



**HAL**  
open science

## Évaluation initiale d'un outil d'aide à la communication pour des personnes atteintes de la maladie de Parkinson

Kathia Marçal de Oliveira, Taisa Guidini Gonçalves, Sophie Lepreux, Christophe Kolski, Véronique Delcroix, Nejmeddine Allouche, Philippe Pudlo, Yohan Guerrier

### ► To cite this version:

Kathia Marçal de Oliveira, Taisa Guidini Gonçalves, Sophie Lepreux, Christophe Kolski, Véronique Delcroix, et al.. Évaluation initiale d'un outil d'aide à la communication pour des personnes atteintes de la maladie de Parkinson. 33e conférence internationale francophone sur l'Interaction Humain-Machine (IHM'22), AFIHM, Apr 2022, Namur, Belgique. 10.1145/3502178.3529112 . hal-03847545

**HAL Id: hal-03847545**

**<https://hal.science/hal-03847545>**

Submitted on 17 Nov 2022

**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.

# Évaluation initiale d'un outil d'aide à communication pour des personnes atteintes de la maladie de Parkinson

Initial evaluation of a communication aid for people with Parkinson's disease

Kathia Marçal de Oliveira  
kathia.oliveira@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

Taisa Guidini Gonçalves  
Taisa.GuidiniGoncalves@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

Sophie Lepreux  
sophie.lepreux@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

Christophe Kolski  
christophe.kolski@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

Veronique Delcroix  
veronique.delcroix@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

Nejmeddine Allouche  
nejmeddine.allouche@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

Yohan Guerrier  
yohan.guerrier@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

Philippe Pudlo  
philippe.pudlo@uphf.fr  
Univ. Polytechnique Hauts-de-France,  
LAMIH, CNRS, UMR 8201  
F-59313 Valenciennes, France

## ABSTRACT

Parkinson's disease (PD) is the second most prevalent neurodegenerative disease in the world. Quality of life and social participation for people with PD are severely impacted. Because of non-motors symptoms as communication impairments, their speech intelligibility is worsened and as a consequence, their social relations are most often affected. In order to improve this situation, we have been worked on the development of communication aid for people with PD. Using a user-centered design approach, we have developed a first prototype. Before submit this prototype to the evaluation by people with PD, we performed an initial evaluation with asymptomatic people to evaluate the protocol, procedures and usability problems. This paper reports the result of this evaluation and the plan for the future steps.

## CCS CONCEPTS

• **Human-centered computing** → **HCI design and evaluation methods; Interaction design.**

## KEYWORDS

Usability evaluation, User test

## RÉSUMÉ

La maladie de Parkinson est la deuxième maladie neurodégénérative la plus répandue dans le monde. La qualité de vie et la participation

sociale des personnes atteintes de la maladie de Parkinson (MP) sont gravement affectées, non seulement par les symptômes moteurs, mais surtout par les symptômes non moteurs tels que les troubles de la communication qui détériorent l'intelligibilité de la parole, la capacité à exprimer les états affectifs et, par conséquent, les relations sociales. Afin d'améliorer cette situation, nous avons travaillé sur le développement d'un outil d'aide à la communication pour les personnes atteintes de la MP. En utilisant une démarche de conception centrée utilisateur, nous avons développé un premier prototype. Avant de soumettre ce prototype à l'évaluation de personnes atteintes de la maladie de Parkinson, nous avons réalisé une étude initiale avec des personnes asymptomatiques pour évaluer le protocole, les procédures et les problèmes d'utilisation. Cet article présente les résultats de cette évaluation et le plan pour les étapes futures.

## MOTS-CLÉS

Évaluation d'utilisabilité, Test utilisateur

## ACM Reference Format:

Kathia Marçal de Oliveira, Taisa Guidini Gonçalves, Sophie Lepreux, Christophe Kolski, Veronique Delcroix, Nejmeddine Allouche, Yohan Guerrier, and Philippe Pudlo. 2022. Évaluation initiale d'un outil d'aide à communication pour des personnes atteintes de la maladie de Parkinson. In *IHM '22: Proceedings of the 33rd Conference on l'Interaction Humain-Machine: Adjunct (IHM '22 Adjunct)*, April 5–8, 2022, Namur, Belgium. ACM, New York, NY, USA, 7 pages. <https://doi.org/10.1145/3502178.3529112>

## 1 INTRODUCTION

La maladie de Parkinson (MP) est la deuxième maladie neurodégénérative la plus fréquente après la maladie d'Alzheimer. L'impact de cette maladie sur la qualité de vie et la participation sociale en

fait un problème majeur de santé publique. Les symptômes de la MP sont classiquement divisés en symptômes moteurs (les plus connus) et en symptômes non moteurs [13]. Parmi les symptômes non-moteurs, 70 % des personnes atteintes de Parkinson font état de troubles de la communication au niveau de la parole et de la voix [8]. Par exemple, beaucoup de personnes ont des troubles de la voix rendant difficiles voire impossible la communication orale avec leur entourage. Ayant également perdu la dextérité, certaines personnes ont du mal à utiliser un stylo pour écrire ce qu'elles souhaiteraient exprimer. Les différents symptômes de la MP entraînent le plus souvent un retrait social actif ou passif et ont un impact négatif sur le bien-être subjectif des patients.

