

14<sup>ème</sup> CONGRÈS  
de la Société de  
Gérontologie  
de Bordeaux et  
du Sud-Ouest



“ QUAND LES VIEILLES  
ARTÈRES S'EN MÊLENT



12 & 13  
sept. 2024

PESSAC  
Institut des Métiers  
de la Santé



# TÉLÉMÉDECINE AU SERVICE DE L'AVC

**Dr Stéphane OLINDO**

*Neurologue (CHU Bordeaux)*



# INTRODUCTION

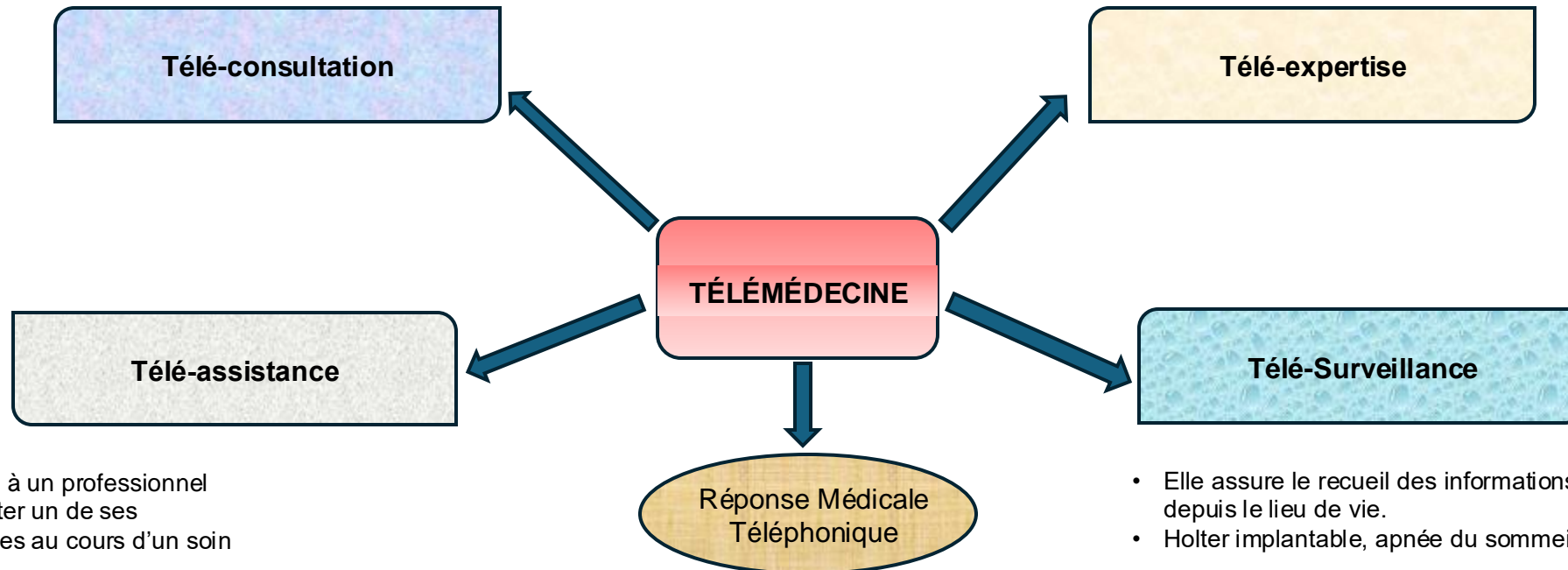
- Biotechnologies, numérique en santé, dont télémédecine (TLM) = transformation du système de santé
- Réorganisation des parcours de soins en transformant la relation entre professionnels de santé et usagers
- Télémédecine = Accès équitable aux soins
  - Expertise « de partout et à tout moment », de l'urgence vitale au suivi de pathologies chroniques
  - Substitution aux manques de professionnels
- Qu'entendre par télémédecine? Télé AVC ?



# ACTES DE TÉLÉMÉDECINE

- Visio-consultation
- Assisté d'un professionnel de santé pour aide à l'examen clinique si alerte AVC
- Transmission et partage de données cliniques, radiologiques et biologiques

- Alerte AVC ou Avis donné en urgence ou différé
- Le médecin requérant présente au médecin requis les éléments du dossier du patient
- Les échanges sont formalisés sur la plateforme de TM



- Permet à un professionnel d'assister un de ses collègues au cours d'un soin

- Elle assure le recueil des informations médicales depuis le lieu de vie.
- Holter implantable, apnée du sommeil...

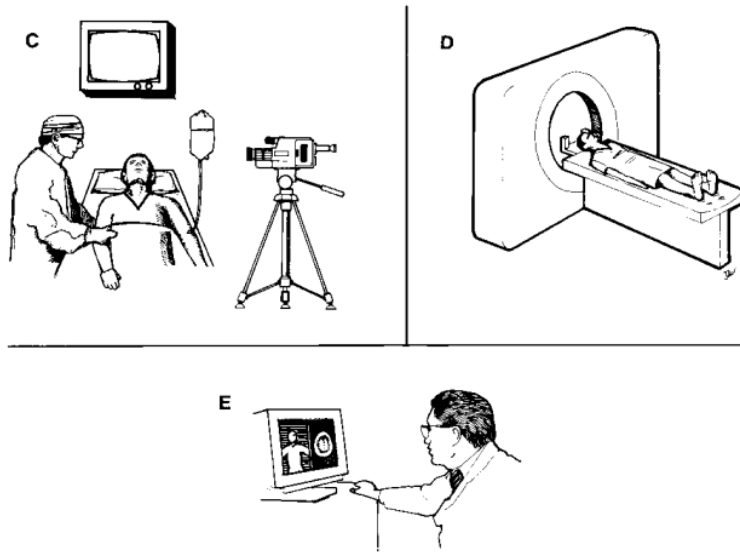


## Comments, Opinions, and Reviews

### “Telestroke”

#### The Application of Telemedicine for Stroke

Steven R. Levine, MD; Mark Gorman, MD  
(*Stroke*. 1999;30:464-469.)



**TABLE 1. The Promise and Potential of Telemedicine for Stroke**

Remote “stat” expert stroke diagnosis

Secondary prevention (expert decisions on stroke prevention and risk assessment)

Opportunity to offer clinical trial participation to patients in remote sites

Immediate “remote” surgical opinions

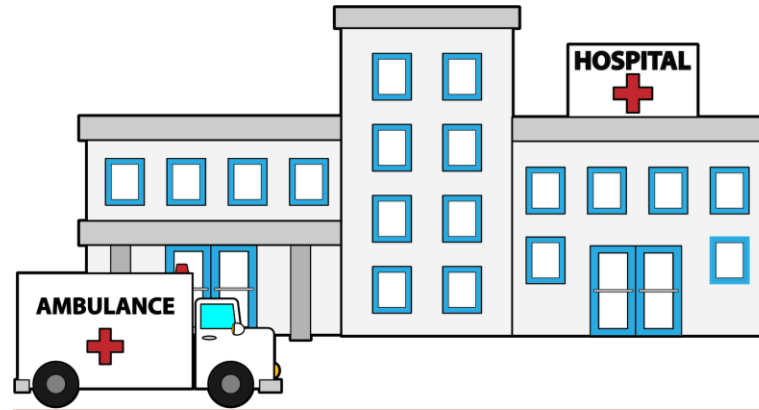
Greater number of patients treated acutely with or without rtPA/other potential interventions

Greater number of patients receiving “expert” stroke outpatient/inpatient consultations

Greater number of patients enrolled in promising acute stroke therapies



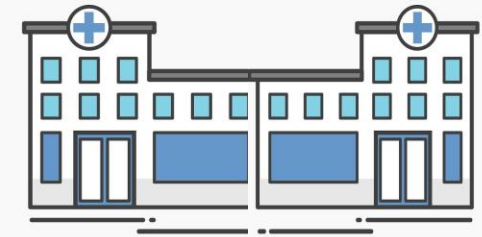
## Etablissements participants à la filière AVC à la phase aiguë



Hôpital disposant d'une UNV, de Neuroradiologie interventionnelle et Neurochirurgie



Hôpital de proximité sans UNV mais avec un service d'urgences



Hôpital disposant d'une UNV mais pas de Neuroradiologie interventionnelle



## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE

### ➤ Objectifs

- Acheminer le patient le plus rapidement vers la structure la plus adapté
  - Anticiper la prise en charge intra-hospitalière à la phase hyper-aigue.
- Apprécier la probabilité que le patient présente un AVC et identifier ceux à haut risque d'occlusion proximale
- Pas de démonstration de la supériorité de shunter les centres sans NRI (RACECAT Trial)
  - Problème de capacité des centres de recours
  - MAIS Intérêt si centre de recours < 30 mn de l'établissement de proximité
- Mise en « alerte » et coordination de l'ensemble des acteurs de la filière si AVC avec critères de traitement de recanalisation (TIV et TM)
- Transmission des informations pertinentes recueillies en amont de l'admission



## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (lieu de prise en charge)

- « Tri » préhospitalier par outils vidéo embarqué par le transporteur ?
  - Examen clinique à distance entre transporteur, patient, entourage, régulateur 15 et neurologue vasculaire.
  - Expérience clinique et/ou application de score (RACE) pour aider la décision
  - Déviation tête et yeux fortement corrélée aux occlusions prox (*Shroter et al., Journal of Neurology 2023*)
- Evaluation par iphone ou tablette (*Anderson et al., J Stroke Cerebrovasc Dis. 2013*)
- Technologie avec lunettes vidéo (*Noorian et al., J Stroke Cerebrovasc Dis. 2019*)



### Revue Neurologique

Available online 25 June 2024

In Press, Corrected Proof [What's this?](#)



Remote neurological evaluation reliably identifies patients eligible to endovascular therapy while non-eligible to intravenous thrombolysis Lucas et al.

