, Dourdan)	10: 1/9	Observational descriptive retrospective	January to August 2016	8 (estimated)
Girard-Buttaz et al. (2013)	5 CH (Lens, Maubeuge, Valenciennes, Cambrai, Arras)		Observational descriptive retrospective	First 12 months since start in June 2011	12
Toko Djuidje et al. (2014)	5 CH (Lens, Maubeuge, Valenciennes, Cambrai, Arras)		Quasi-experimental before-after	June 2012 to April 2013	10
Dequatre-Ponchelle et al. (2014)	5 CH (Lens, Maubeuge, Valenciennes, Cambrai, Arras)		Quasi-experimental before-after	2009–2010 with 2012	36 (estimated)

**Table 3 – Systematic review of acute telestroke in France (2018): reported clinical outcomes.**

Studies	Teleconsultations (N)	Tele-thrombolysis (N)	Symptom onset to treatment (minutes)	Secondary haemorrhagic transformation (N or %)	Mortality rate (%)	Modified Rankin Scale (mRS) at 3 months ≤ 1 (%)
Gal et al. (2016)	20	9	205	1 causing a death	/	/
Hervieu-Begue et al. (2013)	/	72	130 ± 21 (first 19 patients)	1 severe event (first 19 patients) (5,3%)	/	37%
Giroud et al. (2014)	110	75	/	/	8% decrease in 1 year	/
Hervieu-Begue (2015)	/	54 in 2015	/	/	/	/
Legris et al. (2016)	361	132 (36.6%) (compared to 222 patients treated in hub)	192.1 ± 48.4 in spokes and 195.4 ± 58.1 in hub (P = 0.94)	17.4% in spokes and 15.3% in hub (P = 0.6) Symptomatic transformation: 6.1% and 6.3% (P = 0.93)	18.9% in spokes and 16.5% in hub (P = 0.56)	35.6% in spoke and 48.6% in hub (P = 0.02)
Boissel et al. (2017)	/	14 (compared to 78 patients treated in hub)	200.8 ± 53.5 in spokes and 178.1 ± 46.5 in hub (P = 0.13)	7.1% in spokes and 7.7% in hub (P = 0.71)	7.1% in spokes and 5.1% in hub (P = 0.57)	/
Allibert et al. (2012)	1015 (2006–2009)	63 (compared to 98 patients treated in hub)	165 in spoke and 222 in hub (P < 0.001)	Symptomatic transformation: 5% in hub and 1.5% in spoke (no significant difference)	17.5% in hub and 9.5% in spoke	39.5% in spoke and 27.5% in hub (no significant difference)
Medeiros de Bustos et al. (2015)	/	273	/	/	/	/
Medeiros de Bustos et al. (2018)	/	29.5% of thrombolysis in 2009 and 33.5% of thrombolysis in 2015	/	/	/	/
Richard et al. (2014)	53	21	169	14% Symptomatic transformation: 10%	14% at 3 months	29%
Raulot et al. (2015)	110	27 over 79 with ischaemic stroke (compared to 70 patients treated in hub)	180 (IQR = 158–208) in spokes and 170 (IQR = 135–199) in hub (P = 0.35)	19% in spoke and 24% in hub (P = 0.6) Symptomatic transformation: 4% and 7% (P = 1)	30% in spoke and 20% in hub (P = 0.42)	30% in spoke and 31% in hub (P = 1)
L'hermitte et al. (2015)	66	/	/	/	/	/
Mazighi et al. (2015)	26	21	145 (median) (range: 110–200)	28% Symptomatic transformation: 4%	24%	16% in tele-thrombolysis arm and 50% for usual care arm (P = 0.37)
L'hermitte et al. (2017)	192	22	/	/	/	/
Girard-Buttaz et al. (2013)	417	68	/	Symptomatic transformation: 1.47%	11.76%	48.52%

The results reported in the four last columns concern treated patients with tele-thrombolysis.

tele-thrombolysis) performed in a study from Bourgogne and one performed in a study from the Lorraine region. Symptom onset to thrombolysis treatment time was reported in nine studies, ranging from 145 to 205 minutes for times measured on all study patients. One study from FC reported a significant difference between patients treated via telemedicine in spokes and those referred directly to the hub without telemedicine. Secondary haemorrhage rates, ranging from 1.5% to 28%, were reported in 10 studies. Mortality rates, ranging from 11.8% to 30%, were reported in nine studies. The proportion of mRS  $\leq 1$  patients at three months was reported in eight studies, ranging from 16% to 48.5%. Furthermore, the case-control studies showed no significant differences in the measured safety outcomes for acute stroke care with or without telemedicine. The territorial thrombolysis rate was measured in two regions, with an increase in the FC region from 0.2% in 2004 to 9.9% in 2015, with a relative increase of 76% in the NPDC region (95% CI: 67–83%) from 2009 to 2010 and 2012.

The mean cost of thrombolysis was estimated with micro-costing in the Bourgogne region at  $1577.40 \pm 271.10\text{€}$  without telemedicine and  $3930.60 \pm 1416.20\text{€}$  with telemedicine. Inter-hospital transfer represented the primary category of expenditure, while the technological platform represented 3.7% of the total cost. Another study in the region compared the cost of stroke care with and without telemedicine, and the revenue generated from the perspective of the hospitals. The estimated cost of tele-thrombolysis for the spoke was  $13,998 \pm 4155\text{€}$  (with  $13,436\text{€}$  revenue) and  $11,645 \pm 9778\text{€}$  for thrombolysis performed directly in the hub, which was significantly lower than the revenue of  $7095\text{€}$  ( $P < 0.001$ ). The modelling study conducted in the FC region compared five different scenarios according to cost-effectiveness and efficiency criteria to be used as a tool for decision makers. The study conducted in the Lorraine region used a cost-benefit analysis methodology, which showed that the best financial option, with the current funding models for the spoke, was referral to the hub without the return to the spoke ( $\$329$  per patient, 2016 USD). Additionally, the most expensive option for the spoke was a patient treated with thrombolysis in the spoke without referral to the hub ( $\$2075$  per patient, 2016 USD).

#### 4. Discussion

This study was the first country-based systematic review conducted to describe the clinical and public health impacts of regional acute telestroke implementation in France. Implementation of regional acute telestroke activities was proven to be feasible and safe in some regions of France with no significant difference between care with or without telemedicine. Moreover, the implementation of acute telestroke was shown to be effective in improving regional access to acute stroke care in two regions. However, published results were not available from all regions, and reported results were limited to conclude on safety and effectiveness at a national level.

Internationally, there have been three studies conducted on telestroke at a country level with limited reported clinical outcomes; one was a national survey from the US [34], one was from Italy [35], and one was a literature review from China [36]. A national assessment of stroke thrombolysis identified three

district hospitals with telestroke activities in New Zealand, however, specific telestroke outcomes were not reported [37]. In Spain, six telestroke activities were identified, in Catalonia, Galicia, Aragon, Madrid, Seville and Balears, however, a national review of the results was not available [38–43]. A commentary on the national development of telestroke in India was also published, however, no results were available on the outcomes of the implementation [44].

The outcomes of regional acute telestroke activities described in France were similar to results published in the meta-analysis including countries other than France concerning median time to onset of treatment, secondary haemorrhage rate and mortality rates [4,45–48]. The increased thrombolysis rate obtained in the NPDC region (76%) was similar to the range of increase (50% to 150%) reported for other regions such as Victoria, Australia (increase from 17% to 26%) [49], and Pittsburgh, USA (increase from 2.8% to 6.8%) [50].

The increased thrombolysis rate in the FC region (500%) has not, to date, been observed elsewhere, possibly related to the study length (more than 10 years) and the low initial rate before telestroke (less than 1%). However, the methodologies used by the different studies precluded specific identification of telestroke as a direct causal factor for improved access to acute stroke care. Other measures that were part of the national stroke plan were also implemented at the same time, resulting in an overall 66% increase in the national thrombolysis rate between 2011 and 2016 (from 8.6% to 14.3%, including an estimated 5.6% involving acute telestroke consultations) [51].

No conclusions could be drawn from the various medico-economic studies concerning the efficiency of the regional acute telestroke activities. The results reflected a diversity of possible scenarios in a situation characterised by a lack of a dedicated countrywide funding model from the health authorities. Furthermore, the lack of a clearly defined funding model may hinder the complete national expansion of sustainable acute telestroke models in France. A definition for a dedicated model should be considered.

Regarding limitations, a standardised research methodology for acute telestroke evaluation was not used across all regions in France, which may have restricted the interregional and international comparability of the results. Only two studies reported the regional rate of thrombolysis before and after implementation, even though the main objective of the acute telestroke implementation was to increase access and quality of care. Definitions of study indicators were also not always provided, limiting interpretation of the results, whereas a national and international set of indicators for telestroke have been defined or are in the process of definition [52–56]. Additionally, in France, a set of quality indicators for acute stroke care and telestroke was defined in 2013 by the French National Health Authority (*Haute Autorité de santé*, HAS) based on a national hospital survey. However, indicators for evaluating regional acute telestroke activities have not been defined [57].

Another limitation may have been the lack of national- or regional-based digital stroke registries in France used in evaluating new stroke care models inclusive of acute telestroke. Efforts towards the creation of such public health tools may improve outcomes in the future.

The high number of publications from the Bourgogne region, in comparison to the rest of the country, may have



been influenced by the existence of a population-based stroke registry in the region [58], however the number of publications from Bourgogne, FC and NPDC regions may also have been linked to the institutional support they received from national and regional health authorities as pilot projects.

The limited published results available compared to the practical implementation and progress of regional acute telestroke activities in France [59] may also have been due to the lack of evaluation of implemented activities, rather than the lack of implementation feasibility or low neurologist demographics in regions. Limited support and funding for public health policy evaluation and interventional research at the national and regional health level may have influenced the lack of published results in France [60,61]. A national survey or data pooling and sharing mechanisms from existing databases of regional acute telestroke activities may thus be necessary to better describe and evaluate their implementation. This initiative could be jointly supported by the French Neurovascular Society and the French Society of Telemedicine.

The development of thrombectomy in France, supported by published national guidelines, and the potential development of mobile stroke units, may eventually impact the existing territorial acute telestroke organisation and should be considered for further development and evaluation of regional acute telestroke activities [62–66].

## 5. Conclusion

To date, implementation of acute telestroke in France has had a positive clinical and public health impact, however, an overall national evaluation of regional acute telestroke activities in France needs to be supported and developed with a public health intervention research approach using dedicated tools, such as a digital stroke registry or telestroke activities reporting platform.

## Funding

No funding was obtained for this study.

## Disclosure of interest

The authors declare that they have no competing interest.

## Acknowledgements

The authors would like to thank Sarina Yaghoobian for her contribution.

## REFERENCES

- [1] Levine SR, Gorman M. “Telestroke”: the application of telemedicine for stroke. *Stroke* 1999;30:464–9.
- [2] Schwamm LH, Audebert HJ, Amarenco P, et al. Recommendations for the implementation of telemedicine within stroke systems of care: a policy statement from the American Heart Association. *Stroke* 2009;40:2635–60.
- [3] Ohannessian R, Fortune N, Moulin T, Madden R. Telemedicine, telestroke, and artificial intelligence can be coded with the international classification of health interventions. *Telemed J E Health* 2019. <http://dx.doi.org/10.1089/tmj.2019.0072> [Epub ahead of print].
- [4] Kepplinger J, Barlinn K, Deckert S, Scheibe M, Bodechtel U, Schmitt J. Safety and efficacy of thrombolysis in telestroke: a systematic review and meta-analysis. *Neurology* 2016;87:1344–51.
- [5] Lebrun L, Rusterholtz T, Fery-Lemonnier E, Woimant F, Leroyer J, Hommel M. Improving stroke care: a French health-care organiser’s perspective. *Int J Stroke* 2011;14:123–4.
- [6] Ohannessian R, Dhote-Burger P, Chauvin F, Colin C, Nighoghossian N, Moulin T, Schott AM. Health policy for telestroke in France: a retrospective description from 2003 to 2016. *Rev Neurol (Paris)* 2019 [pii: S0035-3787(18)30663-5].
- [7] Lecoffre C, de Peretti C, Gabet A, Grimaud O, Woimant F, Giroud M, et al. Mortalité par accident vasculaire cérébral en France en 2013 et évolutions 2008-2013. *Bull Epidemiol Hebd* 2017;5:95–100.
- [8] de Peretti C, Gabet A, Lecoffre C, Oberlin P, Olié V, Woimant F. Regional disparities in acute and post-acute care of stroke patients in France, 2015. *Rev Neurol (Paris)* 2018;174:555–63.
- [9] Medeiros de Bustos E, Bouamra B, Chavot D, Moulin T. Telestroke in France, status in 2012 and further developments. *Eur Res Telemed* 2012;1:12–8.
- [10] Gal G, Ferrier A, Limoges M-E, Colamarino R, Clavelou P. La naissance du télé-AVC en Auvergne: TELEMédecine Auvergne Accidents Cérébraux (TELEMAAC) : description et évaluation à 6 mois. *Rev Neurol (Paris)* 2016;172:A59.
- [11] Hervieu-Begue M, Jacquin A, Osseby G-V, Quantin C, Héral E, et al. The role of the clinical nurse within a combined stroke and telefibrinolysis network: The G5 pilot study in Burgundy, France. *Eur Res Telemed* 2013;2:11–5.
- [12] Giroud M, Hervieu M, Lerhun B, Lannelongue C, Sérézat M, et al. La Télé-AVC : une réussite organisationnelle et structurante en Bourgogne. *Eur Res Telemed* 2014;3:42–3.
- [13] Legris N, Hervieu-Bègue M, Daubail B, Osseby GV, Giroud M, Béjot Y. Bilan de 3 ans d’activité télé-AVC en Bourgogne : une solution efficace et sûre pour traiter à distance l’infarctus cérébral aigu. *Eur Res Telemed* 2015;4:135–6.
- [14] Hervieu-Begue M. Télé-AVC Bourgogne: mise en place et évolution du réseau. *Eur Res Telemed* 2015;4:137–8.
- [15] Legris N, Hervieu-Bègue M, Daubail B, Daumas A, Delpont B, et al. Telemedicine for the acute management of stroke in Burgundy, France: an evaluation of effectiveness and safety. *Eur J Neurol* 2016;23:1433–40.
- [16] Gueneau P, Mondolonia P, Hervieu-Begue M, Boissel A, Delpont B, et al. Télémedicine et accident vasculaire cérébral: étude de coût sur la téléfibrinolyse. *Eur Res Telemed* 2016;5:19–27.
- [17] Boissel A, Gueneau P, Mondoloni P, Hervieu-Begue M, Delpont B. Telemedicine: economic and clinical evaluation of the management of ischemic stroke. *Eur Res Telemed* 2017;6:13–21.
- [18] Allibert R, Ziegler F, Bataillard M, Gomes C, Jary A, et al. Telemedicine and fibrinolysis in Franche-Comté. *Rev Neurol (Paris)* 2012;168:40–8.
- [19] Bouamra B, Gantzer S, le Goff-Pronost M, Moulin T, Renaud R, et al. Coût-efficacité du « TéléAVC » selon cinq scénarios d’organisations en Franche-Comté. *Eur Res Telemed* 2014;3:188–9.