L'une des principales difficultés du développement d'une application d'aide à la communication réside dans le fait qu'il n'existe pas de patient "type" et que la présentation de la maladie et ses symptômes diffèrent considérablement d'une personne à l'autre [3]. En outre, une difficulté réside sur l'évolution du profil de l'utilisateur due au fait de la maladie dégénérative [10]. Par exemple, le besoin initial d'un utilisateur de parler avec des personnes (discuter de son passé ou de son quotidien) peut être substitué, avec le temps, pour ce même utilisateur pour le besoin de faire une simple demande ("je veux de l'eau"). Ainsi, nous devons rechercher un bon équilibre entre la facilité d'utilisation (afin d'être intuitif et adaptable à chacun) et la complétude afin de répondre aux besoins de communication entre une personne MP et ses aidants ou son cercle social. Cette communication peut se faire directement par l'écriture de texte par la personne atteinte de la MP et l'utilisation d'une synthèse vocale ou indirectement par l'envoi de texte écrit par message à l'aidant par exemple ou une autre personne de son entourage (ou plus généralement de son écosystème, au sens de [7]).

Au cours de notre recherche sur les aides à la communication destinées aux personnes atteintes de la MP, nous avons pu constater le nombre peu important de solutions proposées. Nous pouvons citer en exemple les applications VOCALYX [6] et Proloquo2go [9]. Ces deux applications ne répondent pas à nos attentes de disposer d'une solution spécifique pour les personnes atteintes de la MP. D'autres applications permettent de répondre à d'autres besoins, comme la rééducation, telle l'application LApp [12] focalisée sur le volume de la voix.

Dans ce contexte, nous travaillons sur un projet appelé ParkinsonCom [5], réunissant différents partenaires académiques, hospitaliers et associatifs, de France et de Belgique. Ce projet vise à développer un outil d'aide à la communication pour les personnes atteintes de la maladie de Parkinson afin d'améliorer leur participation et leur inclusion sociale. Pour atteindre cet objectif, nous utilisons une approche de conception centrée sur l'utilisateur [10] suivant la norme NF EN ISO 9241-210 [4]. A partir d'une première itération de cette approche, nous avons développé un prototype destiné à être évalué par des personnes atteintes de la MP. Pour effectuer cette évaluation, un protocole d'évaluation a été établi, définissant un ensemble d'hypothèses et de procédures à suivre.

Cependant, nous avons décidé de procéder à une évaluation préliminaire avec des personnes asymptomatiques afin de vérifier l'exécution d'un scénario d'utilisation et de faire une première évaluation de la facilité d'utilisation. Les résultats de cette évaluation indiqueraient la nécessité ou non d'apporter des modifications à

la conception de l'interface avant de soumettre l'évaluation aux personnes atteintes de la MP.

Dans les sections suivantes, nous présentons brièvement le projet ParkinsonCom et le prototype qui a été utilisé pour l'évaluation. Nous présentons ensuite le protocole d'évaluation établi, la première évaluation réalisée avec des personnes asymptomatiques et les résultats obtenus. Nous concluons cet article en présentant les prochaines étapes d'évaluation pour le développement de la version finale du logiciel.

## 2 LE PROJET PARKINSONCOM

Le projet ParkinsonCom a pour objectifs de co-construire et rendre disponible un logiciel évolutif d'aide à la communication, avec et pour les patients atteints de la MP et leur entourage. Pour répondre à la complexité des besoins et des réponses associées, un partenariat pluridisciplinaire composé de chercheurs, développeurs, médecins, psychologues, intervenants professionnels, personnes atteintes de la MP et aidants proches a été mis en place au sein de l'ensemble des phases du projet : (i) **La recherche et l'analyse des besoins** – pour une compréhension approfondie des troubles évolutifs de la communication des patients, leurs impacts quotidiens et l'identification des besoins de communication ; (ii) **La co-construction** – pour la conception, la spécification et le développement de l'outil d'aide à la communication ; (iii) **L'évaluation** pour son amélioration continue en utilisant des approches de qualité logicielle de façon à assurer l'utilisabilité et l'acceptabilité du logiciel, en accord avec les enjeux éthiques et déontologiques ; (iv) **Les formations** autour de la psycho-éducation relative à l'aide à la communication sociale ainsi que sur l'utilisation de l'outil logiciel développé.