Table 4 – Diagnostic accuracy parameters of the three remote tests for identifying stroke patients eligible for EVT without IVT (n = 186 patients).

Accuracy parameters	Remote clinical evaluation			Remote NIHSS > 5			Remote RACE > 4		
	Point estimate	95% CI	P-value <sup>a</sup>	Point estimate	95% CI	P-value <sup>a</sup>	Point estimate	95% CI	P-value <sup>b</sup>
Sensitivity (%) (n = 11)	27.27	[6.02; 60.97]	0.0004	100.00	[71.51; 100.00]	0.0004	54.55	[23.38; 83.25]	0.1933
Specificity (%) (n = 175)	88.57	[82.90; 92.88]	< .0001	53.14	[45.47; 60.71]	< .0001	80.57	[73.92; 86.15]	0.0383
Positive predictive value (%)	13.04	[2.78; 33.59]	0.8727	11.83	[6.05; 20.18]	0.8727	15.00	[5.71; 29.84]	0.8308
Negative predictive value (%)	95.09	[90.56; 97.86]	0.0300	100.00	[96.11; 100.00]	0.0300	96.58	[92.19; 98.88]	0.5167



(Noorian et al.)



## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (Pré-Alerte de la filière!)

# Improvement in Door-to-Needle Time in Patients with Acute Ischemic Stroke via a Simple Stroke Activation Protocol

Tan et al.

Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases, 2018

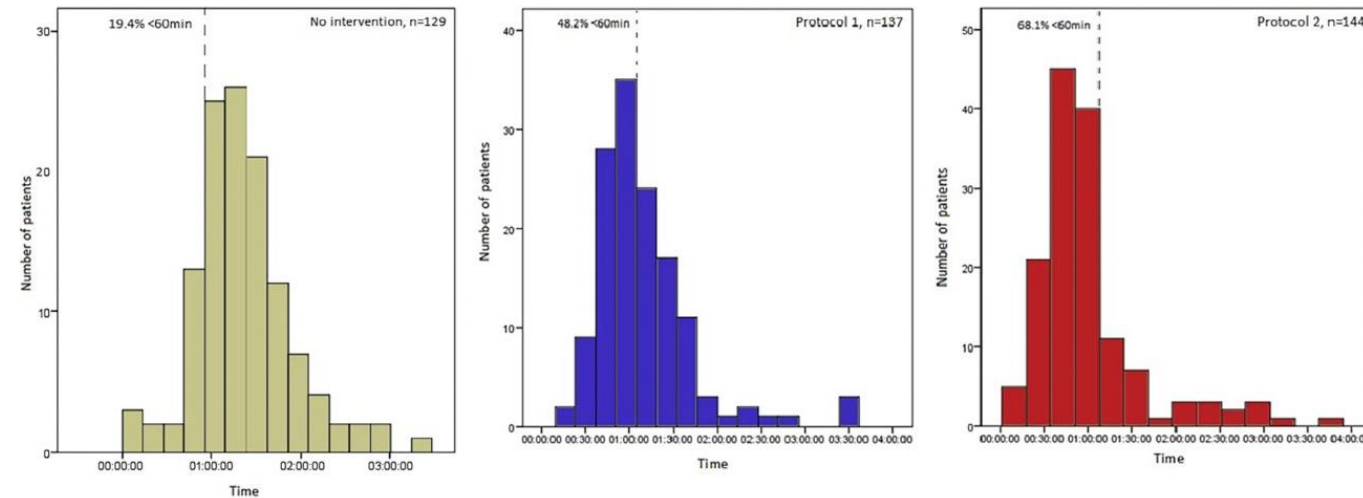
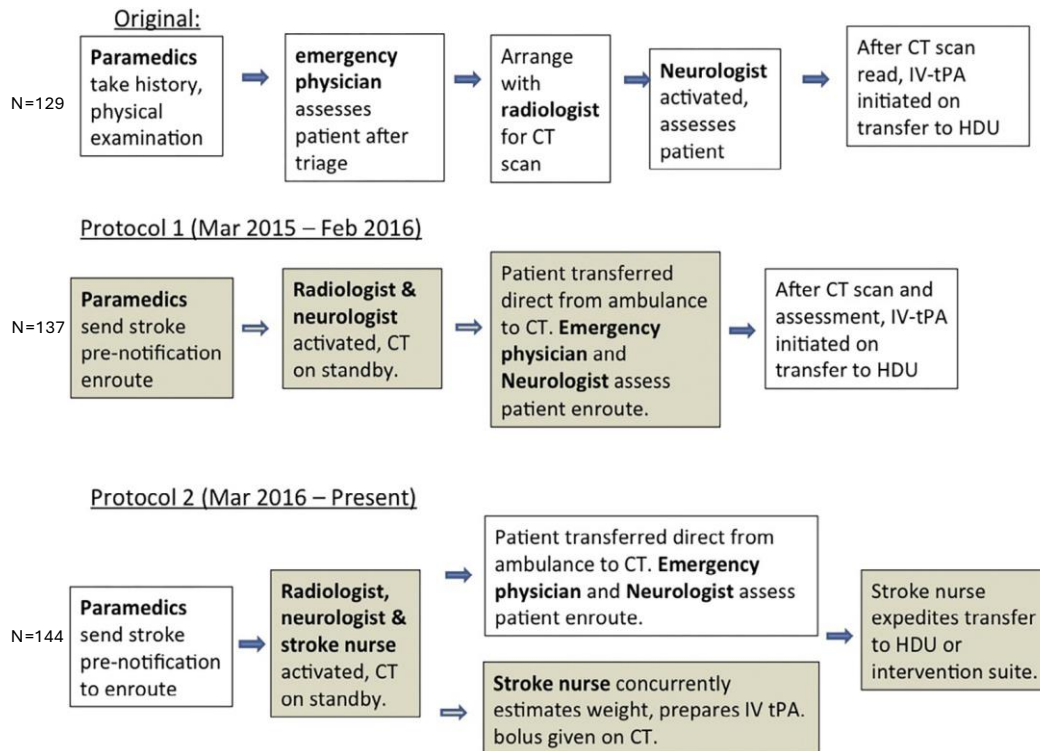


Figure 2. Significant reduction in door-to-needle times with implementation of stroke activation protocol.





## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (Pré-Alerte de la filière!)

**Team Prenotification Reduces Procedure Times for Patients With Acute Ischemic Stroke Due to Large Vessel Occlusion Who Are Transferred for Endovascular Therapy** *Pallesen et al., Front Neurol 2022*

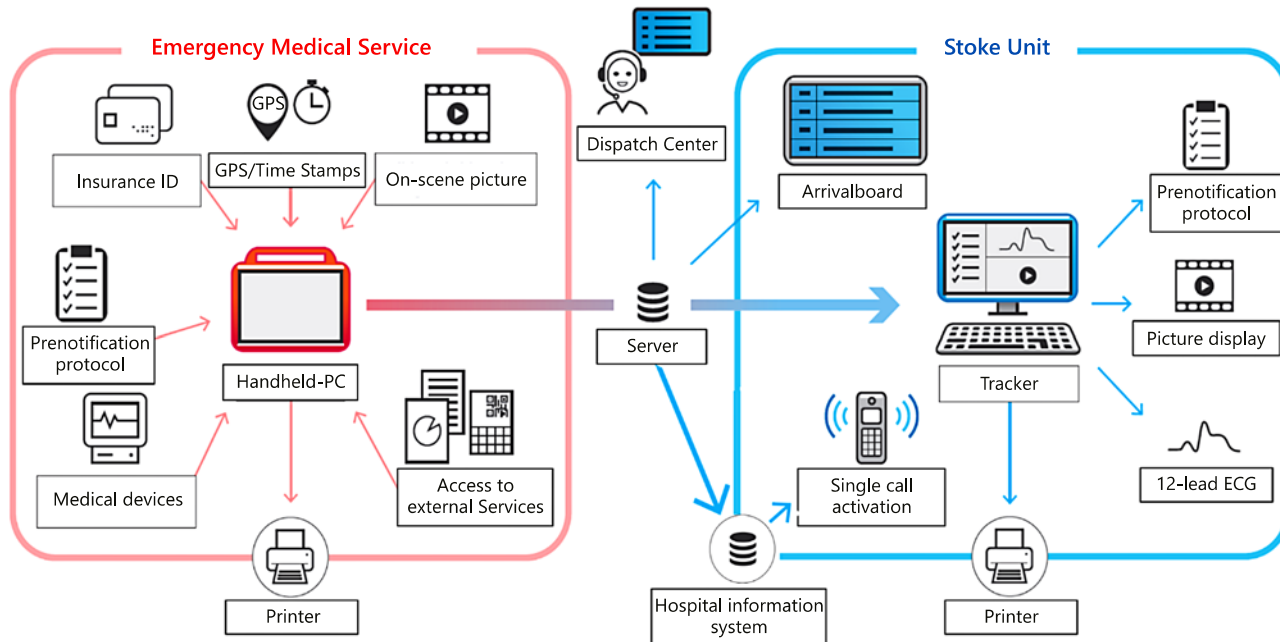
**TABLE 2 |** Time metrics and outcome parameters according to implementation of the EVT-call; EVT indicates endovascular therapy; IQR, interquartile range; mRS, modified Rankin Scale, mTICI, modified Treatment in Cerebral Infarction.