- [20] Medeiros De Bustos E, Vaconnet L, Bouamra B, Delmotte L, Vuillier F, et al. L'évolution de la télé-expertise neurologique en Franche-Comté—« Retour vers le futur » : le RUN-FC (Réseau des urgences neurologiques en Franche-Comté). *Eur Res Telemed* 2015;4:134–5.
- [21] Nenert E, Pretalli JB, Bouamra B, Puyraveau M, Fehner L, et al. Transfert interhospitalier vers une unité de neurologie vasculaire des accidents vasculaires cérébraux ischémiques téléthrombolysés : pertinence d'une médicalisation systématique ? *Ann Fr Med Urgence* 2016;6:166–71.
- [22] Le Goff-Pronost M, Bouamra B, Gantzer S, Moulin T. Medico-economic modelling of stroke care with telemedicine. An experience in Franche-Comté. *Eur Res Telemed* 2017;6:107–15.
- [23] Medeiros de Bustos E, Berthier E, Chavot D, Bouamra B, Moulin T. Evaluation of a French Regional Telemedicine Network Dedicated to Neurological Emergencies: A 14-Year Study. *Telemed J E Health* 2018;24:155–60.
- [24] Richard S, Lavandier K, Zioueche Y, Vezain A, Pelletier S, et al. Utilisation de la télé expertise pour le traitement des AVC graves en zone rurale. L'expérience de la Lorraine. *Eur Res Telemed* 2014;3:37.
- [25] Richard S, Lavandier K, Zioueche Y, Pelletier S, Vezain A, et al. Use of telemedicine to manage severe ischaemic strokes in a rural area with an elderly population. *Neurol Sci* 2014;35:683–5.
- [26] Raulot L, Mione G, Hoffmann CP, Bracard S, Braun M, et al. Thrombolysé de l'infarctus cérébral par télé-médecine comparée au traitement directement instauré dans une unité neurovasculaire expérimentée. *Eur Res Telemed* 2015;4:119–25.
- [27] Riou-Comte N, Mione G, Humbertjean L, et al. Implementation and Evaluation of an Economic Model for Telestroke: Experience from Virtual, France. *Front Neurol* 2017;8:613.
- [28] L'hermitte Y, Couvreur C, Dolveck F, Woimant F, Oppenheim C, et al. ORTIF: la plateforme de télé-médecine en Île de France. Implantation et premiers usages. *Eur Res Telemed* 2015;4:128.
- [29] Mazighi M, Meseguer E, Labreuche J, Miroux P, Le Gall C, et al. TRUST-tPA trial: Telemedicine for remote collaboration with urgentists for stroke-tPA treatment. *J Telemed Telecare* 2017;23:174–80.
- [30] L'Hermitte Y, Chausson N, Aghassaryan M, Alecu N, Al Tarcha C, et al. Télé-médecine ORTIF : quels usages pour les accidents vasculaires cérébraux dans un territoire pilote. *Eur Res Telemed* 2017;6:32.
- [31] Girard-Buttaz I, Mounier-Vehier F, Rosolacci T. Le projet télé AVC Artois Hainaut: évaluation du dispositif et impact sur l'offre de soin. *Rev Neurol* 2013;169S:A242.
- [32] Toko Djuidje D, Kenmogne Kamdema F, Le Coz P, Mounier Vehier F. Mise en place de l'unité neurovasculaire au centre hospitalier d'Arras et impact de la télé-médecine sur la prise en charge des patients. *Rev Neurol (Paris)* 2013;170S:A93.
- [33] Dequatre-Ponchelle N1, Touzani H, Banh A, Girard-Buttaz I, Coche R, et al. Rate of intravenous thrombolysis for acute ischaemic stroke in the North-of-France region and evolution over time. *J Neurol* 2014;261:1320–8.
- [34] Silva GS, Farrell S, Shandra E, Viswanathan A, Schwamm LH. The status of telestroke in the United States: a survey of currently active stroke telemedicine programs. *Stroke* 2012;43:2078–85.
- [35] Bernetti L, Nuzzaco G, Muscia F, et al. Stroke networks and telemedicine: An Italian national survey. *Neurol Int* 2018;10:7599.
- [36] Zhao G, Huang H, Yang F. The progress of telestroke in China. *Stroke Vasc Neurol* 2017;2:168–71.
- [37] Liu Q, Ranta AA, Abernethy G, Barber PA. Provision of stroke thrombolysis services in New Zealand: changes between 2011 and 2016. *N Z Med J* 2017;130:57–62.
- [38] Martínez-Sánchez P, Miralles A, Sanz de Barros R, Prefasi D, Sanz-Cuesta BE, Fuentes B, et al. The effect of telestroke systems among neighboring hospitals: more and better? The Madrid Telestroke Project. *J Neurol* 2014;261:1768–73.
- [39] Carmen Jiménez M, Tur S, Legarda I, Vives B, Gorospe A, José Torres M, et al. The application of telemedicine for stroke in the Balearic Islands: the Balearic Telestroke project. *Rev Neurol* 2012;54:31–40.
- [40] Marta Moreno J, Bestué Cardiel M, Giménez Muñoz A, Palacín Larroy M. Grupo de Seguimiento y Mejora del Programa de Atención al Ictus en Aragón (PAIA). Stroke care programme in Aragón (PAIA): strategy and outcomes for the period 2009–2014. *Neurologia* 2018;33:301–12.
- [41] López-Cancio E, Ribó M, Cardona P, Serena J, Purroy F, Palomeras E, et al. Telestroke in Catalonia: increasing thrombolysis rate and avoiding interhospital transfers. *Cerebrovasc Dis* 2018;46:66–71.
- [42] Rodríguez-Castro E, Vázquez-Lima MJ, Rodríguez-Yáñez M, Verde L, Castillo J. Stroke care in Galicia: telemedicine in the early, multidisciplinary treatment of all acute stroke cases. *Emergencias* 2018;30:54–61.
- [43] Palomino A, Fernandez A, Romero I, Garcia JL, Vigil E, Jimenez MD. Starting bring the hospital to patients: accessibility and outcomes of therapy in acute ischemic stroke in southern Spain by telestroke. *Int J Stroke* 2016;11:NP55–7.
- [44] Corley J. Telestroke: India's solution to a public health-care crisis. *Lancet Neurol* 2018;17:115–6.
- [45] Baratloo A, Rahimpour L, Abushouk AI, Safari S, Lee CW, Abdalvand A. Effects of Telestroke on Thrombolysis Times and Outcomes: A Meta-analysis. *Prehosp Emerg Care* 2018;22:472–84.
- [46] Agarwal S, Day DJ, Sibson L, et al. Thrombolysis Delivery by a Regional Telestroke Network—Experience From the UK National Health Service. *J Am Heart Assoc* 2014;3:e000408.
- [47] Al Kasab S, Orabi MY, Harvey JB, Turner N, Aysse P, Debenham E, Holmstedt CA. Rate of Symptomatic Intracerebral Hemorrhage Related to Intravenous tPA Administered Over Telestroke Within 4.5-Hour Window. *Telemed J E Health* 2018. <http://dx.doi.org/10.1089/tmj.2017.0248> [Epub ahead of print].
- [48] Hill E, Whitehead M, MacInnes B, Ellis G, Talbot A, Brodie F, et al. The first 100 thrombolysis cases in a novel Scottish mesh telestroke system. *Scott Med J* 2013;58:213–6.
- [49] Bladin CF, Molocziej N, Ermel S, Bagot KL, Kilkenny M, Vu M, Cadilhac DA. VST program investigators. Victorian Stroke Telemedicine Project: implementation of a new model of translational stroke care for Australia. *Intern Med J* 2015;45:951–6.
- [50] Amorim E, Shih MM, Koehler SA, Massaro LL, Zaidi SF, Jumaa MA, et al. Impact of telemedicine implementation in thrombolytic use for acute ischemic stroke: the University of Pittsburgh Medical Center telestroke network experience. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2013;22:527–31.
- [51] Schnitzler A, Erbault M, Solomiac A, Sainte-Croix D, Fouchard A, May-Michelangeli L, et al. Impact du plan AVC sur la prise en charge des accidents vasculaires cérébraux ischémiques constitués : évolution 2011–2016 des indicateurs d'évaluation de la Haute Autorité de santé. *Bull Epidemiol Hebd* 2018;5:78–84.
- [52] Demaerschalk BM, Berg J, Chong BW, et al. American Telemedicine Association: Telestroke Guidelines. *Telemed J e-Health* 2017;23:376–89.
- [53] Wechsler LR, Demaerschalk BM, Schwamm LH, Adeoye OM, Audebert HJ, Fanale CV, et al. Telemedicine Quality and Outcomes in Stroke: A Scientific Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2017;48:e3–25.

- [54] Bagot K, et al. Monitoring telemedicine programs across the globe: the development of an international telestroke minimum data set. *Eur Stroke J* 2017;2:S238.
- [55] Agence nationale d'appui à la performance des établissements de santé et médico-sociaux. La télémedecine en action : prise en charge de l'AVC – Support d'aide au déploiement régional; 2014, <http://www.anap.fr/ressources/publications/detail/actualites/la-telemedecine-en-action-prise-en-charge-de-l-avc-support-daide-au-deploiement-regional/> [Accessed on 1 September 2018].
- [56] Establishment of an internationally agreed minimum data set for acute telestroke. *Telemed Telecare J* 2020;14. <http://dx.doi.org/10.1177/1357633X19899262> [Epub ahead of print].
- [57] Bouamra B, Couralet M, Erbault M, Chakroun K, Medeiros de Bustos E, Delmotte L, Moulin T. Le déploiement du TéléAVC en France : un point d'audimat proposé selon les critères HAS. *Eur Res Telemed* 2016;6:34.
- [58] Béjot Y, Daubail B, Jacquin A, Durier J, Osseby GV, Rouaud O, Giroud M. Trends in the incidence of ischaemic stroke in young adults between 1985 and 2011: the Dijon Stroke Registry. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2014;85:509–13.
- [59] Ohannessian R, Moulin T. État des lieux du télé-AVC en France en 2016. Thèse d'exercice en médecine. Université Lyon 1; 2017.
- [60] Bozio A, Romanello L. Évaluation des politiques publiques : le bilan contrasté du quinquennat. *Les notes de l'IPP*, 25. 2017;p. 1–4.
- [61] Cipriano M, Alla F, Benamouzig D, Spaak M. An overview on health services research in France between 2010 and 2015. *Eur J Public Health* 2017;27:ckx187.337.
- [62] Haute Autorité de santé. Organisation de la prise en charge précoce de l'accident vasculaire cérébral ischémique aigu par thrombectomie mécanique; 2018, [https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-07/texte\\_court\\_thrombectomie\\_vd.pdf](https://www.has-sante.fr/portail/upload/docs/application/pdf/2018-07/texte_court_thrombectomie_vd.pdf) [Accessed on 1 September 2018].
- [63] Barral M, Boudour S, Viprey M, Giroudon C, Aulagner G, Schott AM, et al. Stent retriever thrombectomy for acute ischemic stroke: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials, including THRACE. *Rev Neurol (Paris)* 2018;174:319–26.
- [64] Walter S, Grunwald IQ, Helwig SA, Ragoschke-Schumm A, Kettner M, Fousse M. Mobile Stroke Units - Cost-Effective or Just an Expensive Hype? *Curr Atheroscler Rep* 2018;20:49.
- [65] Tsivgoulis G, Geisler F, Katsanos AH, Körv J, Kunz A, Mikulik R, et al. Ultraearly Intravenous Thrombolysis for Acute Ischemic Stroke in Mobile Stroke Unit and Hospital Settings: A Comparative Analysis. *Stroke* 2018 [pii: STROKEAHA.118.021536].
- [66] Walter S, Ragoschke-Schumm A, Lesmeister M, Helwig SA, Kettner M, Grunwald IQ, Fassbender K. Mobile stroke unit use for prehospital stroke treatment-an update. *Radiologe* 2018. <http://dx.doi.org/10.1007/s00117-018-0408-2> [Epub ahead of print].

