

# Etude d'un verre intelligent pour le suivi d'activité à domicile des patients post-AVC.

## RÉSUMÉ

Dans ce papier, nous présentons une plateforme de suivi d'activité continu et de guidage des patients post-AVC à domicile durant leurs activités de la vie quotidienne. La plateforme consiste en un verre intelligent qui embarque des capteurs afin de suivre l'activité du bras et de la main lors de la journée. Le verre détecte son orientation, le niveau d'eau, sa position par rapport à une cible spécifique ainsi que les tremblements. De plus, un affichage permet de guider le patient dans ses mouvements. Nous présentons également deux études prévues avec les thérapeutes et les patients.

## Keywords

Accident Vasculaire Cérébral; Monitoring; A Domicile; Verre; Internet des Objets

## 1. INTRODUCTION

15 million de personnes sont victimes d'un Accident Vasculaire Cérébral (AVC) chaque année. Les victimes d'AVC sont confrontées à divers déficits cognitifs et moteurs [3]. La rééducation post-AVC demeure chère en terme d'infrastructure et de personnel médical. De plus, aucun suivi à domicile ne permet d'évaluer les progrès des patients. En général, les progrès sont évalués avant chaque séance de rééducation par le thérapeute à l'aide de mesures empiriques basées sur des estimations visuelles [4]. Beaucoup d'activités de la vie quotidiennes (AVQs) permettent de fournir des données pertinentes sur le rétablissement des patients [2]. L'émergence de l'Internet des Objets nous laisse imaginer un monitoring continu des patients post-AVC à domicile. Les données récoltées pourraient permettre aux thérapeutes d'adapter leurs programmes de rééducation en fonction des progrès de chaque patient. Ce papier présente la conception et l'implémentation d'un verre intelligent, appelé SyMPATHy, basé sur une AVQ : remplir un verre et boire. Le but est de suivre l'activité de la main et du bras chez un patient victime d'un AVC et de fournir un guidage durant les exercices de rééducation.

## 2. CONCEPT

Le processus de conception de SyMPATHy se décompose en cinq étapes et est basé sur la méthodologie suivante :

### 1 Identification

- de la tâche à effectuer (voir Section 2.1)
- des informations à monitorer (voir Section 2.2)
- du feedback sensoriel à fournir au patient (voir Section 2.2)

### 2 Implementation de la plateforme (voir Section 2.3)

### 3 Acquisition des données et traitement (voir Section 2.3)

### 4 Etude technique de la plateforme (voir Section 2.3)

### 5 Etudes prévues (voir Section 3)

### 2.1 Tâche à effectuer

Après différents entretiens avec deux professionnels de santé travaillant dans un centre de rééducation, notre travail se concentre sur la tâche d'atteindre, remplir et transporter un verre. Cette tâche se base sur différentes sous-tâches motrices (mouvement du bras, saisir avec la main, etc.) des membres supérieurs, également impliqués dans d'autres AVQs (nettoyage, prendre une douche, etc.). De plus, cette tâche implique simultanément un feedback visuel, tactile, proprioceptif et audio.

### 2.2 Fonctionnalité et choix des feedback

Remplir un verre et boire sont des tâches pouvant être décomposées en différentes étapes qui requièrent un suivi : (1) Remplir le verre, (2) Saisir le verre, (3) Tenir et transporter le verre et (4) Poser le verre sur la table. Au suivi s'ajoute les feedback qui sont essentiels pour les patients avec des troubles moteurs et sensoriels. Des alertes et un guidage durant les étapes de remplissage et de déplacement améliorent les performances et la motivation des patients [5]. Le feedback visuel a été préféré pour la première étape (1). Une étude informelle nous a conduit à utiliser le canal visuel pour afficher des couleurs verticalement sur le verre. L'information relative au niveau d'eau est simplifiée par un affichage segmenté des couleurs correspondant à la culture Européenne (rouge, orange, jaune et vert). Le feedback sélectionné pour la troisième étape (3) est également un feedback visuel autour du haut du verre. Des LEDs se colorent en fonction de l'inclinaison du verre (vert 0-20°, jaune 20-35°, orange 35-50° and rouge > 50°). En outre, le canal audio a été

privilegié pour alerter le patient quand il atteint une cible sur la table. De ce fait, le canal visuel n'est pas surchargé. Aucun feedback n'est fourni pour la seconde étape (2) ainsi que pour les tremblements.