Characteristic	All	Before EVT-call	After EVT-call	p-value
<b>Number, n</b>	328	208	120	
Door-to-image (min), median (IQR)	15 (10–20)	18 (14–22)	9.5 (7–13)	<0.001
EVT performed, n (%)	177 (54.0)	111 (53.4)	66 (55.0)	0.818
Image-to-groin (min), median (IQR)	52 (40–64.5)	54 (43.5–69.25)	47 (38.3–58.75)	0.042
Door-to-groin (min), median (IQR)	67 (55–82.8)	74 (58–86.5)	60 (49.3–71)	<0.001
Periinterventional intubation, n (%)	88 (49.7)	47 (42.3)	41 (62.1)	0.021
Groin-to-reperfusion (min), median (IQR)	63.5 (46–93.8)	66.5 (45–98.5)	61 (47–87)	0.221
Door-to-reperfusion (min), median (IQR)	133 (108.3–172)	142.5 (113.8–177.5)	122.5 (104–151)	0.018
Onset-to-groin (min), median (IQR)	298.5 (255–355)	303 (265.3–360)	275 (247.3–335)	0.023
mTICI 2b/3, n (%)	121 (68.4)	72 (64.9)	49 (74.2)	0.243
mRS scores 0–2, n (%)	50 (28.2)	34 (30.6)	16 (24.2)	0.248
Deceased, n (%)	52 (29.4)	32 (28.8)	20 (30.3)	0.613



## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (Pré-Alerte de la filière!)

### Stroke Angel: Effect of Telemedical Prenotification on In-Hospital Delays and Systemic Thrombolysis in Acute Stroke Patients Eder et al. Cerebrovasc Dis 2021;50:420–428



**Table 3.** Results of the multivariable logistic regression analysis of cohort II associated with quality outcomes ( $n = 1,124$ )

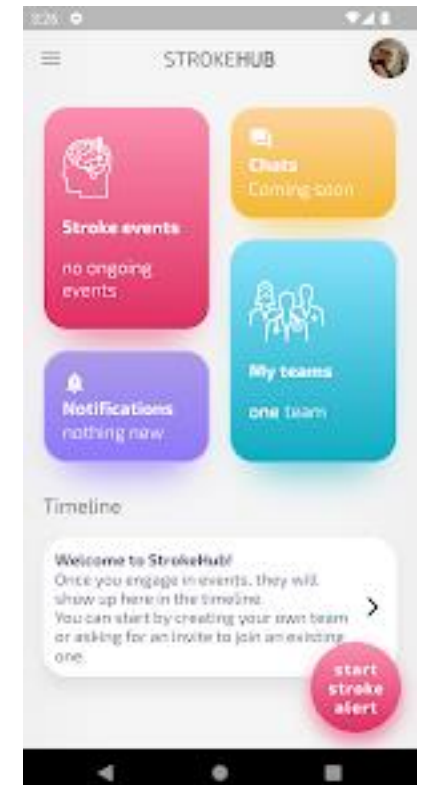
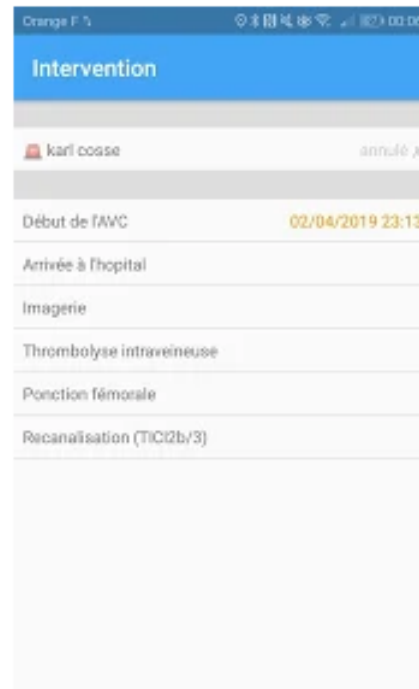
Outcome	Stroke Angel group % (n/N)	Control group % (n/N)	cOR (95% CI)	aOR (95% CI)
<b>Suspected stroke</b>				
DCT ≤25 min	91.9 (418/455)	72.5 (485/669)	4.98 (3.43–7.23) <sup>†</sup>	4.02 (2.75–5.88) <sup>†</sup>
DCI ≤10 min	63.4 (288/455)	38.0 (254/669)	2.82 (2.20–3.60) <sup>†</sup>	2.70 (2.10–3.47) <sup>†</sup>
IVT delivery	38.0 (173/455)	27.4 (183/669)	1.63 (1.26–2.10) <sup>†</sup>	1.44 (1.07–1.92) <sup>*</sup>
<b>Confirmed ischemic stroke</b>				
DNT ≤60 min	96.4 (161/167)	90.1 (164/182)	2.94 (1.14–7.61) <sup>†</sup>	3.15 (1.31–7.16) <sup>*</sup>
DNT ≤20 min	35.3 (59/167)	23.1 (42/182)	1.82 (1.14–2.91) <sup>*</sup>	1.83 (1.14–2.94) <sup>*</sup>



## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (Pré-Alerte de la filière !)

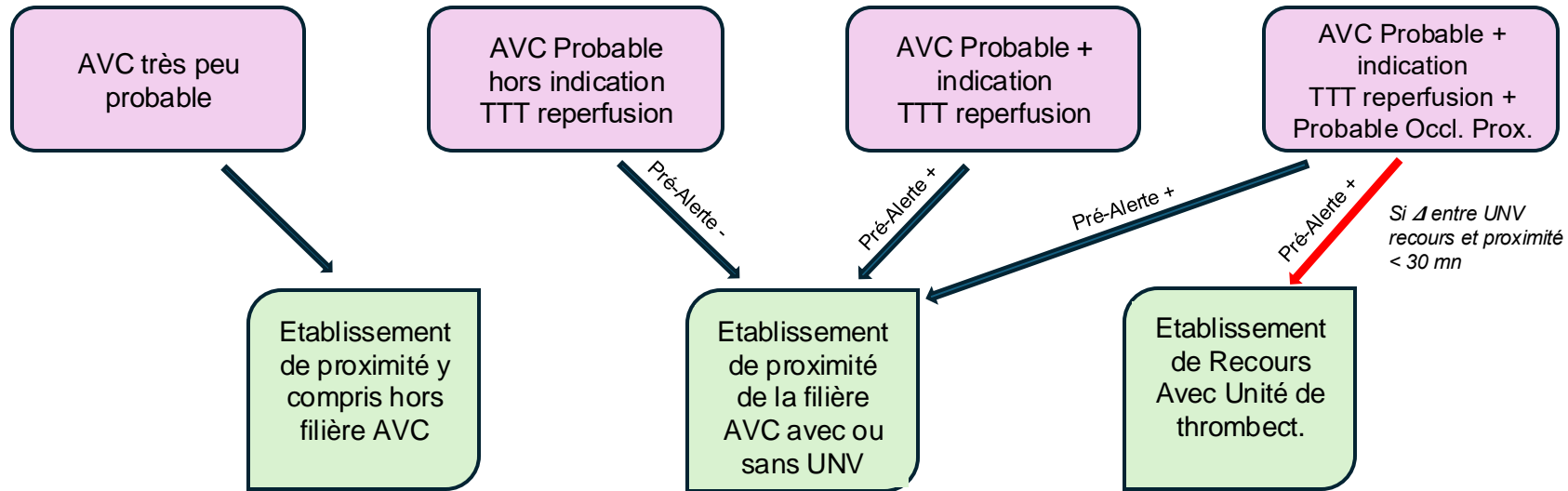
### Plateforme numérique de coordination et de localisation

- Plateforme permettant l'alerte et la coordination des professionnels de la filière (Samu, pompiers, infirmières, neurologues, neuroradiologues, anesthésistes, chirurgiens...)
- Permet de suivre en temps réel la localisation du patient et de prévoir l'arrivée