with improved neurological outcome and should be considered in elderly patients without gender consideration.

doi:[10.1016/j.jns.2019.10.388](https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.10.388)

## WCN19-2194

Journal of the Neurological Sciences 405S (2019) 104051

### Free papers 20 - Miscellaneous 1

#### Teleneurology from 2014 to 2019 in France: Results from a national mandatory hospital survey conducted by the Ministry of Health

R. Ohannessian<sup>a</sup>, S. Deltour<sup>b</sup>, E. Medeiros de Bustos<sup>c</sup>, T. Moulin<sup>c</sup>  
<sup>a</sup>Université de Bourgogne-Franche-Comté, EA 481 Laboratoire de Neurosciences Intégratives et Cliniques, Besançon, France  
<sup>b</sup>APHP, Urgences Cerebro-Vasculaires Sorbonne University, Pitié-Salpêtrière Hospital, Paris, France  
<sup>c</sup>CHRU Besançon, Department of Neurology, Besançon, France

#### Introduction

Telemedicine is a remote medical practice and was legally defined in France in 2009. The first national teleneurology survey was conducted online, in 2019, by neurologists across France. The objective of this study was to describe teleneurology activity in France using an administrative database from the Ministry of Health (MOH).

#### Method

Data was collected from the yearly health care facility (HCF) open access online database in the mandatory yearly hospital declarative survey (SAE). The survey, which first started in 1995, included indicators on telemedicine and teleneurology since 2013. Due to methodological changes in 2014, only results from 2014 onwards were used. The number of HCF declaring teleneurology activities as 'requesting telemedicine' (patient site) or 'being requested for telemedicine' (distant site), by status of HCF, in public or private, was collected.

#### Results

No data was available for 2018 and 2019. In total, 155 HCF declared teleneurology activities in 2014 (distant site=122, patient site=56) and 236 HCF in 2017 (distant site=180, patient site=90), representing a 65.7% increase in 4 years. The number of HCF on both requesting and requested telemedicine situation was 23 in 2014 and 34 in 2017. The percentage of public HCF varied between 90.4% and 94.4% among the distant site, and between 87.7% and 91.7% among patient site.

#### Conclusion

Teleneurology in HCF increased in France from 2014 to 2017 as declared in the SAE and was mainly performed by public hospitals. This study was the first to be conducted on teleneurology at a national scale from an open database.

doi:[10.1016/j.jns.2019.10.389](https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.10.389)

## WCN19-2004

Journal of the Neurological Sciences 405S (2019) 104052

### Free papers 20 - Miscellaneous 1

#### Patients with fibromyalgia display two different clinical profiles based on their GABAergic EEG markers: Preliminary results

C. Mancini<sup>a</sup>, C. Wicht<sup>b</sup>, M. Mouthon<sup>a</sup>, S. Goetz<sup>c</sup>, J. Chabwine<sup>d</sup>  
<sup>a</sup>Fribourg University, Neuroscience and Movement Science, Fribourg, Switzerland  
<sup>b</sup>Fribourg University and Hospital, Neuroscience and Movement Science-Neurology, Fribourg, Switzerland  
<sup>c</sup>Fribourg Hospital, Rehabilitation, Chemin du Village- 24, 3280 Meyriez, Switzerland  
<sup>d</sup>Fribourg University and Hospital, Neuroscience and Movement Science-Rehabilitation, Fribourg, Switzerland

Mechanisms underlying chronic pain in fibromyalgia are still unknown and most treatments remain unsuccessful. A neurotransmission-based approach could contribute to further understand this disease and better tailor therapeutic strategies. Previous data showed decreased GABAergic electroencephalographic (EEG) markers correlated chronic neuropathic pain intensity.

This study measured  $\beta$  global spectral power (GPS) as a GABAergic marker, using a 20-minute high-density (64 electrodes, BIOSEMI) resting-state EEG recording, in addition to pain intensity and components (Visual Analog Scale (VAS)/10, emotional and sensory items of the MacGill Pain Questionnaire Short-Form (MPQe and MPQs)/10), and mood disturbance (anxiety and depression scores of the Hospital Anxiety and Depression (HAD) scale (HADa and HADd)) in 7 fibromyalgia patients (FibroP, ~60 y, females). Data analysis was performed using MATLAB and SPSS (mean(SD)).

Two distinct groups emerged from EEG data: G1, similar to previous data (n=3), displayed two  $\beta$  peaks (16 Hz, -2.6 (4) dB and 25 Hz, -5.8(1.1) dB) whereas G2 (n=4) showed one unique peak (20 Hz, -4.7(4.1) dB). Pain and mood scores tend to be worse in G2 than in G1: higher VAS (7.1(0.9) vs 2.8(2.5)), MPQe (6 (2.8) vs 1.5(0.4)) and MPQs (6.6(0.9) vs 2.9(0.4)); pathological HADd (11.8(2.8) vs 5 (5)) and HADa (8.5(3) vs 5 (5)), higher neuropathic component (DN4=8(0) vs 3(1)).

Overall, G2 FibroP display more pathological clinical conditions than G1 coinciding with more remarkable (so far qualitative) changes in GABAergic neurotransmission. These preliminary data, if confirmed, suggest GABAergic markers as potential criterion for differentiation between sub-classes of FibroP with potential use for analgesic strategies.

doi:[10.1016/j.jns.2019.10.390](https://doi.org/10.1016/j.jns.2019.10.390)

## WCN19-1522

Journal of the Neurological Sciences 405S (2019) 104053

### Free papers 20 - Miscellaneous 1

#### An evaluation of the treatment and prognosis of patients with idiopathic intracranial hypertension at the national Institute of Neurology and Neurosurgery, Mexico

A. Leyva-Rendón<sup>a</sup>, K.M. Castro Gutiérrez<sup>a</sup>, D.G. Zuñiga<sup>b</sup>  
<sup>a</sup>Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Neurology, Mexico City, Mexico  
<sup>b</sup>Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, Outpatient Clinic, Mexico City, Mexico

Idiopathic intracranial hypertension (IIH) is a neurological disorder more frequently observed in obese women of childbearing age. It is characterized by papilledema, headache, pulse-synchronous tinnitus, transient visual obscurations and visual field loss. In some cases, it may be considerably disabling.

# Telemedicine, Telestroke, and Artificial Intelligence Can Be Coded with the International Classification of Health Interventions

Robin Ohannessian, MD, MPH,<sup>1-4,\*</sup> Nicola Fortune, PhD,<sup>5,\*</sup> Thierry Moulin, MD, PhD,<sup>1-4</sup> and Richard Madden, PhD<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Télémedecine 360, Paris, France.

<sup>2</sup>French Society of Télémedecine, Paris, France.

<sup>3</sup>Department of Neurology, CHU Besançon, Besançon, France.

<sup>4</sup>Laboratory of Neuroscience, University of France Comté, Besançon, France.

<sup>5</sup>National Center for Classification in Health, University of Sydney, Sydney, Australia.

\*These authors contributed equally to this study.

In 2016–2017, an international collaboration between the National Centre for Classification in Health in Australia and several academic teams from France conducted a review of the International Classification of Health Interventions (ICHI) Alpha 2016 version concerning the coding of acute stroke care including telestroke. Telestroke is the provision of acute stroke care through telemedicine. The study found that it was possible to use ICHI to code interventions involved in the acute stroke care process, but highlighted the lack of appropriate coding for telestroke.<sup>1</sup> It was suggested to add telemedicine to the next version of ICHI.

Different propositions were made to cover this gap and discussed during the Family Development Committee (FDC) midyear meeting held in South Africa in June 2017. It was decided during this meeting to include two extension codes

for telehealth. A third extension code was also added later. An extension code in ICHI is used to describe additional information about an intervention and may be used with any ICHI intervention code to which it is applicable.

The beta version of ICHI was released in October 2017, containing >7,000 codes, followed by a Beta-2 in 2018.<sup>2,3</sup> For the first time, ICHI included dedicated codes for telehealth (including telemedicine). The extension codes defined were XH01, XH02, and XH03. The code XH01 can be used for an intervention “...performed with advice or assistance provided from a distant location” and “should be recorded at the health care facility where the individual receiving the intervention is located.” The code XH02 can be used for an intervention provided to a person or people in a distant location, and “...should be recorded at the health care facility where the provider is located.” The ICHI guidelines state that:

Where an intervention is provided to a recipient(s) in a distant location, and there is a health care provider co-located with the recipient(s) who is also involved in provision of the intervention, the intervention may be recorded at both locations (e.g., two different hospitals). In such a case extension code XH02 must be used at the location that is distant from the recipient. This provides a mechanism to prevent double counting of the intervention when information across locations is aggregated.

**Table 1. Coding Telestroke with Extension Codes, International Classification of Health Interventions Beta-2 Version 2019**

INTERVENTION	ACTOR	CODE
Neurological assessment with remote support	Emergency doctor with support of remote neurologist	AZZ.AA.ZZ & XH01
	Remote neurologist supporting emergency doctor	AZZ.AA.ZZ & XH02
Radiological examinations performed and analyzed with remote support	Radiographer with support of remote radiologist	AAA.BA.BD (or other ICHI brain imaging code) & XH01
	Remote radiologist supporting radiographer	AAA.BA.BD (or other ICHI brain imaging code) & XH02
Thrombolysis	Emergency doctor with support of remote neurologist	IAA.DB.AF & XH01
	Remote neurologist supporting emergency doctor from stroke center	IAA.DB.AF & XH02

ICHI, International Classification of Health Interventions.



## LETTER TO THE EDITOR

The code XH03 is to be used for “Interventions delivered via technology, without direct involvement of a human provider,” and could include telehealth interventions relying only on artificial intelligence such as automated diabetic retinopathy screening.

Telestroke interventions can thus be coded with ICHI Beta-2 version 2018 telehealth extension codes. As given in *Table 1*, the neurological assessment can be conducted by the emergency doctor with the support of a remote neurologist (code XH01 by emergency doctor, and XH02 by remote neurologist), or only by the remote neurologist (code AZZ.AA.ZZ and XH02). The radiological examination (in this example CT with intravenous contrast), conducted by the radiographer with support from a remote radiologist, should be coded AAA.BA.BD and XH01 by the radiographer and AAA.BA.BD and XH02 by the radiologist. The thrombolysis performed by the emergency doctor with support from a remote neurologist should be coded IAA.DB.AF and XH01 by the emergency doctor and IAA.DB.AF and XH02 by the remote neurologist.

Enhancing ICHI by adding extension codes for telehealth interventions is a step forward to better describe the reality of health care today and tomorrow across the world.

## REFERENCES

1. Ohannessian R, Fortune N, Rodrigues JM, Moulin T, Derex L, Madden R, Schott AM. Coding acute stroke care and telestroke with the International Classification of Health Interventions (ICHI). *Int J Med Inform* 2017;108: 9–12.
2. World Health Organization. International Classification of Health Interventions The new interventions classification for every health system now available for comment. October 2017. Available at <http://sydney.edu.au/health-sciences/ncch/docs/ICHI-brochure2017.pdf> (last accessed March 15, 2019).
3. International Classification of Health Interventions Beta 2019. Available at <https://mitel.dimi.uniud.it/ichi/docs/#guidelines> (last accessed March 15, 2019).