La phase (i) a été réalisée par une revue de la littérature et un ensemble d'entretiens avec des neurologues, aidants et parkinsoniens pour identifier les besoins de communication. En fonction des différentes demandes discutées lors de ces entretiens, nous avons identifié un premier ensemble de fonctionnalités « essentielles » pour que le logiciel soit considéré comme efficace, présenté ci-dessous :

- **Préparer un dialogue** - Cette fonctionnalité sera utilisée pour les personnes atteintes de la maladie, au moment où elles veulent communiquer avec leur entourage. Elles pourront préparer un dialogue en tapant du texte, ou en utilisant des pictogrammes que l'application proposera au fur et à mesure de la saisie. Ces dialogues pourront être lus immédiatement par la synthèse vocale, ou enregistrés à la demande.
- **Utiliser un dialogue** - lorsque l'utilisateur veut utiliser un dialogue qu'il a enregistré précédemment, pour le lire avec la synthèse vocale ou le modifier.
- **Faire une demande** - cette fonctionnalité est utile en situation de blocage (connue comme mode *off* [14] permettant à l'utilisateur de demander de l'aide à une personne spécifique en l'appelant, ou à une personne à proximité. Cette situation de blocage physique, appelée aussi mode OFF, peut aussi inclure des symptômes non moteur. Ces phases peuvent survenir de façon prévisible, par exemple avant la prochaine prise de médicament, ou de façon imprévisible. La personne peut se sentir "clouée au sol", elle ne peut souvent rien faire pendant cette période, c'est à dire ni se déplacer, ni même

parfois parler. Le plus souvent, elle attend patiemment de sortir de cet état. En général, la personne sent venir cet état. Nous avons proposé un "raccourci" permettant d'accéder rapidement aux fonctionnalités l'accompagnant dans son attente. Ces fonctionnalités permettent notamment aux personnes avec la MP d'accéder à un moment de détente en attendant que cette période de *blocage* soit passée : un lecteur de musique ainsi qu'un lecteur d'histoires drôles sont disponibles. Dans cette interface, l'accès aux fonctionnalités se fait par un clic sur une zone de très grande taille (un quart de l'écran), ce qui est adapté au mode off où l'amplitude et la précision des mouvements sont très restreints

Le cœur de cible du logiciel visé est constitué des personnes rencontrant des difficultés ponctuelles à établir une communication orale (problème d'élocution ou intensité de la voix) et celles qui sont déjà à un stade avancé de la maladie. L'objectif est d'aider ces personnes à retrouver une communication de qualité avec leur entourage (membre de la famille, aidant et soignant).

En raison de la difficulté du problème liée à l'évolution de la MP, nous avons décidé de mettre en œuvre les phases (ii) et (iii) (i.e. co-construction et évaluation) de manière itérative. Nous prévoyons deux itérations. La première implique le développement et l'évaluation d'une version incomplète et simplifiée du logiciel, en l'occurrence le prototype qui est l'objet d'évaluation dans le cadre de cet article. La deuxième itération concerne le développement et l'évaluation de la version finale du logiciel à partir du retour de l'évaluation de la première itération. A partir d'une revue systématique de la littérature [16] et d'une évaluation avec les neurologues participant au projet, il a été décidé d'utiliser une tablette pour le logiciel à développer. La Figure 1 présente le diagramme d'activité (à gauche) et l'interface utilisateur correspondant à la fonctionnalité « Préparer un Dialogue » (à droite).

### 3 LE PROTOCOLE D'ÉVALUATION

Le protocole d'évaluation a été défini selon les consignes de [15] pour la réalisation d'une étude empirique. L'évaluation vise à identifier les problèmes qui affectent l'utilisabilité du prototype du logiciel ParkinsonCom. Cet objectif est formalisé comme suit (le premier point de vue faisant l'objet de cet article) : **Analyser** le prototype ParkinsonCom **avec l'objectif** d'évaluation en ce qui concerne l'utilisabilité **du point de vue** (1) des personnes asymptomatique et (2) des personnes atteintes de la MP **dans le contexte d'utilisation** (1) environnement contrôlé et (2) environnement réel (chez le Parkinsonien).