## Suggestions d'orientation en fonction de l'évaluation en pré-hospitalier





## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (UNV Mobile)

➤ Objectif : Acheminer le patient le plus rapidement vers l'établissement de prise en charge le plus adapté  
OU mieux

➤ Traiter le patient dès sa prise en charge par une unité neurovasculaire mobile (MSU): Ambulance  
modifiée avec équipement sophistiqué

- Scanner embarqué: hémorragie cérébrale?
- ECG
- Matériel de prélèvement biologique et de perfusion
- Outils de télémédecine pour visio-consultation et télé-assistance
- Traitement à administrer
- *EEG, Echo-Doppler*



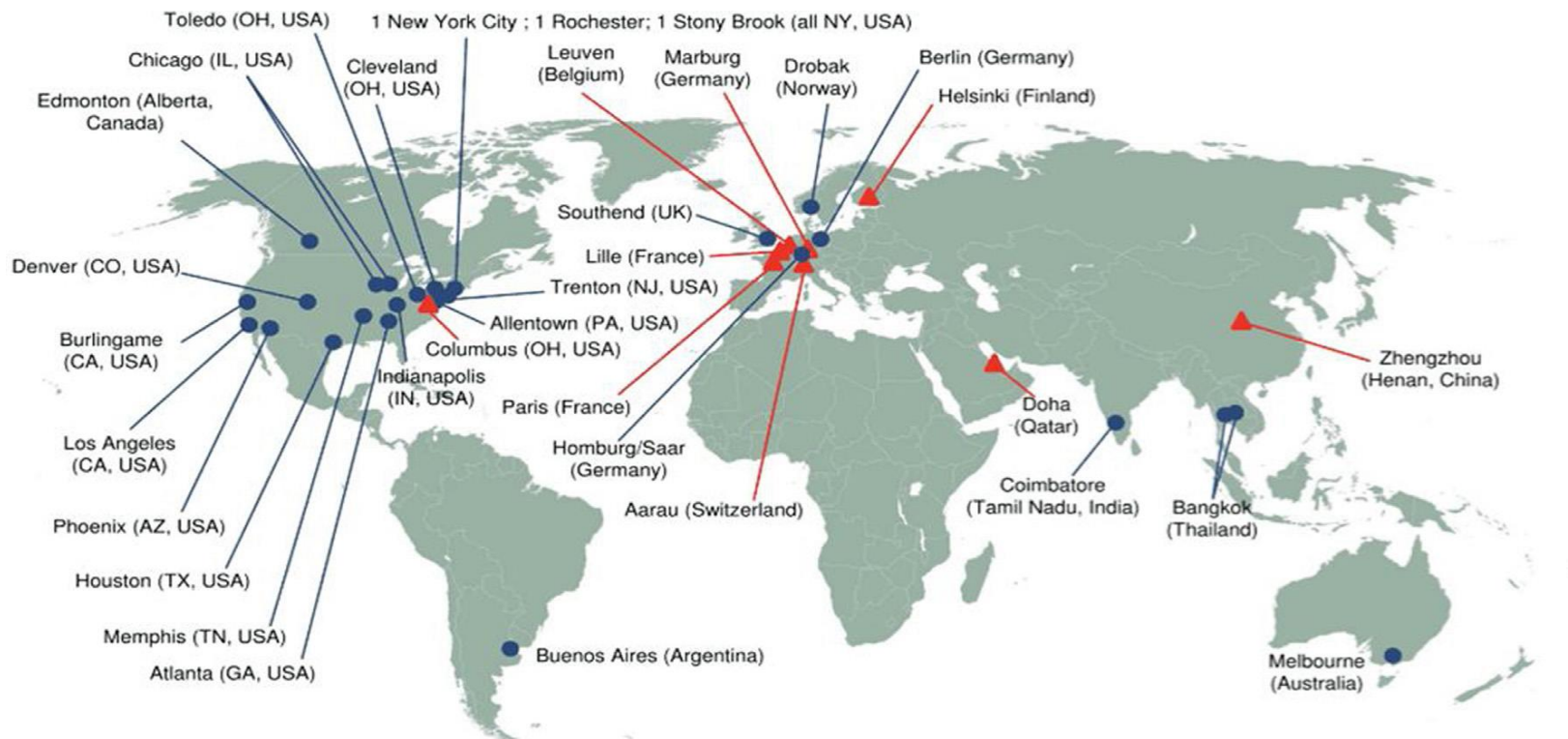
ASPHALT

- Le concept est apparu en 2003, faisabilité clinique testée en 2008 [Walter et al., Plos One 2010],
- 2010: première unité établie en Allemagne en 2010 .
- 2014: Houston, au Texas, puis quelques mois plus tard à Cleveland, dans l'Ohio,



## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (UNV Mobile)

Développement des  
UNV Mobiles dans le  
monde (2020)



- sites with active mobile stroke units
- ▲ sites with projects in planning or implementation state

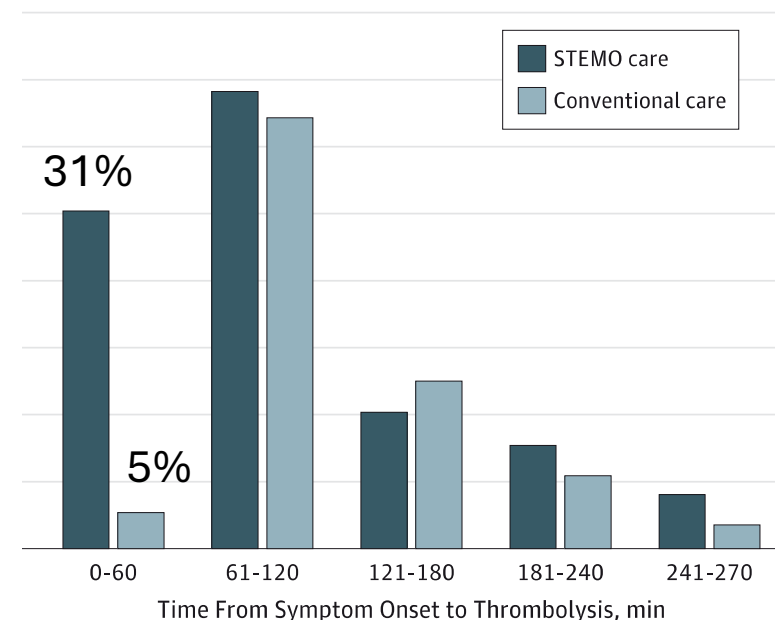
Lesmeister/Fassbender 2018

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



## ÉTAPE PRÉ-HOSPITALIÈRE (UNV Mobile)

- Pas de différence en terme de décision de TIV entre neurologue embarqué et à distance par télé-médecine (*Geisler et al., J Am Heart Assoc. 2019*).
- Gain de 41 mn pour la TIV dans l'étude de Walter et al. (*Lancet Neurol. 2012*)
- La prise en charge par MSU : taux de TIV plus élevé et 31% dans l'heure suivant les symptômes (X6/ PEC classique) mRS à 3 mois meilleur. (*Ebinger et al., JAMA Neurol. 2015*)
- Limitation par le débit du réseau et la couverture. Mais avenir 5G. /  
Coût des ambulances/ Territoires à couvrir