Address correspondence to:  
*Robin Ohannessian, MD, MPH*  
*TLM360—Télémédecine 360*  
*55 Avenue Marceau*  
*Paris 75116*  
*France*

*E-mail:* robin.ohannessian@gmail.com

*Received:* March 31, 2019

*Accepted:* May 8, 2019

*Online Publication Date:* July 17, 2019

# Establishment of an internationally agreed minimum data set for acute telestroke

*Journal of Telemedicine and Telecare*

0(0) 1–8

© The Author(s) 2020

Article reuse guidelines:

sagepub.com/journals-permissions

DOI: 10.1177/1357633X19899262

journals.sagepub.com/home/jtt



Dominique A Cadilhac<sup>1,2</sup> , Kathleen L Bagot<sup>1,2</sup> ,  
Bart M Demaerschalk<sup>3</sup>, Gordian Hubert<sup>4</sup>, Lee Schwamm<sup>5</sup>,  
Caroline L Watkins<sup>6</sup>, Catherine Elizabeth Lightbody<sup>6</sup>,  
Joosup Kim<sup>1,2</sup>, Michelle Vu<sup>7</sup>, Nancy Pompeani<sup>1</sup> ,  
Jeffrey Switzer<sup>8</sup>, Juanita Caudill<sup>8</sup>, Juan Estrada<sup>5</sup>,  
Anand Viswanathan<sup>5</sup>, Nikolai Hubert<sup>4</sup>,  
Robin Ohannessian<sup>9,10</sup> , David Hargroves<sup>11</sup>,  
Nicholas Roberts<sup>12</sup>, Timothy Ingall<sup>13</sup>, David C Hess<sup>8</sup>,  
Annemarei Ranta<sup>14</sup> , Vasantha Padma<sup>15</sup> and  
Christopher F Bladin<sup>1,16,17</sup>

## Abstract

**Introduction:** Globally, the use of telestroke programmes for acute care is expanding. Currently, a standardised set of variables for enabling reliable international comparisons of telestroke programmes does not exist. The aim of the study was to establish a consensus-based, minimum dataset for acute telestroke to enable the reliable comparison of programmes, clinical management and patient outcomes.

**Methods:** An initial scoping review of variables was conducted, supplemented by reaching out to colleagues leading some of these programmes in different countries. An international expert panel of clinicians, researchers and managers ( $n = 20$ ) from the Australasia Pacific region, USA, UK and Europe was convened. A modified-Delphi technique was used to achieve consensus via online questionnaires, teleconferences and email.

**Results:** Overall, 533 variables were initially identified and harmonised into 159 variables for the expert panel to review. The final dataset included 110 variables covering three themes (service configuration, consultations, patient information) and 12 categories: (1) details about telestroke network/programme ( $n = 12$ ), (2) details about initiating hospital ( $n = 10$ ), (3) telestroke consultation ( $n = 17$ ), (4) patient characteristics ( $n = 7$ ), (5) presentation to hospital ( $n = 5$ ), (6) general clinical care within first 24 hours ( $n = 10$ ), (7) thrombolysis treatment ( $n = 10$ ), (8) endovascular treatment ( $n = 13$ ), (9) neurosurgery treatment ( $n = 8$ ), (10) processes of care beyond 24 hours ( $n = 7$ ), (11) discharge information ( $n = 5$ ), (12) post-discharge and follow-up data ( $n = 6$ ).

<sup>1</sup>Public Health Group, Stroke Division, Florey Institute of Neuroscience and Mental Health, the University of Melbourne, Australia

<sup>2</sup>Stroke and Ageing Research, Department of Medicine, School of Clinical Sciences at Monash Health, Monash University, Australia

<sup>3</sup>Department of Neurology and Center for Connected Care, Mayo Clinic College of Medicine and Science, USA

<sup>4</sup>TEMPIS Telemedical Stroke Center, Department of Neurology, München Klinik Harlaching, Germany

<sup>5</sup>Partners Telestroke Program, Department of Neurology, Massachusetts General Hospital, Harvard Medical School, USA.

<sup>6</sup>Faculty of Health and Wellbeing, University of Central Lancashire, UK

<sup>7</sup>Clinical Services, Epworth HealthCare, Richmond, Australia

<sup>8</sup>Department of Neurology, Medical College of Georgia at Augusta University, USA

<sup>9</sup>Laboratoire de Neurosciences Intégratives et Cliniques, Université de Franche-Comté, France

<sup>10</sup>Télé médecine 360, TLM360, Paris, France

<sup>11</sup>East Kent Hospital University NHS Foundation Trust, UK

<sup>12</sup>Department of Medicine for Older People, Royal Blackburn Hospital, East Lancashire Hospitals NHS Trust, UK

<sup>13</sup>Department of Neurology, Mayo Clinic College of Medicine and Science, USA

<sup>14</sup>Department of Medicine, University of Otago Wellington, New Zealand

<sup>15</sup>Department of Neurology, AIIMS, India

<sup>16</sup>Ambulance Victoria, Melbourne, Australia

<sup>17</sup>Eastern Health Clinical School, Melbourne, Australia

## Corresponding author:

Dominique Cadilhac, Translational Public Health & Evaluation Division, Stroke and Ageing Research, School of Clinical Sciences at Monash Health, Monash University, Level 3 Hudson Institute Building, 27–31 Wright Street, Clayton VIC 3168, Australia.

Email: dominique.cadilhac@monash.edu

**Discussion:** The acute telestroke minimum dataset provides a recommended set of variables to systematically evaluate acute telestroke programmes in different countries. Adoption is recommended for new and existing services.

### Keywords

Stroke, telemedicine, telestroke, minimum data set, clinical care processes, patient outcomes

Date received: 21 October 2019; Date accepted: 14 December 2019

## Introduction

Around the world, ensuring there is equitable access to best practice acute stroke care is a major challenge.<sup>1,2</sup> Innovative models of care are being designed that exploit technology to maximise the opportunities to treat patients.<sup>3</sup> Telemedicine is an example of how clinical care can be facilitated and improved using technology by distributing stroke expertise more effectively, through using video consultation to support the examination of patients in locations removed from specialist care.<sup>4,5</sup> With telestroke, patients experiencing symptoms have access to a stroke medical expert for clinical assessment, confirmation of diagnosis and establishment of a management plan.<sup>6</sup>

Various models of telestroke are used in different regions and countries. Telestroke programmes most commonly exist as either a distributed or a hub-and-spoke model.<sup>6</sup> However, currently there is no systematic way to compare the effectiveness of these different models. Establishing performance measures for telestroke provides the evidence necessary to refine or potentially expand such programmes, and supports continuous quality improvement activities.<sup>6</sup> Further, it has been recommended by the American Heart Association/Stroke Association that every telestroke network hospital should participate in the collection of data for monitoring the quality of stroke care.<sup>6</sup> Much duplication can occur in establishing performance measures for new programmes such as telestroke, and variation in measurement may consequently limit the ability to compare services. To enable reliable comparisons of major service features, clinical processes and patient outcomes, standardised data collection for telestroke performance should be undertaken. Our aim was to establish an international expert consensus minimum dataset for acute telestroke (Telestroke Minimum Dataset; TS-MDS).

## Methods

The project was led by author Cadilhac and coordinated by the research team based at the Florey Institute of

Neuroscience and Mental Health (Australia). Following initial meetings between leaders of telestroke programmes in Australia, Germany, the USA and UK, it was agreed to progress the initiative of a minimum dataset for acute telestroke. We used an iterative process with multiple project phases to identify (phase 1), review (phase 2) and finalise (phase 3) the variables for the agreed minimum dataset. The methods for each phase are outlined in the following sections, with a detailed description available in the Supplemental file, Detailed Methodology.

### *Phase 1: Identification of potential variables*

Information about telestroke programmes was identified from systematic searches of academic and grey (e.g. government health department reports) literature. Data collection tools and data dictionaries were sourced directly from established telemedicine networks in Australia (Victorian Stroke Telemedicine programme),<sup>7,8</sup> Germany (TEMPIS),<sup>9</sup> USA (REACH and STROKE DOC)<sup>10,11</sup> and the UK (ASTUTE).<sup>12</sup> Variables required for the evaluation of telestroke programmes were identified and summarised into three major themes: Service configuration, Consultations and Patient information.

### *Phase 2: Review of variable options via modified Delphi technique*

Our modified Delphi technique involved forming an expert panel, by inviting established telestroke colleagues with publications in the field and other known or suggested telestroke clinicians, researchers and/or managers. Two rounds of online surveys, with iterative teleconferences and document circulation via email to review and discuss the interim and final results were undertaken. The basic principles for choosing the TS-MDS variables was to select those that would be critical to evaluating a telestroke programme and be meaningful as a collective set.



### Phase 3: Finalise variables and propose suggested response options

Once the final TS-MDS variables had been identified from phase 2, the collaborators established consensus on wording and variable response options for each variable. This process was guided by use of established data dictionaries for the evaluation of stroke interventions from Australia and the USA. The finalised variables have been compiled as part of this publication.

### Data management and analysis

The inclusion criteria or level of concordance was determined by calculating the content validity index (CVI) for each item using the following formula:

$$CVI = \frac{\left\{ \begin{array}{l} \text{Number of responses at 4 or} \\ \text{5 achieved for the item} \times 100 \end{array} \right\}}{\text{Total number of responses for the item}}$$

Items with an agreement level of less than 50% were identified for exclusion, between 50% and 79% required additional review, and 80% or more were accepted.<sup>13,14</sup>

## Results

### Phase 1: Compilation of variable options for the minimum dataset

There were 533 potential variables identified across all sources. Same or similar variables were harmonised, with a final set of 159 variables initially covering 11 categories across the three major themes. Following the second phase, there were 12 final categories with the inclusion of neurosurgical treatment (detailed below) in the TS-MDS.

### Phase 2: Review of variable options

**Delphi expert panel.** There were 23 (14 male, nine female) invited experts and 20 actively contributed to the panel, with a median 7 years (IQR = 4.75) telemedicine experience. Panel members' primary roles were 11 clinicians, seven researchers and two management roles, with nine panel members reporting multiple roles. Panel members were from Australasia ( $n=6$ ), USA ( $n=7$ ), the UK and Europe ( $n=7$ ).

**Assessment of concordance.** Results from across the three rounds of review and feedback completed in phase 2 are summarised in Table 1, with final results presented in Table 2. From the first survey, 38% of the reviewed variables ( $n=61$ ) received over 80% concordance, with

28% ( $n=45$ ) excluded and 33% ( $n=53$ ) requiring further review. Approximately half of these items ( $n=30$ , 56%) were then accepted after the second survey, 4% ( $n=2$ ) excluded and 40% ( $n=21$ ) required further discussion (completed during the teleconference). The expert panel deliberated on variables requiring further review and 86% of these were excluded. However, 14 new variables were proposed and agreed to be added including 'Review of CT completed by telestroke consultant', 'NIHSS score calculated by telestroke consultant', 'Real-time audio-visual communication used between hospital and telestroke consultant' and 'Was other neurosurgical treatment recommended?'

Overall, the final variables were grouped in three themes with 12 categories overall, including: telestroke network/programme and details for the initiating/spoke hospital; telestroke consultations; and then patient data on patient characteristics, presentation to hospital, general clinical care within the first 24 hours, thrombolysis treatment, endovascular treatment, neurosurgery treatment, processes of care beyond the first 24 hours, discharge information and post-discharge and follow-up data.

### Phase 3: Final item wording and response options

The complete TS-MDS variables and suggested response options are provided in the Supplemental file, Data Dictionary. There were 110 variables retained for the minimum dataset covering the telestroke programme, the telestroke consultation and the patient's clinical information.

1. Telestroke Programme/Network ( $n=12$ ) and Spoke Hospital items ( $n=10$ ), which provide contextual information about the service (Supplemental file, Data Dictionary, Section 1).
2. Telestroke Consultation patient items ( $n=17$ ), which provide information specific to each patient's consultation (Supplemental file, Data Dictionary, Section 2).
3. Patient Data items ( $n=71$ ), which provides clinical information specific to each patient's presentation, their clinical care and outcomes (Supplemental file, Data Dictionary, Section 3).

## Discussion

We have developed a minimum dataset for telestroke (TS-MDS) that provides a consensus-based summary of variables that can be used to monitor and evaluate acute telestroke services in different countries. The final set of variables enables comparisons of consultations, clinical care processes and patient outcomes for new or existing services. Overall, we discarded ~40% of the

**Table 1.** Results from the three rounds of review within phase 2, by minimum dataset category and total.

Category	Initial number of variables	Survey 1			Survey 2			Teleconferences and review <sup>a</sup>		Final number of variables <sup>c</sup>
		<50%	50–79%	>80%	<50%	50–79%	>80%	Accepted	Excluded	
<i>Service configuration</i>										
Details of telestroke network/programmes	8	0	5	3	0	2	3	2 + 1 new + 1 split	0	12
Details about initiating hospital	6	0	1	5	0	1	0	1 + 4 new	0	10
Telestroke consultation	14	1	2	11	0	2	0	3 new	2	17
<i>Patient information</i>										
Characteristics	15	7	6	2	0	1	5	0	1	7
Presentation to hospital	26	9	9	8	0	4	5	0	4	5
<i>Hyperacute care</i>										
Thrombolysis treatment	12	3	3	6	1	1	1	0	1	10
Endovascular treatment	12	0	1	11	0	0	1	0	0	13
Neurosurgery treatment <sup>b</sup>	–	–	–	–	–	–	–	7 new	0	8
General clinical care within first 24 hours	25	7	9	9	1	5	3	0	5	10
Processes of care beyond first 24 hours	18	8	8	2	0	3	5	0	3	7
Discharge information	11	5	2	4	0	1	1	0	1	5
Post-discharge and follow-up data	12	5	7	0	0	1	6	0	1	6
Total	159	45 (28%)	53 (33%)	61 (38%)	2 (4%)	21 (40%)	30 (56%)	3 (14%) + 16 new/split	18 (86%)	110 Total

New indicates variable was not part of initial pool identified and added during review process. Split indicates variable that was split into two separate variables.