L'utilisabilité est évaluée en tenant compte du trépied [1] : efficacité, efficacité et satisfaction. Nous utilisons les indicateurs de qualité d'efficacité et d'efficacité, définis par [2]. De plus, nous utilisons le questionnaire standard CSUQ (*Computer Usability Satisfaction Questionnaire*) [11] qui a un degré de fiabilité de 0,95.

L'hypothèse de cette étude est que l'utilisabilité est acceptable pour les personnes asymptomatiques lorsqu'on obtient une valeur supérieure à 4 pour les différents scores proposés par CSUQ : score global sur la satisfaction de l'utilisabilité, score sur l'utilité du système, score sur la qualité de l'information, score sur la qualité de l'interface et score sur la satisfaction générale. La procédure d'exécution est composée de quatre phases : (i) présentation du logiciel,

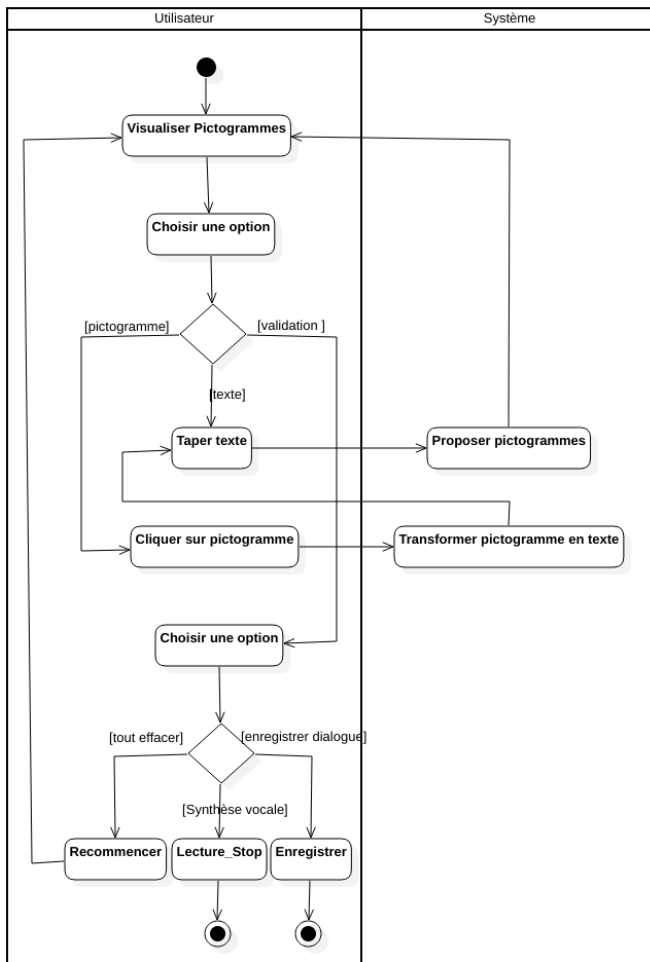
(ii) collecte des informations liées à l'utilisateur, (iii) utilisation pour l'évaluation (l'utilisateur exécute un scénario prédéfini par rapport à une fonctionnalité proposée par le prototype dans le cas de l'évaluation avec des personnes asymptomatiques et plusieurs scénarios pour les personnes symptomatiques), (iv) réponse au questionnaire CSUQ. Ces phases sont réalisées en une session de 30-40 minutes pour l'évaluation avec les personnes asymptomatiques et en 2-3 semaines pour les parkinsoniens (l'idée est que les parkinsoniens utilisent le logiciel chez eux selon leur disponibilité, durant une période au minimum de 15 jours).

### 4 ÉVALUATION INITIALE AVEC DES PERSONNES ASYMPTOMATIQUES

L'évaluation avec des personnes asymptomatiques a eu lieu pendant les pauses d'une conférence qui s'est tenue à Valenciennes en octobre 2021. Un total de 26 participants volontaires (Figure 2) (12 hommes et 14 femmes) de différentes tranches d'âge ont participé à l'évaluation du prototype ParkinsonCom. Parmi ces participants, 31% connaissent au moins une personne atteinte de la maladie de Parkinson (MP). Cette information était pertinente pour comprendre si la personne effectuant l'évaluation connaissait la maladie et pouvait donc avoir une idée de ce que serait l'utilisation de l'application par une personne atteinte de la MP. En outre, nous avons également tenté d'identifier des utilisateurs potentiels de l'application pour une future évaluation.