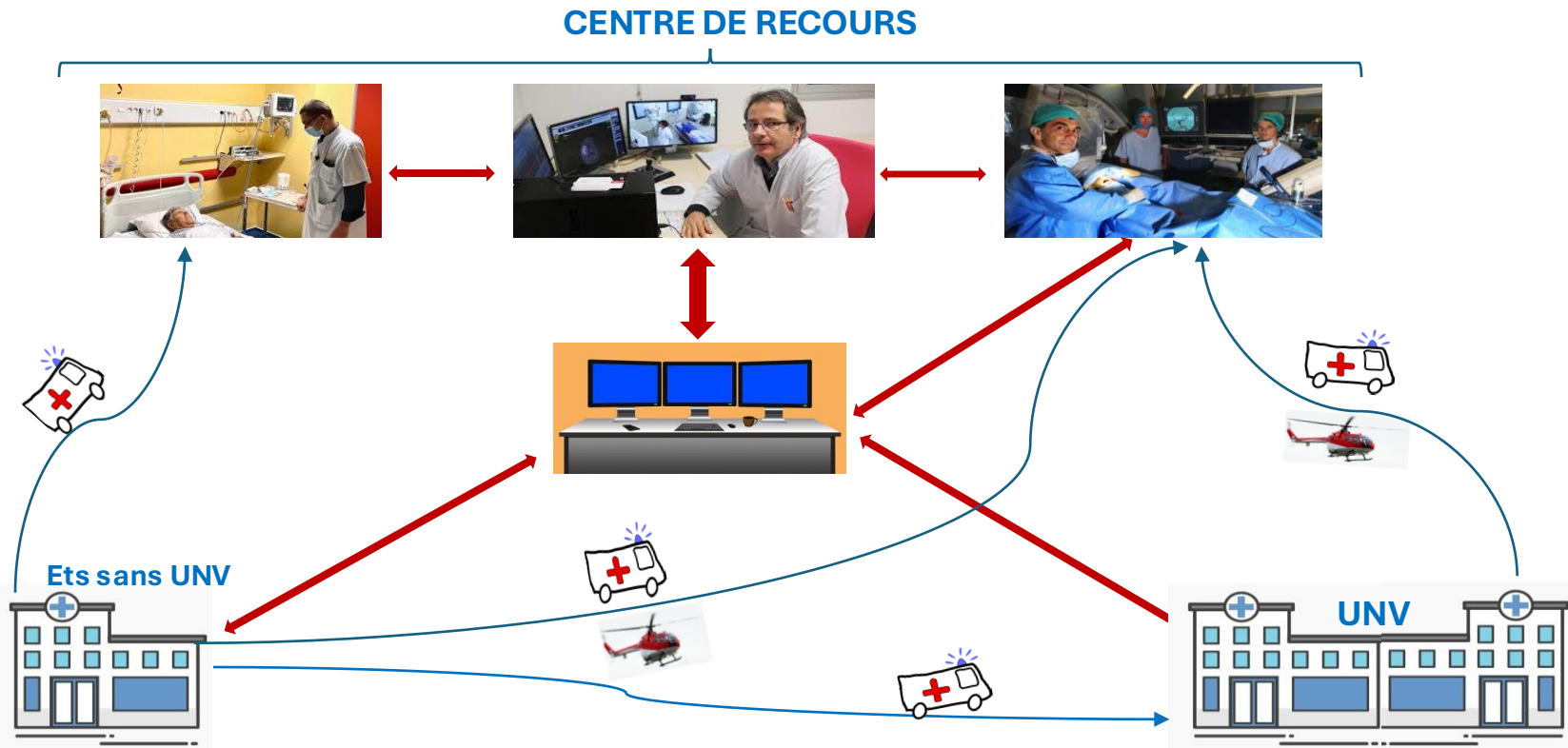




## ÉTAPE HOSPITALIÈRE HYPER AIGUE

Téléconsultation, Téléexpertise, Télé-radiologie

- Entre établissement de proximité et UNV de territoire ou de recours (Thrombolyse IV)
- Entre établissement de proximité avec ou sans UNV et Centre de recours (Thrombectomie mécanique)







## ÉTAPE HOSPITALIÈRE HYPER AIGUE

REVIEW

### Review: Reliability of NIHSS by telemedicine

Revue : la fiabilité du NIHSS par télémédecine

E. Berthier\*, P. Decavel, F. Vuiller, C. Verlut,  
T. Moulin, E. Medeiros de Bustos

Overall, it can be firmly established the NIHSS can be administered by telemedicine or by non-neurologists, or more recently by telemedicine and non-neurologists. Berthier et al. is the first to demonstrate the reproducibility of the NIHSS by telemedicine between neurologists and non-neurologists. Even the lowest level of reproducibility between the local non-neurologist and the remote junior neurologist results reflects this reproducibility.



## ÉTAPE HOSPITALIÈRE HYPER AIGUE

Efficacy of Telemedicine for Stroke: Pooled Analysis  
of the Stroke Team Remote Evaluation Using a Digital Observation Camera  
(STRoKE DOC) and STRoKE DOC Arizona Telestroke Trials

Bart M. Demaerschalk, M.D., M.Sc., FRCP(C),<sup>1</sup>  
Rema Raman, Ph.D.,<sup>2,3</sup> Karin Ernstrom,<sup>3</sup>  
and Brett C. Meyer, M.D.<sup>2</sup>

TELEMEDICINE and e-HEALTH APRIL 2012

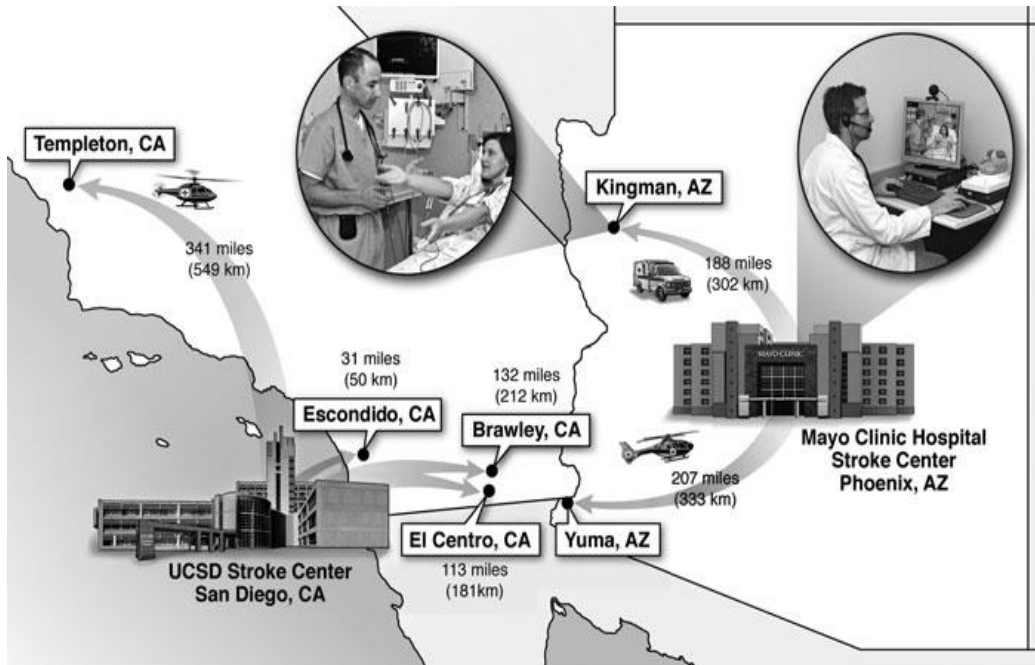


Table 4. Overall and Recombinant Tissue Plasminogen Activator Subgroup Outcomes

ANALYSES	TELEMEDICINE	TELEPHONE	ODDS RATIO (95% CI)	P VALUE
Overall	n=138	n=138		
Correct decision				
Level 2b (SDAC) (primary)	96%	83%	0.24 (0.1, 0.59)	0.002**
Overall post-consult ICH	8% (n=3)	6% (n=2)	<sup>a</sup>	>0.999*
90-day BI (95-100)	46% (n=58/127)	45% (n=70/127)	0.69 (0.41, 1.16)	0.167*
90-day mRS (dichotomized 0-1)	36% (n=46/127)	38% (n=57/127)	0.70 (0.41, 1.19)	0.201*
Overall mortality	16% (n=22)	12% (n=17)	0.74 (0.35-1.55)	0.490*

Fig. 1. Stroke Team Remote Evaluation Using a Digital Observation Camera telestroke hub and spoke network dynamic in California and Arizona.



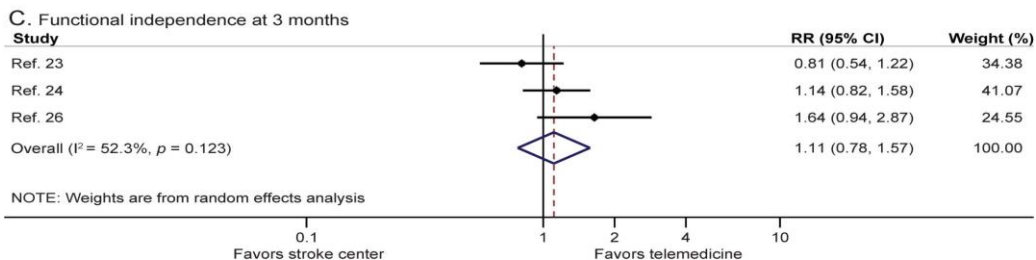
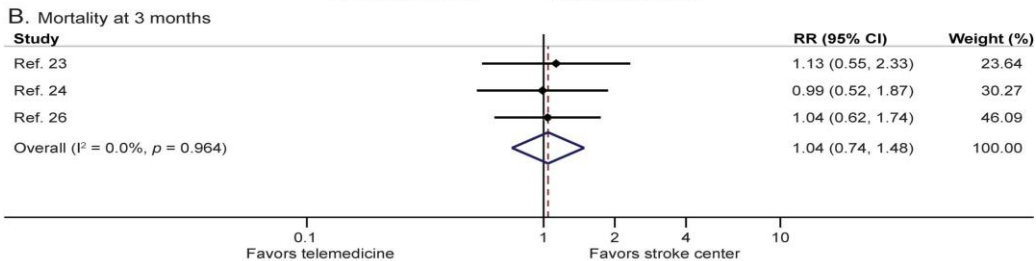
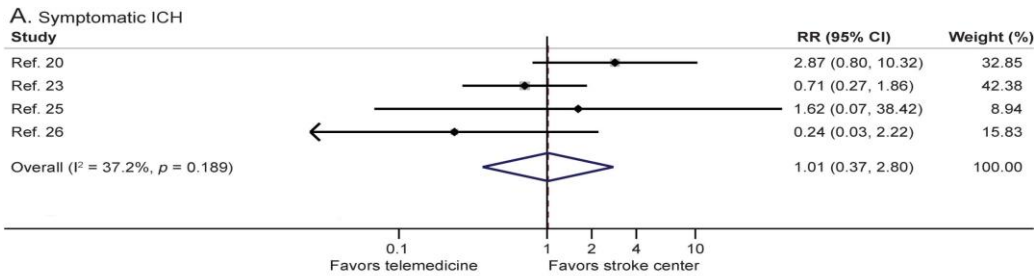
## ÉTAPE HOSPITALIÈRE HYPER AIGUE