<sup>a</sup>Final numbers may vary across categories due to items changing categories throughout the consensus process. The final number of variables is the outcome of the full iterative process.

<sup>b</sup>Additional category added during teleconference.

**Table 2.** Categories, final number of variables and example questions for the International Telestroke Minimum Dataset.

Categories	Number of variables	Examples
<i>Service configuration (n=22)</i>		
Details of telestroke network/programmes	12	Hub-and-spoke, distributed, for profit or not
Details of initiating hospital	10	Hours of operation, stroke unit availability
<i>Telestroke consultation (n=17)</i>		
<i>Patient information (n=71)</i>		
Characteristics	7	Age, sex, stroke history
Presentation to hospital	5	Arrived by ambulance, time of arrival
Hyperacute care		
Thrombolysis treatment	10	Thrombolysis recommended, date/time treatment
Endovascular treatment	13	Endovascular treatment recommended
Neurosurgery treatment	8	Type of neurosurgery, date/time treatment
General clinical care within first 24 hours	10	Stroke symptom onset, CT time
Processes of care beyond first 24 hours	7	Follow-up CT, sICH, stroke unit stay
Discharge information	5	Discharge diagnosis, destination
Post-discharge and follow-up	6	Time point, residence, mRS
<b>Total</b>	<b>110</b>	

CT: computed tomography scan; sICH: symptomatic intracerebral haemorrhage; mRS = modified Rankin Scale.

original variables identified following harmonisation and prioritising those considered of utmost importance to collect. The final set of variables was dominated by those used to describe patients and the care they receive (>65%).

We recognise that, depending on the resources available to programmes, it may be impractical to collect all variables within the TS-MDS. Complete patient episode care data may be in multiple locations (e.g. if patient transferred for treatment). Therefore, the time required to collect these data is anticipated to range between 30–40 minutes but will vary considerably. For example, depending on each service's acute and patient follow-up data collection systems in place (e.g. exporting from established administration datasets would reduce time, if teleconsultation part of medical record) and each patient episode (i.e. smaller data collection if not thrombolysed or neurosurgery treatment not undertaken). Recommendations for response options may be more extensive than presented, or the frequency or capacity for collecting outcomes may differ. The majority of items and response options have been collated from established data collection procedures and published programme evaluations; however, reliability of the complete dataset can be examined in future as services across countries begin to use the TS-MDS. Services are encouraged to provide feedback to the first author. Nevertheless, following the guidance we have provided will ensure more reliable mapping of variables across programmes and the ability to pool data from different programmes.

It will be important to consider how different models of providing telestroke influence comparisons

of patient and consultation data. Therefore, each aspect of telestroke programmes (i.e. service configuration, consultations and patient information) remains important to collect. In practical terms, variables pertaining to the Telestroke programme/network and the Initiating (spoke) hospitals (i.e. service configuration) could be collected every 2 years as these are unlikely to change regularly. However, variables related to the telestroke consultation and patient should be collected continuously. Additional variables can be collected as required or as relevant, at the discretion of each programme.

Some services may be specifically interested in one aspect of the telestroke consultations and include additional items in their data collection. There may also be merit in collecting other variables related to telemedicine training and skills. For example, there is a recognised importance of integrating telestroke training into supervised neurovascular fellowships to increase proficiency and enable benchmarking prior to independent practice in telestroke.<sup>15</sup> Information such as when a programme commenced, type of payments or reimbursements, technical support the programme receives, type of equipment/software, and whether a programme was co-designed with patients may also be relevant. However, we consider these aspects to cover very focussed parts of telemedicine services that extend beyond the basic 'usual' clinical practice monitoring of service quality and outcomes.

Although choice in using all or some of these variables may occur, this minimum dataset can be considered a baseline for consideration and reporting. We believe that, as a minimum, the service configuration

variables for each programme should be reported within the first 2–5 years of operation and consultation data that includes sufficient patient information to describe the population and treatments received. The type of video-based activations versus phone or the number of technical incidents that precluded video-based consultation for each patient may also be relevant to collect for monitoring service performance, but these quality assurance metrics have not been recommended here. As an alternative, these aspects are broadly covered in the service configuration reporting. Where possible, 90-day health outcome data should be reported (especially the modified Rankin score). Data linkage may also enable more patient information to be captured without having to duplicate effort and waste resources in collecting information for different purposes.<sup>16</sup> Within Australia, the Victorian Stroke Telemedicine Programme will include regular linkage between the consultation data captured as part of the telestroke programme, and data collected through the Australian Stroke Clinical Registry and Ambulance Victoria systems. This linkage will allow confirmation of treatment received in hospital and 90-day outcomes.<sup>17,18</sup> The dataset may require modification to accommodate pre-hospital telestroke consultations.

Creating a database for the collection of these variables was beyond the scope of this work but details from within the Data Dictionary can be used to form part of future development initiatives. It may also be relevant for stroke quality of care registries, such as the Registry of Stroke Care Quality (RES-Q) developed under the European Stroke Organisation (<https://eso-stroke.org/res-q/>) to incorporate these variables for routine collection. Other practical aspects such as recommendations for agreements to enable sharing data were also beyond the scope of this initial work. However, submission of anonymised data into a Virtual International Stroke Trials Archive<sup>19,20</sup> for telestroke could be a future option. There is growing momentum to ensure everyday clinical practice data are made available for secondary purposes so that we maximise uses and avoid data waste.<sup>16,21</sup> The development of the TS-MDS supports such future endeavours.

### **Strengths and limitations**

We undertook an iterative and inclusive process for receiving feedback. We also searched grey and published literature, as well as obtaining data collection forms from telestroke programmes to ensure our initial list of variables was extensive. Reassuringly, when these variables were harmonised the number of variables was able to be reduced significantly, highlighting that many of the variables were already being collected across programmes.

For the purposes of developing this TS-MDS, the invited experts were deemed to be a representative panel in the field of stroke and telestroke internationally. The Delphi process is not reliant on a large sample size of experts, but one in which consensus and saturation of information can be reached. Panel size recommendations range from 5–10,<sup>22</sup> 10–15<sup>23</sup> and 15–20<sup>24</sup> members, dependent on ensuring representative judgements on the target issue.<sup>25</sup> Our panel was in the upper range, but incorporated clinicians, managers and researchers. The recommended level of concordance also varies in the published literature from 66%,<sup>26</sup> 75%<sup>27</sup> or no less than 78%.<sup>22</sup> We used 80% as the threshold for concordance and to indicate retention of a variable, which was consistent with similar research using panels of experts.<sup>13,14</sup>

Finally, as with many aspects of medicine, advances in stroke care will mean we need to consider regular reviews of the agreed variables. We also recognise that mode of transport may be an important area for future research<sup>28,29</sup> and have included options to collect that data. As experienced during this study, the advent of endovascular thrombectomy<sup>30,31</sup> becoming routine practice, extended time windows for treatment<sup>32</sup> and greater options for neurosurgical intervention meant the addition of extra variables late in the process of phase 2. We believe this final set of variables is sufficiently robust to cover the major contemporary aspects of acute telestroke care operating in developed countries, with future work required to identify relevant variables for under-developed or developing nations.<sup>3</sup>

### **Conclusions**

The consensus-based, acute telestroke minimum dataset presented in this paper provides a recommended set of variables to evaluate acute telestroke programmes in different locations. This information may be useful for new or existing services seeking to monitor their practice or reliably benchmark their quality of care with other telestroke services.

### **Acknowledgements**

We acknowledge the contributions of members of various telestroke programmes in different countries for providing the details of their data collection tools. We also acknowledge the support from members of the Victorian Stroke Telemedicine programme research team based at the Florey Institute of Neuroscience and Mental Health (Australia).

### **Declaration of conflicting interests**

The authors declared the following potential conflicts of interest with respect to the research, authorship, and/or publication of this article: DAC is the current Data Custodian for the Australian Stroke Clinical Registry and is the research lead for

the Victorian Stroke Telemedicine programme. DAC and CFB have previously received funding from Boehringer Ingelheim for the Victorian Stroke Telemedicine programme. KLB, JK, NP, BMD, NH, GH and AV declare no conflicts of interest.

LS reports being the principal investigator of an investigator-initiated study of extended-window intravenous thrombolysis funded by the National Institutes of Neurological Disorders and Stroke (clinicaltrials.gov/show/NCT01282242) for which Genentech provided alteplase free of charge to Massachusetts General Hospital as well as supplemental per-patient payments to participating sites and serving on the steering committee for TIMELESS; serving as chair of the American Heart Association/American Stroke Association Get With The Guidelines (AHA/ASA GWTG) stroke clinical work group and hospital accreditation Science Committee and Quality Oversight Committees, co-chair of Mission-Lifeline: Stroke; serving as a stroke systems consultant to the Massachusetts Department of Public Health; and serving as a scientific consultant to LifeImage (a privately held teleradiology company) regarding user interface design and usability, and regarding trial design and conduct to Lundbeck (international steering committee, Efficacy and Safety Study of Desmoteplase to Treat Acute Ischemic Stroke, DIAS 3 and DIAS 4 trials), Penumbra (data and safety monitoring committee, Separator 3D and MIND trials) and Medtronic (Victory Atrial Fibrillation (AF) and Stroke AF trials). He has organised or lectured in medical education courses for Medscape, Boehringer Ingelheim and Medtronic.

DH received an unrestricted UK National Health Services Innervation grant to investigate telestroke use in ambulances and has received an honorarium from Medtronic and Boehringer Ingelheim to speak on the organisation of stroke services.


Supplemental files can be accessed online: #1 Detailed Methods, #2 Data Dictionary.


Other research materials can be accessed on request.


## Funding


The authors disclosed receipt of the following financial support for the research, authorship, and/or publication of this article: This project was supported as an initiative of the Public Health group within the Stroke Division of the Florey Institute of Neuroscience and Mental Health (Australia). DAC was supported by a National Health and Medical Research Council Research Fellowship (1154273).


## ORCID iDs

Dominique A Cadilhac  <https://orcid.org/0000-0001-8162-682X>

Kathleen L Bagot  <https://orcid.org/0000-0003-2895-4327>

Nancy Pompeani  <https://orcid.org/0000-0003-3397-0161>

Robin Ohannessian  <https://orcid.org/0000-0003-1999-7683>

Annemarei Ranta  <https://orcid.org/0000-0002-3223-3330>

## Supplemental material

Supplementary material for this article is available online.

## References

- Lindsay P, Furie KL, Davis SM, et al. World stroke organization global stroke services guidelines and action plan. *Int J Stroke* 2014; 9 Suppl A100: 4–13.
- Hachinski V, Donnan GA, Gorelick PB, et al. Stroke: Working toward a prioritized world agenda. *Stroke* 2010; 41: 1084–1099.
- Dorsey ER, Glidden AM, Holloway MR, et al. Teleneurology and mobile technologies: The future of neurological care. *Nat Rev Neurol* 2018; 14: 285–297.
- Bladin CF and Cadilhac DA. Effect of telestroke on emergent stroke care and stroke outcomes. *Stroke* 2014; 45: 1876–1880.
- Akbik F, Hirsch JA, Chandra RV, et al. Telestroke - the promise and the challenge. Part one: Growth and current practice. *J Neurointerv Surg* 2016; 9(4): 357–360.
- Wechsler LR, Demaerschalk BM, Schwamm LH, et al. Telemedicine quality and outcomes in stroke: a scientific statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2017; 48: e3–e25.
- Bladin CF, Moloczij N, Ermel S, et al. Victorian Stroke Telemedicine Project: Implementation of a new model of translational stroke care for Australia. *Intern Med J* 2015; 45: 951–956.
- Bagot KL, Cadilhac DA, Kim J, et al. Transitioning from a single-site pilot project to a state-wide regional telehealth service: The experience from the Victorian Stroke Telemedicine programme. *J Telemed Telecare* 2017; 23: 850–855.
- Audebert HJ, Schultes K, Tietz V, et al. Long-term effects of specialized stroke care with telemedicine support in community hospitals on behalf of the Telemedical Project for Integrative Stroke Care (TEMPiS). *Stroke* 2009; 40: 902–908.
- Meyer BC, Raman R, Hemmen T, et al. Efficacy of site-independent telemedicine in the STRoKE DOC trial: A randomised, blinded, prospective study. *Lancet Neurol* 2008; 7: 787–795.
- Hess DC, Wang S, Hamilton W, et al. REACH: Clinical feasibility of a rural telestroke network. *Stroke* 2005; 36: 2018–2020.
- Gibson J, Fitzgerald J, Gibson A, et al. Using telemedicine for acute stroke assessment. *Nurs Times* 2013; 109: 14–16.
- Davis LL. Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *App Nurse Res* 1992; 5: 194–197.
- Grant JS and Davis LL. Selection and use of content experts from instrument development. *Res Nurs Health* 1997; 20: 269–274.
- Jagolino-Cole AL, Bozorgui S, Ankrom CM, et al. Benchmarking telestroke proficiency: Page-to-needle time among neurovascular fellows and attendings. *Stroke* 2017; 48: 2618–2620.