### 2.3 Implémentation

SyMPATHy embarque un Raspberry Pi Zero et des capteurs afin de collecter et traiter les données et fournir un feedback au patient. La détection de l'orientation est assurée par une Centrale Inertielle (9-DoF IMU MPU-9150). Les capteurs de niveau d'eau industriels ayant trop de contraintes (taille, faible réactivité), un capteur sur mesure basé sur la conductivité des liquides et les ponts diviseurs de tension a été ajouté au verre. Pour chaque niveau, une électrode est reliée à un pont diviseur de tension. La mesure de tension permet de détecter la présence ou l'absence de liquide. La position relative par rapport à une cible spécifique est assurée par un lecteur NFC (Near-Field Communication). Enfin, des capteurs de pression (Force Sensing Resistors) sont positionnés sur l'empreinte de main afin de suivre les forces appliquées sur le verre lors de la saisie.

Une étude technique a montré que la détection des tremblements gyroscopiques est fiable avec une marge d'erreur de 3.6%, valeur proche de la documentation (3%).

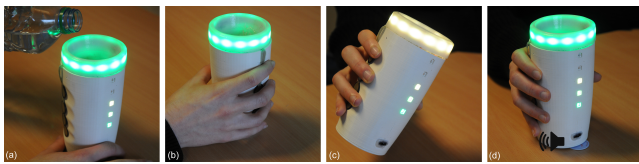


Figure 1: SyMPATHy en utilisation: (a) remplissage, (b) saisie, (c) transport et (d) dépôt.

### 3. ÉTUDES PRÉVUES

Basé sur ce premier prototype de SyMPATHy, deux études sont prévues avec les thérapeutes et les patients. Le premier objectif est d'avoir des retours afin d'améliorer le design et les fonctionnalités du verre. L'utilisabilité et l'acceptabilité de la plateforme seront également étudiés. Enfin, l'impact de SyMPATHy sur l'état de santé des patients devrait être évalué.

#### 3.1 Étude avec les thérapeutes

SyMPATHy fournit un grand nombre de données pertinentes sur l'activité du patient (enregistrements temporels, valeurs moyennes, etc.). Les données collectées doivent être affichées afin de fournir des informations utilisables pour les thérapeutes. Une étude avec ces derniers travaillant dans un centre de rééducation sera menée afin de créer un outil de visualisation répondant à leurs attentes. Cette étude devrait souligner les informations les plus importantes à afficher ainsi que la manière de les afficher. Plus fondamentalement, cette étude évaluera l'utilité des données récoltées par ce type de plateforme pour suivre les AVQs.

#### 3.2 Étude avec les patients

Une autre étude avec des patients dans un centre de rééducation doit être conduite. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'acceptabilité du verre dans le processus de rééducation. Tout d'abord, le verre (fonctionnalités et affichage)

sera présenté aux patients. Ensuite, les patients devront utiliser le verre sans feedback. Après ça, les feedback seront activés. Durant chaque étape, l'acceptabilité et l'utilisabilité de SyMPATHy seront évalués avec les patients et les thérapeutes. Les résultats de cette étude devrait mettre en évidence les fonctionnalités à améliorer et nous permettre d'identifier les faiblesses pouvant mener à un rejet de ce concept technologique [1].

### 4. CONCLUSIONS

Le prototype de verre intelligent SyMPATHy a été développé pour suivre l'activité des patients et les guider durant les AVQs. Les données collectées fournissent des informations pertinentes sur l'évolution du patient et permettent au thérapeute d'adapter son programme de rééducation. Deux études sont prévues afin d'améliorer les fonctionnalités du verre et de créer un outil de visualisation des données utilisable pour les thérapeutes ainsi que d'évaluer l'utilisabilité du verre pour les patients et les thérapeutes.

### 5. REFERENCES

- [1] M. Anastassova, C. Mégard, and J.-M. Burkhardt. Prototype evaluation and user-needs analysis in the early design of emerging technologies. In *Human-computer interaction. Interaction design and usability*, pages 383–392. Springer, 2007.
- [2] B. Gialanella, R. Santoro, and C. Ferlucci. Predicting outcome after stroke: the role of basic activities of daily living predicting outcome after stroke. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, 49(5):629–637, 2013.
- [3] J. S. Kim. Delayed onset hand tremor caused by cerebral infarction. *Stroke*, 23(2):292–294, 1992.
- [4] S. Pandian and K. N. Arya. Stroke-related motor outcome measures: Do they quantify the neurophysiological aspects of upper extremity recovery? *Journal of bodywork and movement therapies*, 18(3):412–423, 2014.
- [5] R. Stanton, L. Ada, C. M. Dean, and E. Preston. Feedback received while practicing everyday activities during rehabilitation after stroke: An observational study. *Physiotherapy Research International*, 2014.