### Safety and efficacy of thrombolysis in telestroke

A systematic review and meta-analysis

*Neurology*® 2016;87:1-8

Jessica Keppinger, MD  
Kristian Barlinn, MD  
Stefanie Deckert, MPH  
Madlen Scheibe, ScD  
Ulf Bodechtel, MD  
Jochen Schmitt, MD



Review

### Is telestroke more effective than conventional treatment for acute ischemic stroke? A systematic review and meta-analysis of patient outcomes and thrombolysis rates

Ahmed Mohamed<sup>1</sup>, Salah Elsherif<sup>2</sup>, Brittney Legere<sup>3</sup>,  
Nida Fatima<sup>4</sup>, Ashfaq Shuaib<sup>5</sup> and Maher Saqqur<sup>6</sup>

Figure 4. Symptomatic intracranial hemorrhage (sICH) at 90 days.

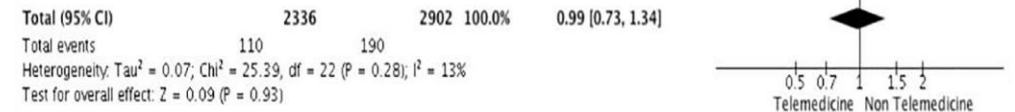


Figure 3. Mortality at 90 days.

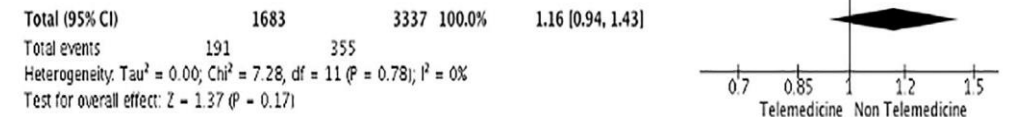
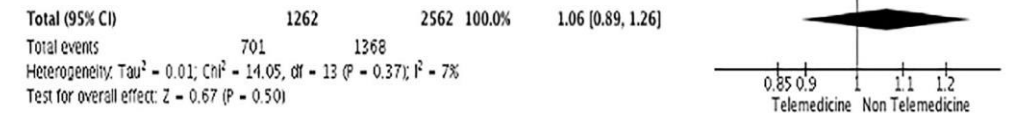
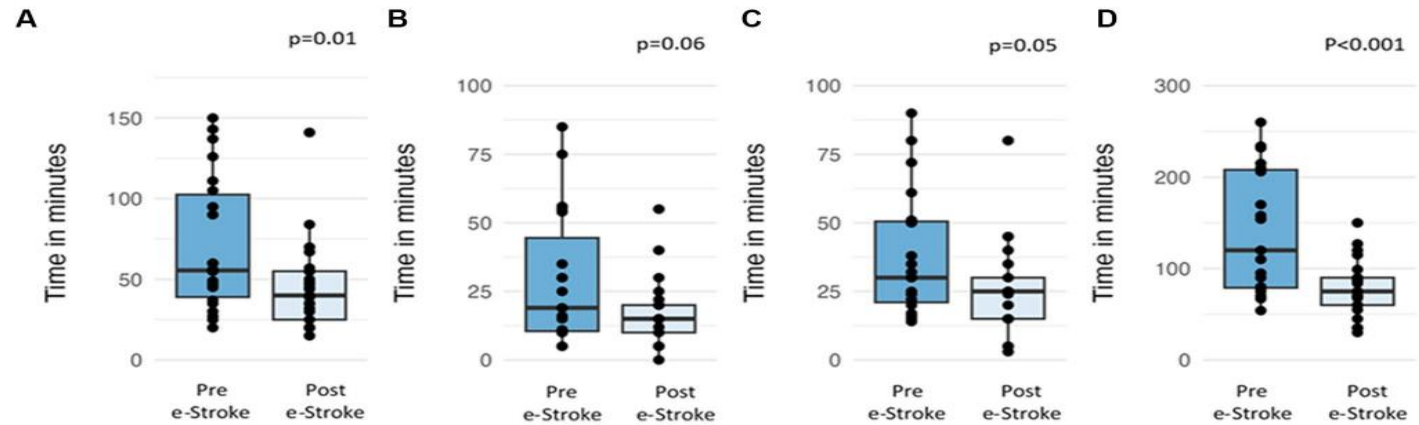
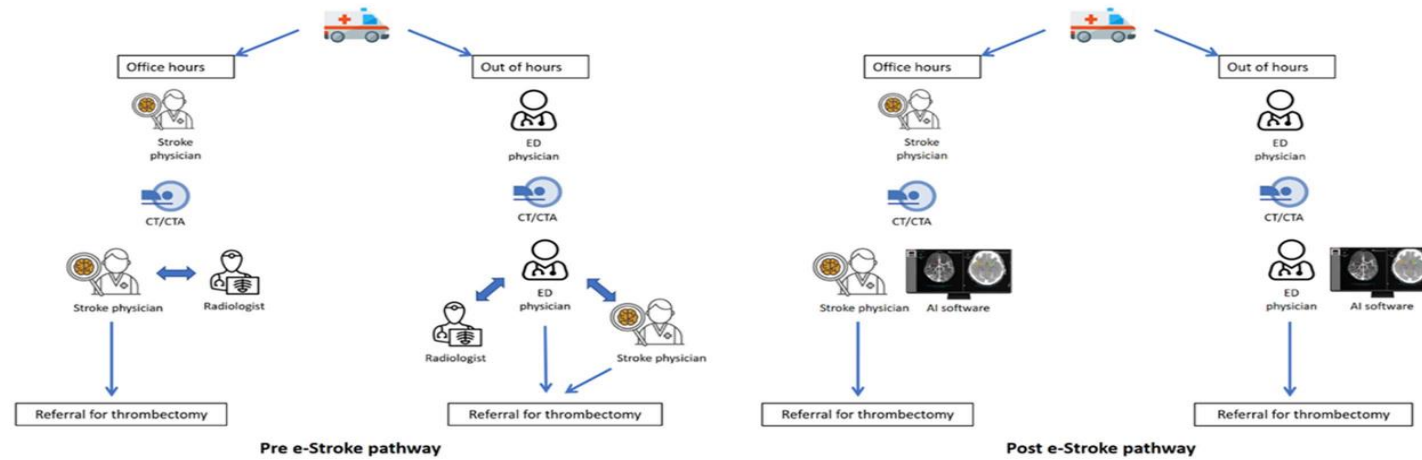


Figure 2. Good functional outcome (modified Rankin scale (mRS)=0-2) at 90 days.





## ÉTAPE HOSPITALIÈRE HYPER AIGUE



Time differences in the pre- and post-e-Stroke cohorts; (A) door-in to referral, (B) referral to acceptance, (C) acceptance to door out, and (D) door-in-door-out.



## ÉTAPE HOSPITALIÈRE AIGUE

- Expertises neurovasculaires répétées pour le suivi des patients pris en charge dans les établissements sans UNV
- Télé-expertise entre équipe neurovasculaire permettant un partage des compétences



## ÉTAPE ÉTIOLOGIQUE (IC Cryptogénique)

 ESC  
European Society  
of Cardiology  
European Heart Journal (2020) 42, 373–498  
doi:10.1093/eurheartj/ehaa612

ESC GUIDELINES

### 2020 ESC Guidelines for the diagnosis and management of atrial fibrillation developed in collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS)

The Task Force for the diagnosis and management of atrial fibrillation of the European Society of Cardiology (ESC)

#### Recommendations for screening to detect AF

Recommendation	Class <sup>a</sup>	Level <sup>b</sup>
● Definite diagnosis of AF in screen-positive cases is established only after physician reviews the single-lead ECG recording of $\geq 30$ s or 12-lead ECG and confirms that it shows AF.		