Les participants ont reçu un scénario pour exécuter la fonctionnalité « Préparer un Dialogue » (au moins une fois) un utilisant les actions suivantes (voir diagramme d'activité Figure 1 (a)) : Sélectionner un pictogramme ou Écrire -> Sélectionner « enregistrer » -> Sélectionner « tout effacer » -> Continuer à écrire -> Sélectionner « Lecture/stop ». La Figure 3 (a) présente le nombre total d'exécutions de la fonctionnalité effectué pour chaque utilisateur et la Figure 3 (b) montre le nombre de pictogrammes utilisés. Le nombre d'actions nous permet d'évaluer la motivation des personnes à utiliser le système. Le nombre de pictogrammes utilisés permet d'estimer l'intérêt des pictogrammes pour améliorer la rapidité d'expression. Ce point est important car pour les personnes atteintes de la MP, chaque *touch* sur l'interface peut représenter un réel effort. En général, les participants ont effectué au moins une fois la fonctionnalité. L'utilisateur p11 est celui qui a exécuté le plus de fois la fonctionnalité et qui a utilisé le plus de pictogrammes. En revanche, l'utilisateur p18 n'a même pas terminé une seule fois la fonctionnalité (aller jusqu'à l'action « enregistrer »). Certains (9, 10, 12, 15, 17 et 22) n'ont pas utilisé de pictogrammes. Seulement 5 utilisateurs (16, 17, 19, 23, 25) n'ont pas réalisé la dernière action (lecture/stop). Ces résultats montrent la faible utilisation des pictogrammes dans la préparation des dialogues. Cela peut être dû au fait que les personnes asymptomatiques, en général, n'ont pas de problèmes de mémoire comme dans le cas des personnes atteintes de la maladie de Parkinson. Par conséquent, même avec ce résultat de faible utilisation, nous avons décidé de maintenir la présentation des pictogrammes pour la préparation des dialogues.

La figure 4 présente les données obtenues pour chaque question du CSUQ. Le résultat est satisfaisant pour la majorité des questions évaluées sauf pour Q9 présentant 13 réponses NA (Non applicable) et Q18 qui n'a pas été considérée pendant l'évaluation car nous



(a) Diagramme d'activité



(b) Vue de l'interface avec apparition de son clavier virtuel

FIGURE 1: Fonctionnalité Préparer un Dialogue - Diagramme d'activité (a) et IHM correspondant (b)

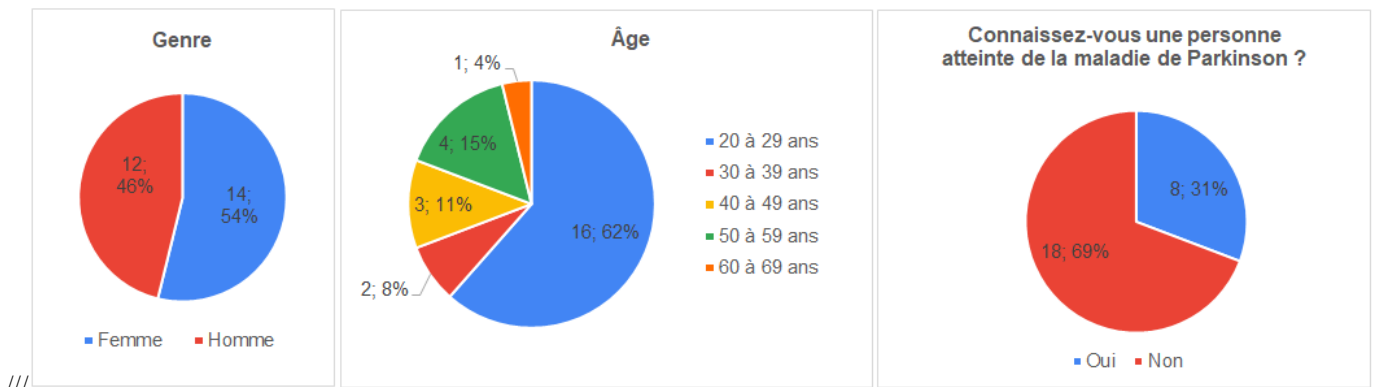
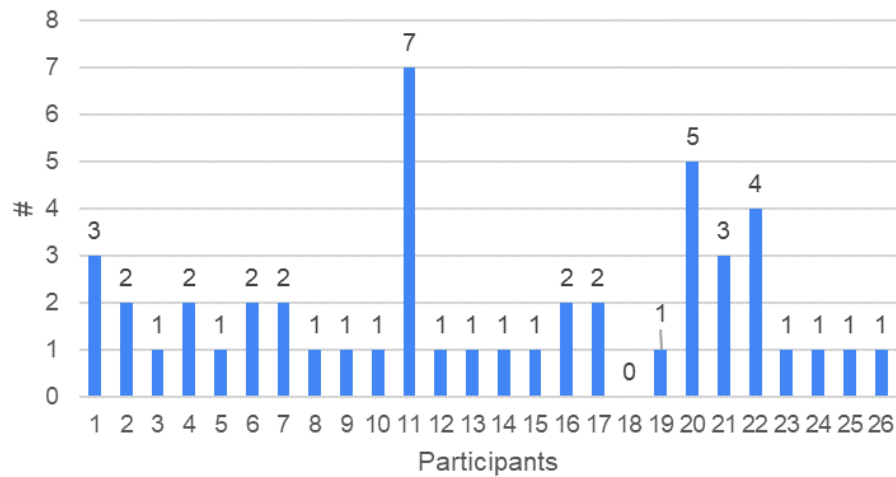