16. Ung D, Kim J, Thrift AG, et al. Promising use of big data to increase the efficiency and comprehensiveness of stroke outcomes research. *Stroke* 2019; 50: 1302–1309.
17. Bagot KL, Bladin CF, Vu M, et al. Exploring the benefits of a stroke telemedicine programme: An organisational and societal perspective. *J Telemed Telecare* 2016; 22: 489–494.
18. Cadilhac D, Lannin N, Anderson C, et al. Protocol and pilot data for establishing the Australian Stroke Clinical Registry (AuSCR). *Int J Stroke* 2010; 217–226.
19. Ali M, Bath PM, Curram J, et al. The virtual international stroke trials archive. *Stroke* 2007; 38: 1905–1910.
20. Weimar C, Ali M, Lees KR, et al. The Virtual International Stroke Trials Archive (VISTA): Results and impact on future stroke trials and management of stroke patients. *Int J Stroke* 2010; 5: 103–109.
21. Kilkenny MF, Kim J, Andrew NE, et al. Maximising data value and avoiding data waste: a validation study in stroke research. *Med J Aust* 2019; 210: 27–31.
22. Polit DF and Beck CT. The content validity index: Are you sure you know what's being reported? Critique and recommendations. *Res Nurs Health* 2006; 29: 489–497.
23. Delbecq AL, Van De Ven AH and Gustafson DH. *Group techniques for program planning*. Glenview, IL: Scott, Foresman, and Co., 1975.
24. Ludwig B. Predicting the future: Have you considered using the Delphi methodology? *J Extension* 1997; 35: 1–4.
25. Boukdedid R, Abdoul H, Loustau M, et al. Using and reporting the Delphi method for selecting healthcare quality indicators: A systematic review. *PLoS ONE* 2011; 6: e20476.
26. Salinas J, Sprinkhuizen SM, Ackerson T, et al. An international standard set of patient-centered outcome measures after stroke. *Stroke* 2016; 47: 180–186.
27. Ahmadi M, Alipour J, Mohammadi A, et al. Development a minimum data set of the information management system for burns. *Burns* 2015; 41: 1092–1099.
28. Audebert H, Fassbender K, Hussain MS, et al. The Pre-hospital Stroke Treatment Organization. *Int J Stroke* 2017; 12: 932–940.
29. Almallouhi E, Al Kasab S, Nahhas M, et al. Outcomes of interfacility helicopter transportation in acute stroke care. *Neurol Clin Prac*. Epub ahead of print 17 September 2019. DOI: 10.1212/CPJ.0000000000000737.
30. Goyal M, Demchuk AM, Menon BK, et al. Randomized assessment of rapid endovascular treatment of ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 1019–1030.
31. Campbell BC, Mitchell PJ, Kleinig TJ, et al. Endovascular therapy for ischemic stroke with perfusion-imaging selection. *N Engl J Med* 2015; 372: 1009–1018.
32. Jovin TG, Chamorro A, Cobo E, et al. Thrombectomy within 8 hours after symptom onset in ischemic stroke. *N Engl J Med* 2015; 372: 2296–2306.



ELSEVIER

Available online at  
**ScienceDirect**  
[www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)

Elsevier Masson France  
**EM|consulte**  
[www.em-consulte.com](http://www.em-consulte.com)



## Original article

# Results of a four-year multi-channel regional program for monitoring stroke survivors in Franche-Comté, France

R. Ohannessian<sup>a,b,c,\*</sup>, B. Bouamra<sup>d,e</sup>, K. Chakroun<sup>d,e</sup>, G. Charbonnier<sup>e</sup>,  
 T. Moulin<sup>a,b,d,e</sup>, E. Medeiros de Bustos<sup>a,b,d,e</sup>

<sup>a</sup>EA 481 Laboratoire de Neurosciences Intégratives et Cliniques, Université de Franche-Comté, UBFC, Besançon, France

<sup>b</sup>CIC-1431 Inserm Département de Neurologie, CHU Besançon, Besançon, France

<sup>c</sup>Télémedecine 360, TLM360, Paris, France

<sup>d</sup>RUN-FC, Besançon, France

<sup>e</sup>Département de neurologie, CHU Besançon, Besançon, France

## INFO ARTICLE

## Article history:

Received 11 July 2021

Received in revised form

7 October 2021

Accepted 14 October 2021

Available online xxx

## Keywords:

Stroke

Follow-up

Monitoring

Telehealth

Telecare

## ABSTRACT

**Introduction.** – Clinical monitoring of stroke survivors after hospital discharge was initiated in France in 2012 and funding for its model began in 2016. A regional program in Franche-Comté relying on various assessment methods including telehealth was initiated. The objective of this study was to describe the implementation and quality of the program.

**Methods.** – A retrospective observational study was conducted from 1<sup>st</sup> January 2016 to 31<sup>st</sup> December 2019. Patients were included if they were adults, hospitalized for stroke or transient ischemic attack in one of the six public hospitals in the region and discharged alive. There were five types of monitoring methods: physical consultation, day hospital, nurse-led phone consultation, postal mail or medical record analysis. Characteristics, method of monitoring and discharge delay were described.

**Results.** – In total, 7166 patients were identified; male gender predominated (52.9%); mean age was 72.2 years. Monitoring coverage increased from 89.2% to 92% within the period. Most patients had ischemic stroke (68.5%,  $n = 4912$ ) and were at home at the time of monitoring (71.6%,  $n = 5130$ ). The main method was nurse-led phone consultations (40.8%,  $n = 2921$ ) followed by physical consultation (16%,  $n = 1143$ ). Day hospital monitoring increased (1.5% to 14.4%) while the postal mail method decreased (18.7% to 8.1%). The average delay decreased from 240.3 to 148.6 days. Monitoring period of less than four months was 46.2% in 2019 and 75.3% for thrombolysis. In 2019, 99.3% of patients were being monitored at one year. Mortality decreased from 10% to 6.3%.

**Discussion.** – The program improved over time with an increase in the number of patients and reduction in delays and mortality rate.

© 2021 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.

\* Corresponding author at: EA 481 Laboratoire de Neurosciences Intégratives et Cliniques, Université de Franche-Comté, UBFC, Besançon, France.

E-mail address: [robin.ohannessian@telemedecine-360.com](mailto:robin.ohannessian@telemedecine-360.com) (R. Ohannessian).

<https://doi.org/10.1016/j.neurol.2021.10.007>

0035-3787/© 2021 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.



## 1. Introduction

Clinical monitoring of stroke survivors is recommended to observe a broad range of medical and functional outcomes in post-acute and long-term phases. Current international guidelines do not, however, define appropriate methods [1]. In 2020 due to COVID-19 pandemic-related lockdowns, increased use of telehealth systems for acute stroke care and rehabilitation made it necessary to define adapted methods for stroke survivor monitoring based on the context and the situations of individual patients [2–4].

In France, introduction of post-stroke monitoring into the healthcare system was recommended in 2012 and funding became available from the Ministry of Health starting in 2016 [5]. According to the legislation, all patients discharged alive after an acute stroke or transient ischemic attack (TIA) must have a post-stroke consultation for monitoring purposes, at best six months following discharge and, as a last option, one year after discharge. However, in reality, the capacity of medical resources has limited implementation of these legal requirements [6,7].

A regional program for stroke monitoring was initiated in Franche-Comté, a region of Eastern France, in 2016 as part of the medical activities of the regional stroke network [8–10]. The monitoring program relied on various monitoring assessment methods including the use of telehealth systems. The objective of this study was to evaluate the feasibility of the monitoring program, especially concerning the proportion of patients monitored and the time lapse between discharge and monitoring.

## 2. Methods

### 2.1. Study population

A retrospective real-world observational study was conducted for four years from 1 January 2016 to 31 December 2019. Patients were included if they were adults, hospitalized for acute stroke or TIA (first or second episode) during the study period in one of the six participating clinical centers, discharged alive and residing in the Franche-Comté region (Fig. 1). All participating centers were public hospitals including five local hospitals as spokes (Dole, Pontarlier, Vesoul, Jura Sud, Belfort) and one comprehensive stroke center (CSC) (Besançon University Hospital Center) as the hub [11].

The numbers of patients included were compared to the number of patients for the region meeting the selection criteria retrieved from the national hospital discharge database [12]. Patients were only considered if they were included in the monitoring program with at least one initiated monitoring contact. Monitoring was considered as a failed attempt if contact with the patient could not be managed or information could not be retrieved.

### 2.2. Monitoring protocol

Five types of assessment methods were used to monitor patients:

## RFCAVC Franche-Comte Telestroke Network



Fig. 1 – Regional stroke network in Franche-Comté, France.

- face-to-face physical consultation by a stroke specialist;
- day hospital consultation conducted by a multidisciplinary care team including physicians and nurses;
- telehealth phone consultation conducted by a trained nurse specialized in stroke care;
- contact via postal mail;
- medical record analysis if no other method could be performed.

Face-to-face physical consultations conducted by a stroke specialist and day hospital consultations were scheduled by the hospital administrative team in accordance with physician availability and patient needs based on clinical assessment.

As the available medical capacity was insufficient to monitor all stroke patients in the region via stroke specialist and day hospital consultations, a telehealth phone call was used as a pragmatic approach to achieve minimal follow-up of all patients in the cohort. Since 2016, this type of monitoring had no allocated budget because funding only concerning physical consultations conducted by physicians; human resources available to the regional stroke network and funded by the regional health authority were thus used. Telehealth phone consultations could not be pre-scheduled directly at patient discharge, but the phone number provided by patients during their hospitalization was called. The number of call attempts to be made was not pre-defined at the regional level

and the number of call attempts actually made was not recorded. There was also no record made of call duration nor of the maximum number of call attempts. The guidance was to speak preferably with the patient or, if not possible, with the caregiver, but who replied to the call was not recorded. As well, the patient's pathway after the call was not traced. No attempt was made to call patients with symptoms affecting speech or understanding. It was not possible to send online prescriptions after the call.

For postal mail monitoring, letters were sent to the patient's residential address.

Participating centers were not limited to one type of monitoring protocol and used various methods based on local preferences and capacity. Patients were not asked to indicate their preferred method of follow-up.

### 2.3. Data collection

Participant characteristics were determined at inclusion and included sex, age, diagnosis, type of treatment, location at discharge, and modified Rankin Score (mRS) and NIHSS scores at discharge. The objectives of the monitoring protocol were to record the patient's clinical status, the completeness of complimentary exams, the patient's adherence to treatment, and potential complications. Data collected included mRS, post-discharge clinical check-up findings, and death. Delay between hospital discharge and the monitoring event was given in days and months. Data were analyzed with proportions and means according to the type of data. No statistical comparisons were made. Monitoring assessment methods were described according to the method(s) used, hospital, and time of the monitoring event.

Routine medical data were prospectively collected by the team in charge of patient follow-up using the same software available in all participating centers. Data quality control and management was conducted by the CSC as the regional hub.

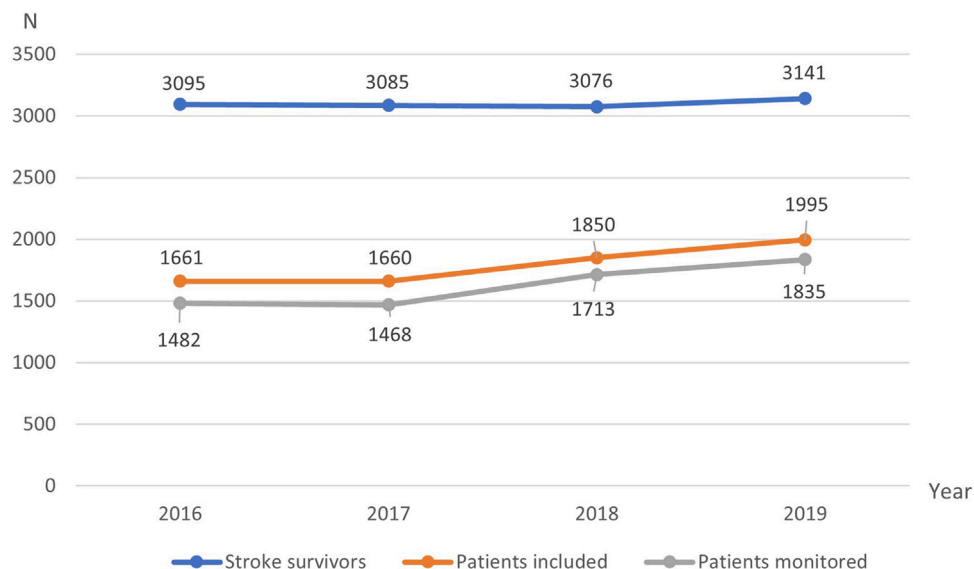
Data were extracted in January 2021 to include all monitoring data of patients discharged in 2019 to enable analysis of one-year post-discharge data for patients discharged through 31 December 2020. As this was an observational study, patient consent was not required according to French regulations.