Tracé ECG monodérivation  
suffisant pour poser le  
diagnostic de FA



## ÉTAPE ÉTIOLOGIQUE (IC Cryptogénique)

### SINGLE-LEAD ECG DEVICES



Aliyecor Kardja



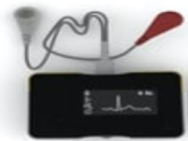
Omron Heart Scan



REKA E100



AfibAlert



Dimetek Microambulatory ECG recorder



Heart Check Pen



PC 80B color



Schiller Miniscope



Zenicor ECG



InstantCheck ECG

### PPG-based wearable devices

**earlobe sensor**  
sensitivity 90.9%  
specificity 90.9%

**armband**  
sensitivity 95.2%\*\*  
specificity 92.5%\*\*

**sphygmomanometer**  
sensitivity 83.3-100%  
specificity 88.8-98.8%

**fingerband**  
sensitivity 99.0%\*  
specificity 94.3%\*

**wristband**  
sensitivity 87.3-98.0%  
specificity 81.9-99.2%

**wristwatch**  
sensitivity 67.7-100%  
specificity 67.6-99.0%

### Implantable loop recorders

**ILR**  
sensitivity 92.0-100%  
specificity 85.4-99.0%

### ECG-based wearable devices

**patch**  
sensitivity 93.4-97.0%  
specificity 95.6-98.8%

**wireless recorder**  
sensitivity 94.6%  
specificity N/D

**chestbelt**  
sensitivity 96.3%  
specificity 98.2%

### PPG-based handheld devices

sensitivity 91.5-98.5%  
specificity 91.4-100%

### MCG-based handheld devices

sensitivity 67.0%  
specificity 99.0%

### ECG-based handheld devices

sensitivity 94.0-98.0%  
specificity 76.0-95.0%



## ÉTAPE ÉTIOLOGIQUE (IC Cryptogénique)

Mydiagnostick

Smartphone  
Kardiomobile 6L (AliveCor) cleared by the FDA (2019)







## ÉTAPE ÉTIOLOGIQUE (IC Cryptogénique)

### Clinical Validation of 5 Direct-to-Consumer Wearable Smart Devices to Detect Atrial Fibrillation

BASEL Wearable Study

JACC: CLINICAL ELECTROPHYSIOLOGY VOL. 9, NO. 2, 2023  
FEBRUARY 2023:232-242

Mannhart et al  
Smart-Device Detection of Atrial Fibrillation

### CENTRAL ILLUSTRATION 5 Compared Devices



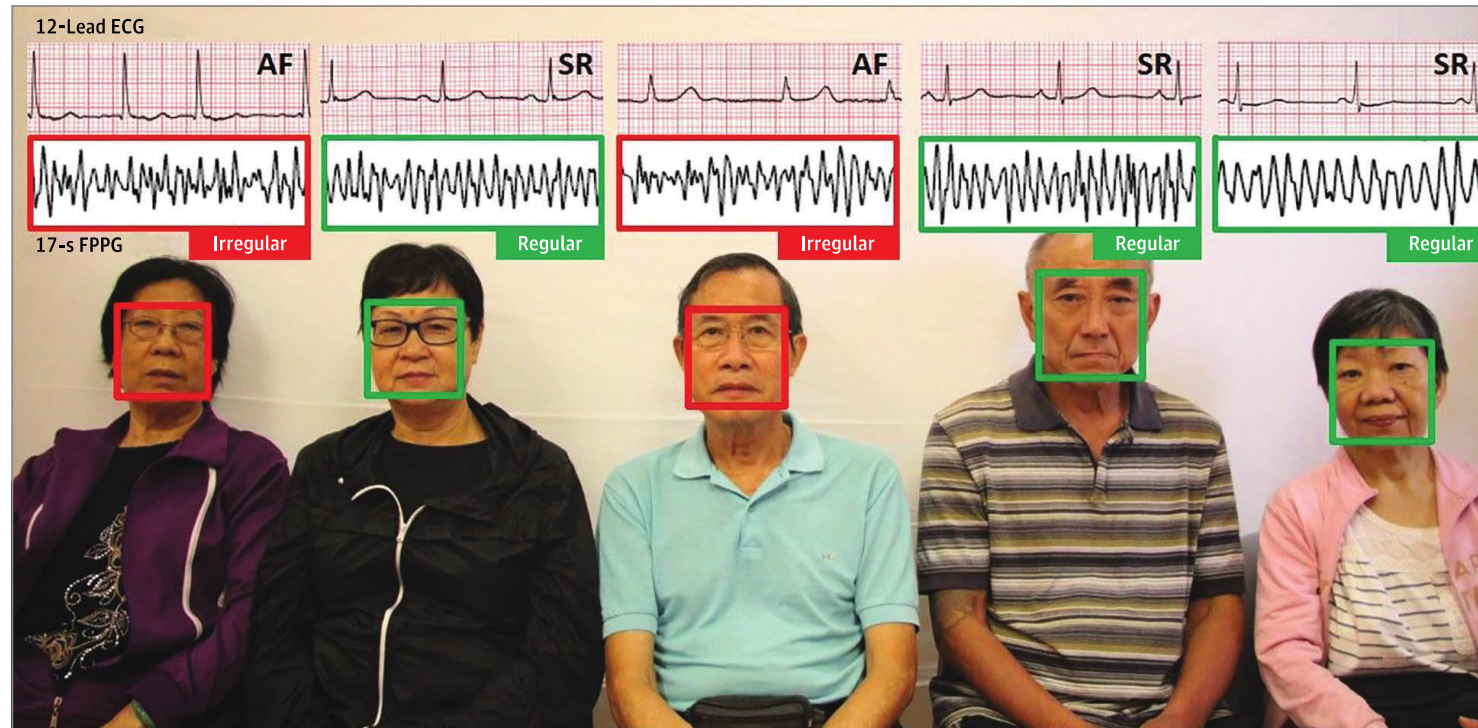
Manufacturer	Apple	Samsung	Withings	Fitbit	AliveCor
Version	Watch 6	Galaxy Watch3	ScanWatch	Sense	Kardia Mobile
Sensitivity (95% CI)	85% (72%-94%)	85% (72%-94%)	58% (42%-72%)	66% (51%-79%)	79% (64%-89%)
Specificity (95% CI)	75% (67%-83%)	75% (66%-82%)	75% (67%-83%)	79% (70%-86%)	69% (60%-77%)
Inconclusive tracings	18%	17%	24%	21%	26%
Preferred Choice <sup>*a</sup>	39%	12%	24%	15%	5%
Limit of HR interpretation <sup>*b</sup>	50-150 beats/min	50-120 beats/min	No information	50-120 beats/min	50-100 beats/min
Battery capacity <sup>*c</sup>	18 h <sup>*d</sup>	45 h <sup>*d</sup>	720 h <sup>*d</sup>	144 h <sup>*d</sup>	90 h / 2 y <sup>*e</sup>
Price <sup>*d</sup>	449	265	303	244	147



## ÉTAPE ÉTIOLOGIQUE (IC Cryptogénique)

- ✓ Contact-Free Detection of Atrial Fibrillation From Video using a smartphone camera With Deep Learning based on facial photo plethysmography. Possibility of multiple screening.

A Demonstration of a single video recording of 5 patients sitting in heart rhythm permutation #24



Pulse-based  
detection  
systems

Sensitivity : 93.8% (95% CI, 88.9%-96.6%)  
Specificity : 98.1% (95% CI, 94.6%-99.4%)

Positive predictive value : 98.0% (95% CI, 94.2%-99.4%)  
Negative predictive value : 94.0% (95% CI, 89.6%-96.6%)



## ÉTAPE ÉTIOLOGIQUE (IC Cryptogénique)

Rhythm monitoring strategies for atrial fibrillation detection in patients with cryptogenic stroke: A systematic review and meta-analysis