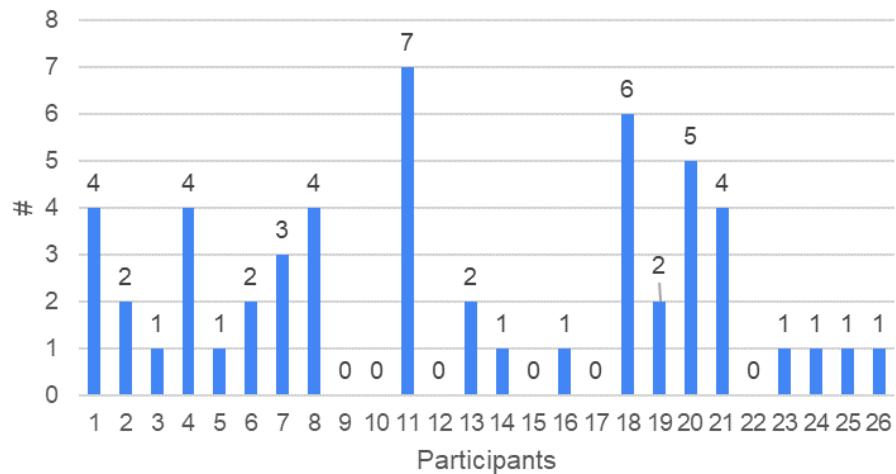
FIGURE 2: Données sur les participants de l'évaluation

évaluons un prototype, et pas la version finale du logiciel. En effet, 50% de réponses ou plus sont placées dans les points 6 et 7 (Tout

à fait d'accord) de l'échelle de Likert de 7 points. Ce résultat est



(a) Nombre d'exécutions de la fonctionnalité



(b) Nombre de pictogrammes utilisés

**FIGURE 3: Résultats concernant l'exécution de la fonctionnalité « Préparer un Dialogue »**

confirmé par tous les scores obtenus pour le CSUQ (voir Tableau1) où la médiane est égale à 6.

## 5 CONCLUSION ET PROCHAINES ÉTAPES

Les résultats obtenus suite à cette évaluation initiale indiquent que le prototype est tout à fait acceptable pour les personnes asymptomatiques et que les procédures ont pu être effectuées sans difficulté particulière. Les indicateurs d'efficacité et d'efficience n'ont pas pu être collectés, étant donné que la plupart des personnes n'ont effectué la fonctionnalité qu'une seule fois. A propos de l'évaluation concernant le point de vue des personnes avec la MP, nous avons joint à ce protocole des documents relatifs à la sécurité des données, des formulaires de consentement et les termes de confidentialité des chercheurs et nous avons soumis à deux comités d'éthique en France et en Belgique qui ont donné tous deux un avis favorable

pour l'expérimentation. 30 personnes atteintes de la maladie de Parkinson se sont portées volontaires pour l'évaluation du prototype qui est actuellement en cours d'exécution.

Cette première évaluation a visé à vérifier si l'application est acceptable pour les personnes concernées par la MP du point de vue de l'efficacité, de l'efficacité et de la satisfaction. Cependant, la question de l'adaptation de l'interface utilisateur en fonction de l'évolution du profil de l'utilisateur reste ouverte.