## 3. Results

### 3.1. Study population

In total, 7166 patients were included in the regional stroke monitoring program. Over the four-year period, there were 1661 participants in 2016 and 1660 participants in 2017, followed by 1850 in 2018 and 1995 participants in the final year in 2019. Base on all post-stroke patients in the region discharged from hospital alive, the proportion of patients including in the present analysis increased from 53.7% at the beginning of the study period in 2016 to 63.5% in 2019. Among the participants included, the proportion of successful monitoring increased from 89.2% to 92% (Fig. 2). The number of patients increased 20.1% from the first to the last year of the program.

The CSC received the highest volume of patients ( $n = 2452$ , 34.2%) whereas the Dole hospital had the lowest number ( $n = 105$ , 1.5%). The Dole hospital had the greatest increase of patients (by 15.3) and Pontarlier hospital had the greatest decrease (divided by 13.3). Male gender predominated (52.9%) and the mean age was 72.2 years old. Most patients had an ischemic stroke (68.5%,  $n = 4912$ ), followed by TIA (22.7%,  $n = 1625$ ), hemorrhagic stroke (8.2%,  $n = 591$ ) and cerebral venous sinus thrombosis (CSVT) (0.5%,  $n = 38$ ). Patients were mostly discharged to their residential home (66.9%,  $n = 4795$ ) following by rehabilitation care centers (24.2%,  $n = 1737$ ). mRS and NIHSS were available for 78.6% and 77% of participants, respectively. mRS was 0–1 for 59% of patients (with no variations over time) and NIHSS was 0–4 for 64.5% (Table 1).



**Fig. 2 – Number of patients included and monitored in the Franche-Comté regional stroke monitoring program compared to stroke survivors from 2006 to 2019 in France.**

**Table 1 – Patients' characteristics from the regional stroke survivors monitoring program in Franche-Comté, France from 2016 to 2019.**

	n	%
Age (mean, in years)	72.2	
Sex (male)	3793	52.9
Diagnosis		
Ischemic	4912	68.5
TIA	1625	22.7
Hemorrhagic	591	8.2
CSVT	38	0.5
Discharge		
Residential address (home)	4795	66.9
Rehabilitation center	1737	24.2
Long-term care facility	210	2.9
Other	423	5.9
mRS		
Available data	5636	78.6
0–1	4227	59
NIHSS		
Available data	5521	77
0–4	4803	64.5

CSVT: cerebral venous sinus thrombosis; TIA: transient ischemic attack; mRS: modified Rankin Score.

At the time of monitoring, the majority of patients were living at home (71.6%,  $n = 5130$ ). Post-TIA patients at home accounted for 80.7% of the total number of participants and post-hemorrhagic stroke patients at home for 58.4%. Patients not living at home were residing in nursing homes (6.3%) and at a rehabilitation center (4.1%) (Table 2).

### 3.2. Monitoring protocol

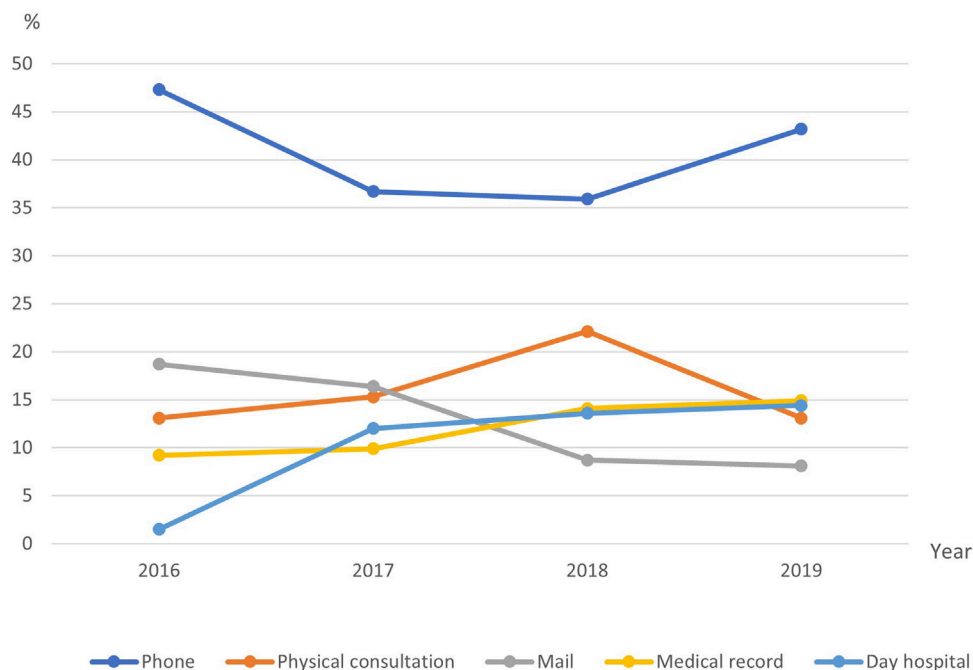
The main monitoring method was nurse-led telehealth phone consultations (40.8%,  $n = 2921$ ) followed by physical consultations (16%,  $n = 1143$ ), postal mail (12.6%,  $n = 905$ ), medical record (12.2%,  $n = 874$ ), and day hospital (10.7%,  $n = 764$ ). There were 7.8% missing data.

With time, there was an increase in monitoring by day hospital (1.5% to 14.4%) and medical record assessment (9.2% to 14.9%), while monitoring via mail (18.7% to 8.1%) and phone (47.3% to 43.2%) decreased (Fig. 3). Day hospital was the main monitoring method for one hospital (79%, Dole), the percentage increasing from 50% to 80.3%. Two centers had a majority of physical consultations monitoring: 69.6% at Jura Sud hospital and 26.3% at Vesoul hospital. Monitoring methods were more equally distributed at Vesoul hospital

**Table 2 – Monitoring characteristics from the regional stroke survivors monitoring program in Franche-Comté, France over a four-year period from 2016 to 2019.**

	All years, n (%)	2016, n (%)	2019, n (%)
Location			
Residential address (home)	5130 (71.6)	1122 (67.5)	1486 (74.5)
Nursing home	452 (6.3)	98 (5.9)	105 (5.3)
Rehabilitation center	296 (4.1)	61 (3.7)	71 (3.6)
Method			
Phone consultation	2921 (40.8)	785 (47.3)	862 (43.2)
Physical consultation	1143 (16)	218 (13.1)	262 (13.1)
Mail by post	905 (12.6)	310 (18.7)	162 (8.1)
Medical record	874 (12.2)	152 (9.2)	297 (14.9)
Day hospital	764 (10.7)	25 (1.5)	288 (14.4)
Delay (mean, in days)			
All patients	184.2	240.3	148.6
Patients with thrombolysis	128.6	176.4	109.1
Patients with thrombectomy	122.5	152.5	112.2
Delay for all patients			
Delay $\leq 90$ days	1384 (19.3)	220 (13.2)	394 (19.7)
Delay $\leq 120$ days	2522 (35.2)	291 (17.5)	921 (46.2)
Delay $\leq 180$ days	4291 (59.9)	585 (35.2)	1424 (71.4)
Delay $\leq 365$ days	6830 (95.3)	1517 (91.3)	1982 (99.3)
Delay for thrombolysis patients			
Delay $\leq 90$ days	272 (42)	50 (32.5)	63 (39.9)
Delay $\leq 120$ days	421 (65.1)	80 (51.9)	119 (75.3)
Delay $\leq 180$ days	548 (84.7)	109 (70.8)	143 (90.5)
Delay $\leq 365$ days	632 (97.7)	143 (92.9)	158 (100)
Delay for thrombectomy patients			
Delay $\leq 90$ days	80 (39.6)	14 (31.8)	28 (43.1)
Delay $\leq 120$ days	128 (63.4)	25 (56.8)	47 (72.3)
Delay $\leq 180$ days	172 (85.1)	32 (72.7)	58 (89.2)
Delay $\leq 365$ days	198 (98)	41 (93.2)	64 (98.5)
mRS	5765 (80.4)	1291 (77.7)	1645 (82.5)
Check-up completeness	4338 (60.5)	935 (56.3)	1252 (62.8)
Mortality	578 (8.1)	166 (10)	125 (6.3)

mRS: modified Rankin Score.



**Fig. 3 – Monitoring method per year over a four-year period from the regional stroke survivors monitoring program in Franche-Comté, France from 2016 to 2019.**

than Jura Sud hospital, as medical records and phone consultation accounted for 24% and 20.4% of the total, respectively. At Jura Sud hospital, physical consultation decreased from 80.1% to 52.9% while medical record assessment rose from 6.6% to 21.8%.

Phone consultations were the most prevalent monitoring method in three centers: Belfort hospital (76.4%), Pontarlier hospital (75%) and Besançon university hospital (33.3%). Besançon university hospital also had the highest monitoring by postal mail at 22.9% with the highest increase in day hospital from 4.1% to 37.2%. Conversely, at Besançon university hospital, phone consultations decreased from 46.5% to 27.1%. At Belfort hospital, postal mail monitoring decreased from 7.2% to 0.5% and phone call monitoring went up from 69.9% to 89.3% during the study period.

### 3.3. Delay outcomes

The average delay between hospital discharge and monitoring assessment decreased continuously during the study period from 240.3 days in 2016 to 148.6 days (less than six months) in 2019. The time lapse was shorter for patients treated by thrombolysis and thrombectomy and similarly decreased from 176.4 to 109.1 days and from 152.5 to 112.2 days, respectively (less than four months).

The proportion of patients who had a monitoring assessment less than three months (90 days) after discharge increased from 13.2% to 19.7% (39.9% for thrombolysis and 43.1% for thrombectomy) in 2019. The proportion of patients with monitoring delay less than four months (120 days) was 46.2% in 2019: 75.3% and 72.3% respectively for thrombolysis and thrombectomy. Considering monitoring delay less than

six months (180 days), the overall proportion doubled from 35.2% to 71.4%, and went from 70.8% to 90.5% for thrombolysis and from 72.7% to 89.2% for thrombectomy. Monitoring at one year also increased from 91.3% to 99.3% overall, and 92.9% to 100% for thrombolysis and 93.2% to 98.5% for thrombectomy (Fig. 4).

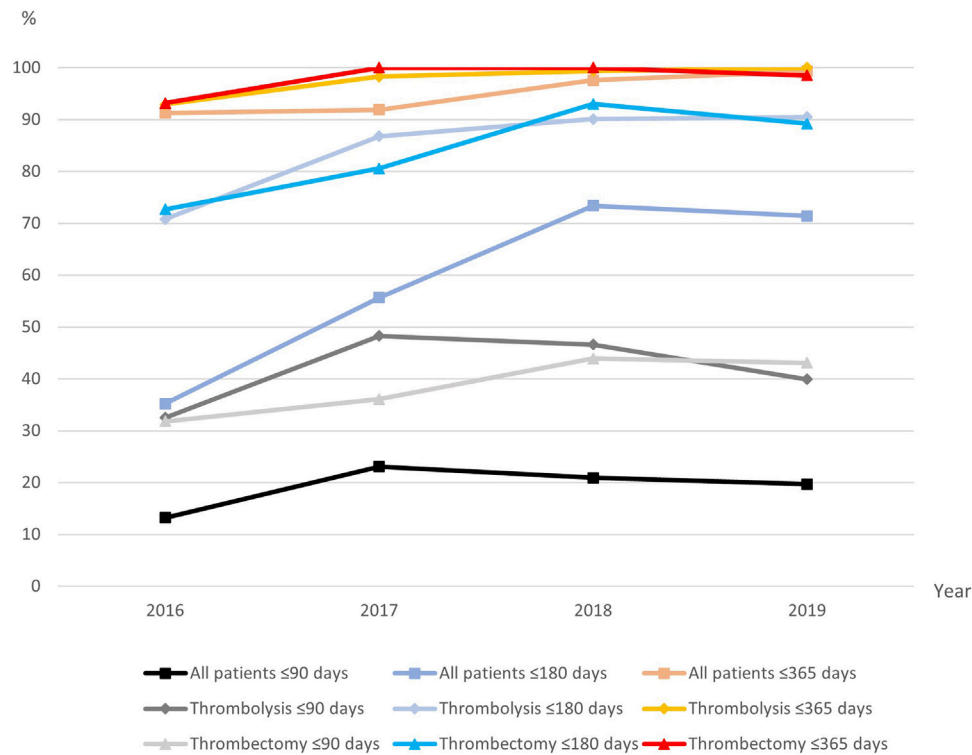
### 3.4. Monitoring outcomes

Regarding the results of the monitoring program itself, mRS was missing for 19.6% of patients. The etiological medical assessment was considered complete for 56.3% of patients in 2016 and for 62.8% in 2019. The lowest level of completion was observed at Vesoul hospital (32%), while the highest was found at Dole hospital (81%). This percentage decreased over time in at Dole hospital, from 100% to 78.7%. At Besançon university hospital, the level of completion was above average at 73.2% and the completion level at Belfort hospital improved from 51.6% to 72%.