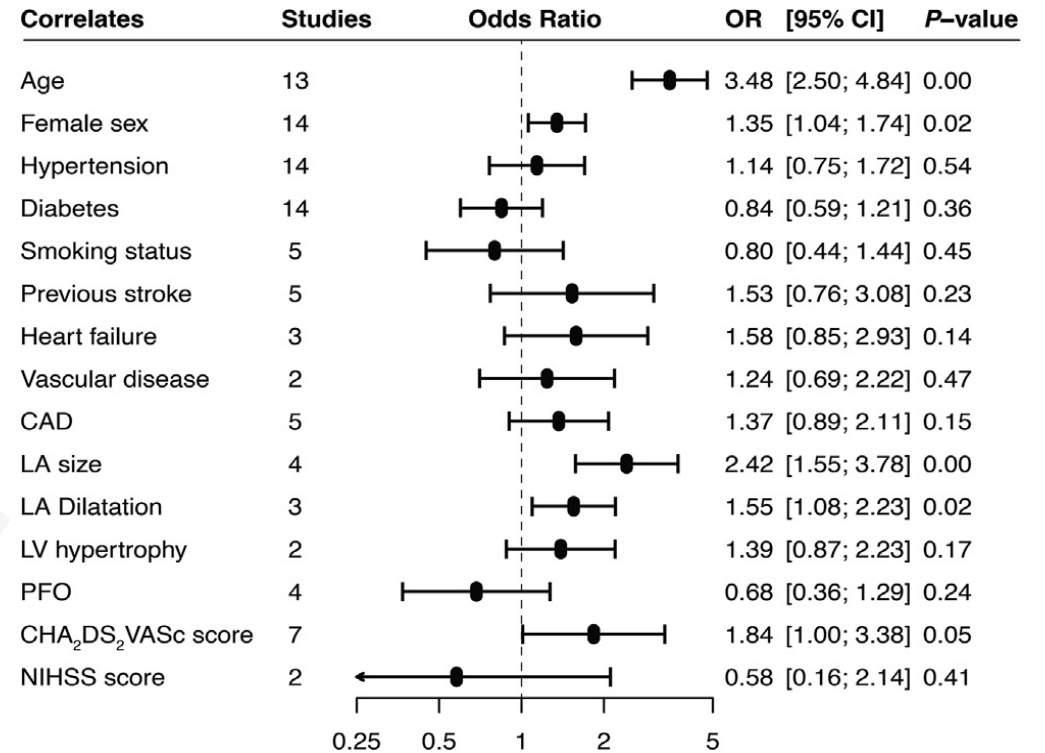
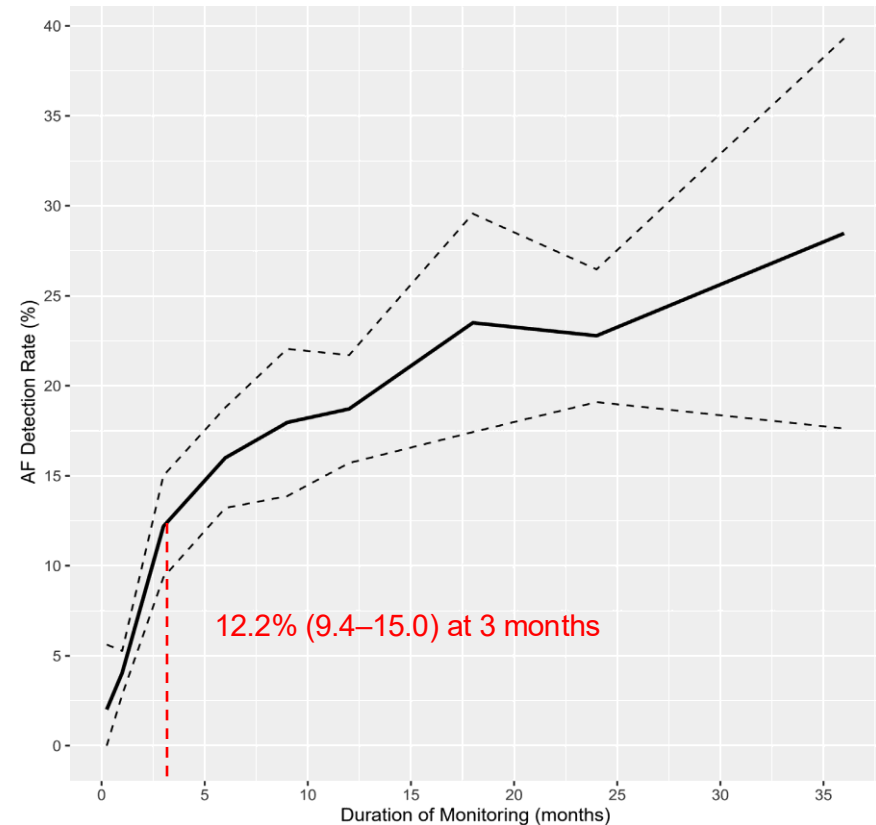


Fig. 3. Univariable correlates of atrial fibrillation detection on implantable cardiac monitors in patients with cryptogenic stroke.



## ÉTAPE DE LA REEDUCATION ET CS POST AVC

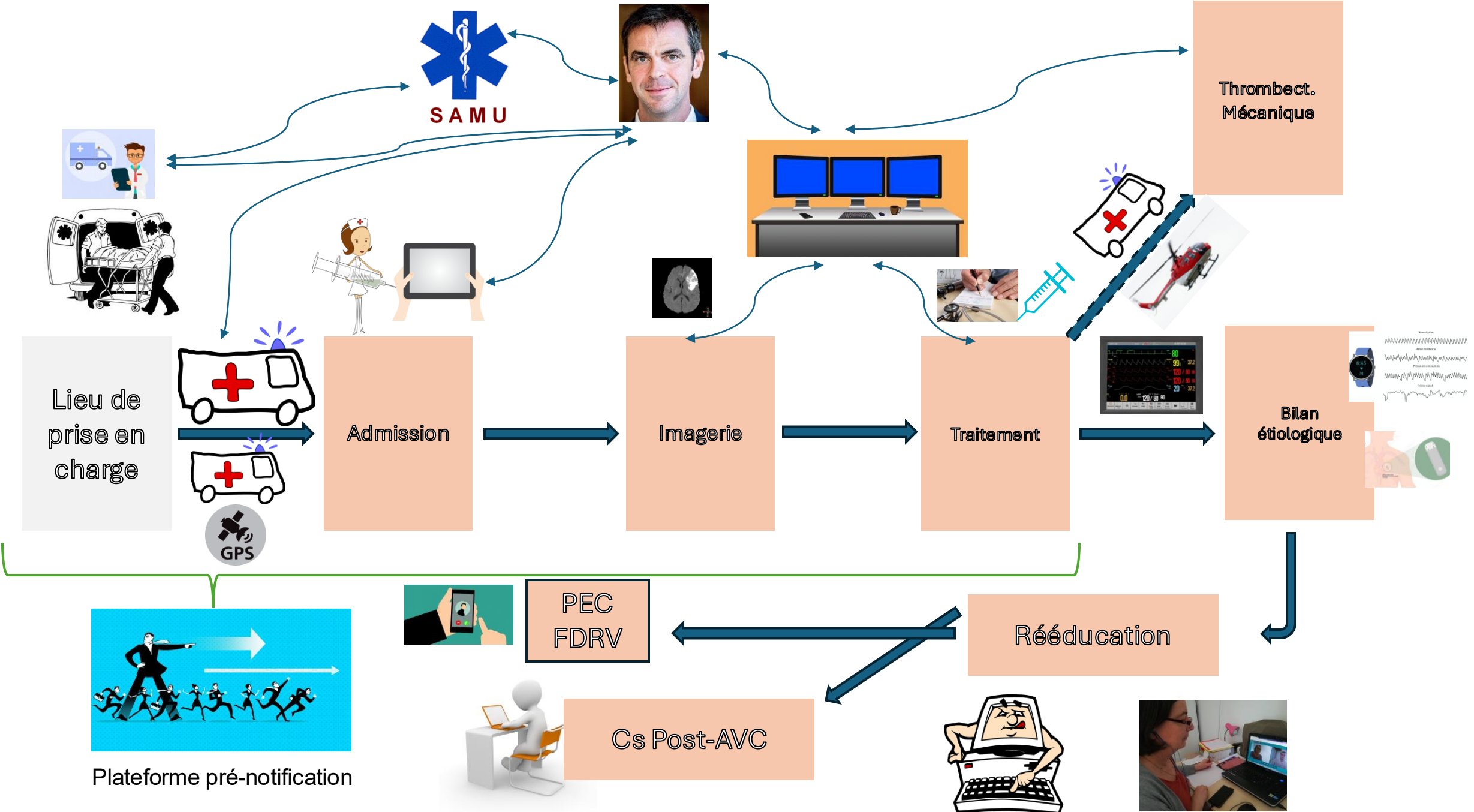
- Permettre d'organiser à distance une partie de la rééducation et du suivi post-AVC par télésoin et téléconsultation
- Permettre aux patients de réaliser une auto-rééducation et auto-réadaptation en complément des séances en présentiel, à l'aide d'applications mobiles ou autres dispositifs (réalité virtuelle, objets connectés, etc).
- Permettre via des outils numériques spécifiques ou non à l'AVC, la mise en place de stratégies de compensation des déficits
- Rééducation orthophonique et cognitive (COLA)
- Télé-Consultation post-AVC ou Télé-expertise neurologique si la consultation a été réalisée en présentiel par le médecin rééducateur par exemple



## ÉTAPE DU SUIVI AU LONG COURS

- Permettre de numériser des supports d'informations et d'éducation thérapeutique avec un contenu adapté et vulgarisé
- Application de détection des troubles anxio-dépressif précocément après l'AVC et orientation vers un thérapeute (MOTIV-POST-DEP)
- Télé-surveillance de facteurs de risque vasculaire
- Télé-surveillance du syndrome d'apnée du sommeil via la VNI
- Application de coach motivationnel pour la prise en charge des facteurs de risque
- Aider au maintien à domicile via la détection automatique des chutes

# La télémédecine à tous les étages





## CONCLUSION

- Dans l'idéal, le Télé AVC devrait être « simple comme un coup de fil », rapide pour tracer la demande et la réponse
- Fiable sur le plan technique et de Haute qualité pour l'analyse vidéo du patient et de l'imagerie
- Une phase préhospitalière « organisée » s'appuyant sur les outils numériques réduit les délais « door-to-needle »
- Permet l'accès à la TIV et à la TM pour tous + suppléance aux manques de professionnels
- Développement d'outils d'aide au maintien à domicile
- Favorise le partage des connaissances, des compétences et des bonnes pratiques entre professionnels de santé.
- Permettent de maintenir des activités malgré des tensions sur les ressources humaines
- Mieux valoriser les actes afin de consacrer le matériel et les ressources humaines nécessaires ++