## REMERCIEMENTS

Le projet ParkinsonCom est développé avec le soutien du Fonds Européen de Développement Régional Interreg V France-Wallonie-Vlaanderen et de l'Agence pour une Vie de Qualité (AVIQ), Belgique que les auteurs remercient. Nous souhaitons remercier les lecteurs

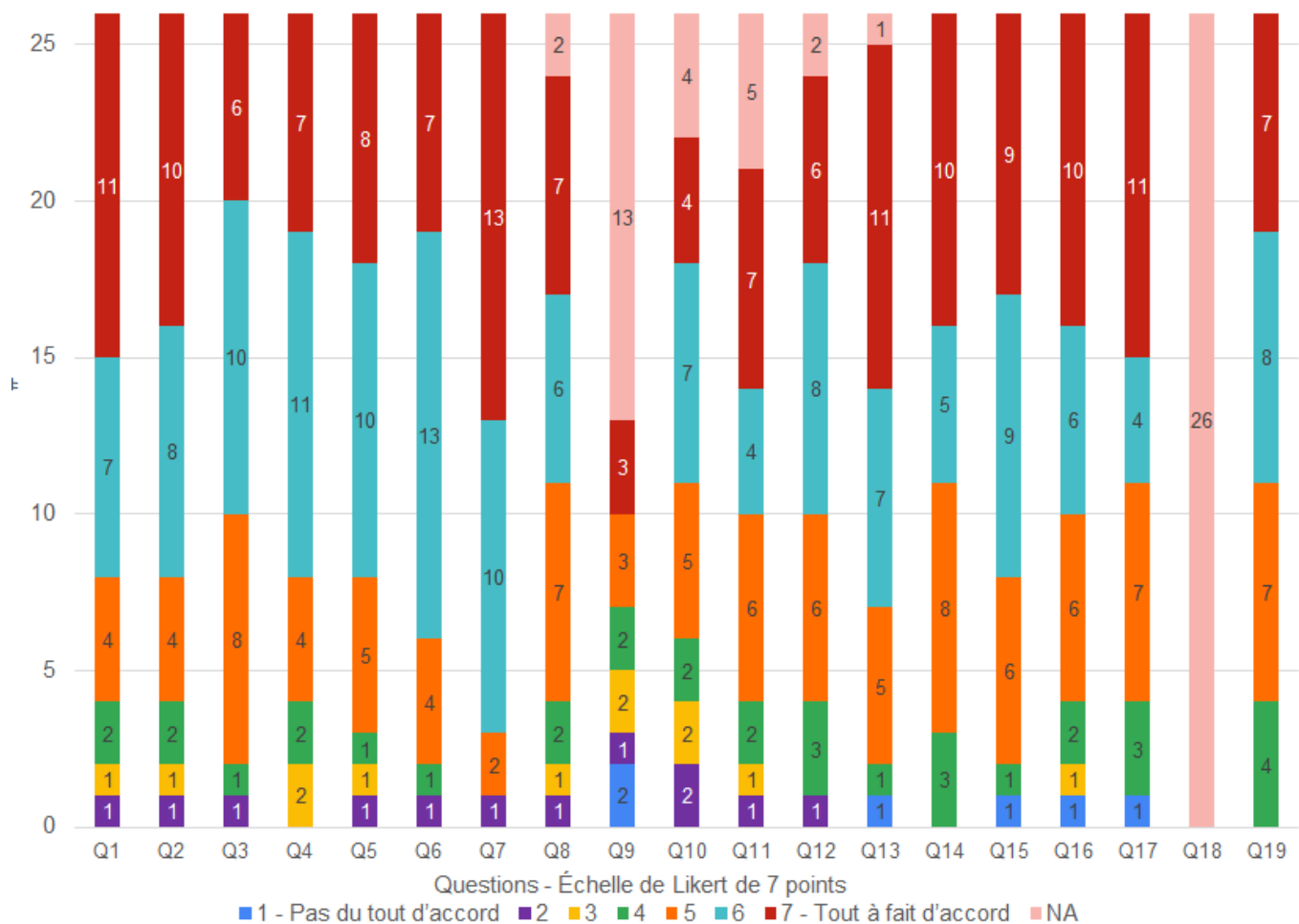


FIGURE 4: Données CSUQ

Scores	Questions concernées	Moyenne	Écart type moyenne	Médiane	Écart type médiane
Score global sur la satisfaction de l'utilisabilité	Q1 à Q19	5.7	1.06	6.0	1.20
Score sur l'utilité du système	Q1 à Q8	5.8	1.02	6.0	1.18
Score sur la qualité de l'information	Q9 à Q15	5.6	1.22	6.0	1.29
Score sur la qualité de l'interface	Q16 à Q18	5.7	1.45	6.0	1.45
Score sur la satisfaction générale	Q19	5.7	1.05	6.0	1.05

TABLE 1: Scores CSUQ

et méta-lecteurs anonymes qui nous ont permis d'améliorer l'article. Les auteurs remercient l'ensemble des participants impliqués dans les différentes phases du projet, ainsi que leurs partenaires dans celui-ci.