Overall mortality during stroke monitoring was 8.1%, decreasing from 10% during the first year of the study in 2016 to 6.3% in 2019. At Besançon university hospital this decrease was from 9% to 4.8% and at Belfort hospital from 11.2% to 5.2%; mortality rates increased at Jura Sud hospital from 5.9% to 9.8%.

## 4. Discussion

This study was the first to describe and assess monitoring of stroke survivors in Europe via a region-based approach with four-year follow-up. During the study period, the number of



**Fig. 4 – Percentage of patients (%) with monitoring delays less than or equal to 90, 180, 365 days per year from the regional stroke survivors monitoring program in Franche-Comté, France from 2016 to 2019.**

patients successfully monitored in the program rose, while the delay between hospital discharge and the monitoring event decreased considerably. Nearly all stroke patients had been monitored at 12 months and almost half had had a monitoring consultation at four months. Nurse-led telehealth phone consultations were the main assessment method for monitoring stroke survivors. There were however intraregional disparities with diverse trends observed in individual hospitals.

The main strength of this study was its real-world observational design. This accurate description of monitoring assessment methods and delays may provide valuable insight about the capacity to implement program improvement options in the future. The regional scale with a multi-center approach may also be useful to identify diversity and disparities of practices across the region with hospitals, which could be leveraged to better standardize monitoring programs using telehealth. A similar approach using a regional telestroke registry has been implemented in Texas (USA) for 90-day follow-up of clinical outcomes for stroke patients, but the follow-up was conducted by the research coordinator at the hub and not directly with patients by nurses as in our program [13].

Moreover, the use of diverse monitoring assessment methods – physically/remotely, participation of physicians and nurses, telehealth methods – was a critical factor in monitoring all patients within the one-year objective. Use of multiple types of resources and the local flexibility given to each hospital team may have also supported better resource management to reach the objectives.

The main limitation of this study was the lack of comparison with similar criteria before the monitoring program was implemented. Another limitation was the absence of comparison between the findings in this study and other regions in France that did not have such a program for stroke survivors. These limitations were due to a lack of available data collection and should be followed up to allow national-level studies in the future. Consequently, because of these limitations, it was not possible to reach any conclusion about the effectiveness of the monitoring program on functional and/or clinical outcomes. The lack of automated integration with regional stroke registry data and the lack of long-term monitoring data precluded assessment of the impact on stroke outcomes at a regional level. Better data integration and a management strategy between different sources may have contributed to the increase in the number of patients included in the monitoring program. Additionally, data on complications, treatment adherence or risk factor control during follow-up were used for patient management, but were not collected in a sufficiently standardized manner to be reported.

Patient characteristics obtained in this study matched with the regional and national epidemiological profile of stroke patients. Missing data on mRS and NIHSS at hospital discharge were however of concern and efforts should be directed towards improving the quality of data collection.

Telehealth monitoring via trained stroke nurse-led phone consultations was the main method of monitoring stroke survivors. The feasibility of this type of remote monitoring for patients mostly living at home was therefore demonstrated by



the program as well. Introducing this method also allowed to follow-up the majority of the population, which did not have any prior follow-up. However, this study was not designed to evaluate and compare the various modes of follow-up and therefore we could not assess the clinical impact of this method in comparison to others. This method was the first method at three hospitals and included more than three quarters of the total number of monitoring types at two of them [14]. Teleconsultations by video call was not implemented as it was not yet well accepted at the time of the study and phone calls were considered as an easier way to conduct the follow-up.

Physical consultations and day hospital monitoring were the main method types for three local hospitals with a growing trend over time. This may have been due to the lack of allocation of trained nurses to conduct remote monitoring and was conducted in a more traditional approach. The overall decrease of monitoring via postal mail may be a positive observation because it consumes a lot of time and resources with low reliability, and may be considered as a last option choice. The increase observed in monitoring via medical record assessment, however, may indicate low capacity to properly conduct monitoring and this should be reduced in the future.

In terms of monitoring delay, some type of monitoring assessment had been proposed to nearly all patients one-year post-discharge, at which time a decreasing delay trend was observed. The proportion of patients monitored in this program was higher than in a study conducted in 2013 in South West France where only 53.2% of patients saw a neurologist in the year after they had a stroke [15]. This trend may reflect better management. Patients treated with thrombolysis or thrombectomy had a shorter delay of monitoring overall, which reflects the priority given to these patients, however, this could be improved to include all patients monitored in the first three months. This strategic choice to focus on treated patients may have induced a double penalty effect for the patients not treated and followed less early. However, this could not be measured.

The results of this study should support the definition of new objectives and strategy plans for the regional program. All eligible patients should be monitored with all patients monitored at three months with a complete check-up, either via telehealth activities or physical consultation, and with a continuous long-term monitoring. A unique remote monitoring tool should be used to ease data management and patient inclusions. All patients may initially have automated remote patient monitoring (RPM) based on standardized questionnaires with patient-reported outcomes such as the post-stroke checklist, which could include an assessment of quality-of-life and mental health in addition to symptoms related to stroke and cardiovascular prevention [16,17]. With this method, the general practitioner could be included within the program both to report data and to check the situation of patients, in comparison with a lack of coordination in the past years.

RPM may be more suitable for patients with aphasia compared to phone consultations, as well as for patients with mild acute stroke who could benefit from active long-term remote monitoring compared to usual physical care [18–21]. Patients who need specific support based on feedback from

RPM could then benefit from dedicated supportive or coaching activities from trained nurses either by video teleconsultations, or when not possible by phone [22–25]. Nurse-led telehealth RPM and video or phone teleconsultations may consequently be centralized within a hospital to improve efficiency. Physical consultations may then be scheduled preferentially for patients with complex situations, who cannot be appropriately monitored and supported by telehealth methods, or who need complimentary exams [26].

## 5. Conclusion

Stroke management practices should include post-stroke monitoring. This study suggests that stroke survivor monitoring programs using telehealth methods, particularly RPM, may be one way to improve clinical outcomes. Nevertheless, future studies must first evaluate the impact of RPM. This study could therefore encourage and promote the implementation and evaluation of similar programs to improve the management of stroke outcomes through telehealth.

## Funding

None.

## Acknowledgments

The authors would like to thank all the clinical teams involved in the stroke survivor monitoring program within the hospitals including all the nurses who participated, as well as Acacia-Tools for medical writing and reviewing of the manuscript.

## REFERENCES

- [1] Winstein CJ, et al. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke* 2016;47(6):e98–169.
- [2] Chang MC, Boudier-Revéret M. Usefulness of telerehabilitation for stroke patients during the COVID-19 pandemic. *Am J Phys Med Rehabil* 2020;99(7):582.
- [3] Smith EE, Mountain A, Hill MD, Wein TH, Blacquiére D, Casaubon LK, et al. Canadian stroke best practice guidance during the COVID-19 pandemic. *Can J Neurol Sci* 2020;47(4):474–8.
- [4] Meyer D, Meyer BC, Rapp KS, Modir R, Agrawal K, Hailey L, et al. A stroke care model at an academic, comprehensive stroke center during the 2020 COVID-19 pandemic. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2020;29(8):104927.
- [5] Ohannessian R, Dhote-Burger P, Chauvin F, Colin C, Nighoghossian N, Moulin T, et al. Health policy for telestroke in France: a retrospective description from 2003 to 2016. *Rev Neurol (Paris)* 2019;175(6):390–5.
- [6] Ameri A. Démographie de la neurologie en France : état des lieux. Les enjeux de la démographie en neurologie. *Rev Neurol* 2013;169:PA243.
- [7] Mourgues J-M. Atlas of the medical demography in France on 1 January 2017. Paris: Conseil National de L'Ordre des Medecins; 2018.

- [8] Decreuse M, Chakroum K, Bouamra B, et al. Consultation de suivi post-AVC des patients atteints d'un handicap lourd : télésuivi ou consultation présenteielle ? *Rev Neurol* 2018;174:S78-9.
- [9] Medeiros de Bustos E, Vuillier F, Chavot D, Moulin T. Telemedicine in stroke: organizing a network – rationale and baseline principles. *Cerebrovasc Dis* 2009;27(Suppl. 4):1-8.
- [10] Medeiros de Bustos E, Berthier E, Chavot D, Bouamra B, Moulin T. Evaluation of a French regional telemedicine network dedicated to neurological emergencies: a 14-year study. *Telemed J E Health* 2018;24(2):155-60.
- [11] Hubert GJ, Santo G, Vanhooren G, Zvan B, Tur Campos S, Alasheev A, et al. Recommendations on telestroke in Europe. *Eur Stroke J* 2019;4(2):101-9.
- [12] Boudemaghe T, Belhadj I. Data resource profile: the French National Uniform Hospital Discharge Data Set Database (PMSI). *Int J Epidemiol* 2017;46(2) [392-392d].
- [13] Astudillo C, Ankrom C, Trevino A, Malazarte RM, Bambhroliya AB, et al. Rationale and design of a statewide telestroke registry: Lone Star Stroke Consortium Telestroke Registry (LeSteR). *BMJ Open* 2019;9(9):e026496.
- [14] Kadiane-Oussou NJ, Klopfenstein T, Royer PY, Toko L, Gendrin V, Zayet S. COVID-19: comparative clinical features and outcome in 114 patients with or without pneumonia (Nord Franche-Comte Hospital, France). *Microbes Infect* 2020;22(10):622-5.
- [15] Santos E, Broussy S, Lesaine E, Saillour F, Rouanet F, Dehail P, et al. Post-stroke follow-up: time to organize. *Rev Neurol (Paris)* 2019;175(1-2):59-64. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neurol.2018.02.087>.
- [16] Philp I, Brainin M, Walker MF, Ward AB, Gillard P, Shields AL, et al. Development of a post-stroke checklist to standardize follow-up care for stroke survivors. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2013;22(7):e173-80.
- [17] Olver J, Yang S, Fedele B, Ni J, Frayne J, Shen G, et al. Post-stroke outcome: global insight into persisting sequelae using the post-stroke checklist. *J Stroke Cerebrovasc Dis* 2021;30(4):105612.
- [18] Smith A, Pennington A, Carter B, Gething S, Price M, White J, et al. Acceptability of the method of administration of a patient-reported outcome measure (PROM) with stroke survivors, a randomised controlled trial protocol. *Trials* 2018;19(1):349.
- [19] Hewitt J, Pennington A, Smith A, Gething S, Price M, White J, et al. A multi-centre, UK-based, non-inferiority randomised controlled trial of 4 follow-up assessment methods in stroke survivors. *BMC Med* 2019;17(1):111.
- [20] Hodson T, Gustafsson L, Cornwell P, Love A. Post-acute hospital healthcare services for people with mild stroke: a scoping review. *Top Stroke Rehabil* 2017;24(4):288-98.
- [21] Gans SD, Michaels E, Thaler DE, Leung LY. Detection of symptoms of late complications after stroke in young survivors with active surveillance versus usual care. *Disabil Rehabil* 2021;1-5. <http://dx.doi.org/10.1080/09638288.2021.1883749>. Epub ahead of print. PMID: 33605166..
- [22] Kamoen O, Maqueda V, Yperzeele L, Pottel H, Cras P, Vanhooren G, et al. Stroke coach: a pilot study of a personal digital coaching program for patients after ischemic stroke. *Acta Neurol Belg* 2020;120(1):91-7.
- [23] Sarfo F, Treiber F, Gebregziabher M, Adamu S, Patel S, Nichols M, et al. PINGS (Phone-Based Intervention Under Nurse Guidance After Stroke): interim results of a pilot randomized controlled trial. *Stroke* 2018;49(1):236-9.
- [24] Sakakibara BM, Lear SA, Barr SI, Benavente O, Goldsmith CH, Silverberg ND, et al. A telehealth intervention to promote healthy lifestyles after stroke: the Stroke Coach protocol. *Int J Stroke* 2018;13(2):217-22.
- [25] Barlinn J, Barlinn K, Helbig U, Siepmann T, Pallesen LP, Urban H, et al. Koordinierte Schlaganfallnachsorge durch Case Management auf der Basis eines standardisierten Behandlungspfades: Ergebnisse einer monozentrischen Pilotstudie Organized post-stroke care through case management on the basis of a standardized treatment pathway: results of a single-centre pilot study *Nervenarzt* 2016;87(8):860-9 [German].
- [26] Davoody N, Koch S, Krakau I, Häggglund M. Post-discharge stroke patients' information needs as input to proposing patient-centred eHealth services. *BMC Med Inform Decis Mak* 2016;16:66.