## RÉFÉRENCES

- [1] ISO 9241-11. 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDT) s- Part 11 Guidance on usability.
- [2] Ahlem Assila, Káthia Marçal de Oliveira, and Houcine Ezzedine. 2016. Integration of Subjective and Objective Usability Evaluation Based on IEC/IEC 15939 : A Case Study for Traffic Supervision Systems. *International Journal of Human-Computer Interaction* 32, 12 (2016), 931–955. <https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1220068> arXiv:<https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1220068>
- [3] C. Compagnon and S. Melhénas. 2010. *Livre blanc : Premiers états généraux des personnes touchées par la maladie de Parkinson*. Technical Report.
- [4] NF EN ISO 9241-210 (2011-01-01) Comité Européen de Normalisation. 2010. Ergonomie de l'interaction homme-système-Partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs.

- [5] Káthia Marçal de Oliveira, Elise Batselé, Sophie Lepreux, Elise Buchet, Christophe Kolski, Mathilde Boutiflat, Véronique Delcroix, Hélène Geurts, Kodzo Apedo, Loïc Dehon, Houcine Ezzedine, Yohan Guerrier, Marie-Claire Haelewyck, Nicolas Jura, Philippe Pudlo, and Yosra Rezik. 2021. ParkinsonCom Project : Towards a Software Communication Tool for People with Parkinson's Disease. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design Methods and User Experience*, Margherita Antona and Constantine Stephanidis (Eds.). Springer International Publishing, Cham, 418–428.
- [6] Véronique Gaudeul. 2015. *Communiquer sans la parole?. Guide pratique des techniques et des outils disponibles*. Technical Report.
- [7] M. Guffroy, N. Vigouroux, C. Kolski, F. Vella, and P. Teutsch. 2017. From Human-Centered Design to disabled user & ecosystem centered design in case of assistive interactive systems. *International Journal of Sociotechnology and Knowledge Development* 9, 4 (2017), 28–42.
- [8] L. Hartelius and P. Svensson. 1994. Speech and swallowing symptoms associated with Parkinson's disease and multiple sclerosis : A survey. *Folia Phoniatria Logopedia* 46 (1994), 9–17.
- [9] Taylor Eastin Krcek. 2015. *Effectiveness of Proloquo2Go(TM) in enhancing communication in children with Autism during ABA therapy*. Ph.D. Dissertation. University of Tennessee, Knoxville, TN.
- [10] Sophie Lepreux, Kodzo Apedo, and Kathia Marçal de Oliveira. 2021. Vers Une Conception Centrée Sur L'Utilisateur Ayant Un Profil éVolutif : Une étude de Cas Avec Des Personnes Atteintes de La Maladie de Parkinson : Towards a User-Centered Design with an Evolving Profile : A Case Study with People With Parkinson'S Disease. In *32e Conférence Francophone Sur l'Interaction Homme-Machine* (Virtual Event, France) (IHM '21). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Article 11, 6 pages. <https://doi.org/10.1145/3451148.3458646>
- [11] James R. Lewis. 2018. Measuring Perceived Usability : The CSUQ, SUS, and UMUX. *International Journal of Human-Computer Interaction* 34, 12 (2018), 1148–1156. <https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1418805> arXiv:<https://doi.org/10.1080/10447318.2017.1418805>
- [12] Roisin McNaney, Ivan Poliakov, John Vines, Madeline Balaam, Pengfei Zhang, and Patrick Olivier. 2015. LApp : A Speech Loudness Application for People with Parkinson's on Google Glass. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (Seoul, Republic of Korea) (CHI '15). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, 497–500. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702292>
- [13] Sigurlaug Sveinbjornsdottir. 2016. The clinical symptoms of Parkinson's disease. *Journal of neurochemistry* 139 (2016), 318–324. <https://doi.org/10.1111/jnc.13691>
- [14] Jason Whitfield, Angela Reif, and Alexander Goberman. 2018. Voicing contrast of stop consonant production in the speech of individuals with Parkinson disease ON and OFF dopaminergic medication. *Clinical linguistics and phonetics* 32, 7 (2018), 587–594.
- [15] Claes Wohlin, Per Runeson, Martin Hst, Magnus C. Ohlsson, Bjrn Regnell, and Anders Wessln. 2012. *Experimentation in Software Engineering*. Springer Publishing Company, Incorporated.
- [16] Guerrier Y., Oliveira K., Kolski C., Lepreux S., Delcroix V., Apedo K., and Ezzedine H. 2021. Une étude systématique pour la conception d'un système d'aide à la communication pour les personnes atteintes de la Maladie de Parkinson.. In *Actes du 39ème Congrès INFORSID, INFormatique des Organisations et Systèmes d'Information et de Décision* (Dijon, France). 71–86.