



**HAL**  
open science

# Intégration optimisée de la prédiction linguistique dans les systèmes d'aide à la communication pour personnes en situation de handicap

Lisa Hoiry

► **To cite this version:**

Lisa Hoiry. Intégration optimisée de la prédiction linguistique dans les systèmes d'aide à la communication pour personnes en situation de handicap. Rencontres doctorales de la 35ème Conférence Internationale Francophone sur l'Interaction Humain-Machine (IHM 2024), AFIHM: Association Francophone d'Interaction Humain-Machine; Sorbonne Université, Mar 2024, Paris, France. à paraître. hal-04490427

**HAL Id: hal-04490427**

**<https://hal.science/hal-04490427v1>**

Submitted on 5 Mar 2024

**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.

# Intégration optimisée de la prédiction linguistique dans les systèmes d'aide à la communication pour personnes en situation de handicap

## Optimised integration of language prediction in communication support systems for disabled persons

LISA HOIRY, IRIT, Université de Toulouse, France

L'objectif principal de cette thèse est d'étudier les différentes formes de couplage et d'interaction entre un clavier et un système de prédiction auprès de notre population cible. Nous présentons et évaluons un simulateur afin de rendre compte des performances théoriques de différentes configurations de clavier, ainsi qu'une proposition d'intégration de la prédiction de caractère dans un clavier à défilement automatique ligne/colonne.

The main objective of this PhD thesis is to study different forms of coupling and interaction between a keyboard and a prediction system. We presented and evaluated a simulator to report on the theoretical performance of different keyboard configurations, as well as a proposal for integrating character prediction into an automatic row/column scanning keyboard.

CCS Concepts: • **Human-centered computing** → **Accessibility systems and tools**; *Accessibility technologies*; *Accessibility design and evaluation methods*.

Mots Clés et Phrases Supplémentaires: Clavier virtuel à défilement automatique, prédiction de caractères, simulateur de saisie de texte

Additional Key Words and Phrases: Virtual scanning keyboard, character prediction, text input simulator, AAC

### Reference:

Lisa Hoiry. 2024. Intégration optimisée de la prédiction linguistique dans les systèmes d'aide à la communication pour personnes en situation de handicap. *IHM '24 : Rencontres Doctorales de la 35<sup>e</sup> conférence Francophone sur l'Interaction Humain-Machine, March 25–29, 2024, Paris, France*

## 1 MOTIVATIONS

La saisie de texte via les TICs occupe une place de plus en plus importante dans nos vies au quotidien. En moins de dix ans, le smartphone est devenu un objet incontournable pour la plupart des français<sup>1</sup>. Cependant, il est essentiel de prendre conscience que cette évolution rapide ne bénéficie pas à tous les individus de manière égale. Les personnes ayant des déficiences sensorimotrices (PC, LIS, etc.) sont confrontées à des obstacles considérables lorsqu'elles tentent de tirer pleinement parti de ces dispositifs technologiques. En effet, ces personnes rencontrent des difficultés lorsqu'elles cherchent à utiliser des dispositifs de pointage traditionnels comme la souris et/ou lorsqu'elles tentent de saisir du texte en utilisant un clavier physique standard. En réponse à ces défis, de multiples aides techniques ont été développées selon les capacités des personnes, mais également selon leurs habitudes de vie, les contraintes environnementales ainsi que les usages attendus de l'outil informatique [3, 10]. Nous parlons alors de communication alternative et augmentée (CAA). Pour certaines personnes, un clavier virtuel avec un dispositif de pointage alternatif suffit. Dans ce cas, le curseur peut être dirigé à l'aide d'un système de suivi oculaire (*eyetracking* [12]) ou des mouvements de la tête (*head tracking*[10, 16]) par exemple. Pour les personnes ayant des déficiences sensorimotrices plus complexes, c'est-à-dire lorsque peu de mouvements fonctionnels sont possibles, un accès par défilement sur clavier virtuel est privilégié. Sur ce type de clavier, le pointage est remplacé par un système de défilement où le curseur va parcourir

---

1. <https://www.economie.gouv.fr/cge/barometre-numerique-2022>

le clavier touche après touche. Traditionnellement ce défilement se fait de gauche à droite et de haut en bas. Nous pouvons distinguer deux grandes catégories de défilement couramment utilisés : le défilement automatique (réalisé par un logiciel) et le défilement manuel (contrôlé par les personnes utilisatrices). Chaque principe de défilement a ses avantages et ses inconvénients et peut être personnalisé à l'aide des différents modes de défilement existants. Cependant, de nombreuses études montrent que, quel que soit le principe ou le mode de défilement utilisé, la vitesse de saisie reste relativement lente [4, 7, 9, 11, 13]. En réponse à ce constat, certains claviers sont améliorés grâce à des modules de prédictions linguistiques tentant de rendre la saisie de texte plus rapide [1, 2, 14, 15]. La prédiction de mots ou de caractères vise donc à réduire le nombre de défilements et/ou de validations nécessaires pour saisir un message, ce qui devrait théoriquement accélérer le processus de saisie de texte. Néanmoins, cette prédiction est souvent peu utilisée par les personnes utilisatrices ou mal perçue par ces dernières [3].

Mes recherches visent donc à améliorer l'intégration de ces prédictions linguistiques dans les claviers virtuels. Pour se faire, j'ai commencé avec la création de STAACS<sup>3</sup> un simulateur de saisie de texte. STAACS<sup>3</sup> me permet notamment de faire une première évaluation des prototypes de claviers proposés. Ces prototypes sont ensuite testés lors d'une évaluation utilisateur et d'une étude clinique. Les données de saisies récoltées lors des études utilisateurs et clinique, rendant compte du comportement des personnes lors de la saisie de texte, permettront d'alimenter les algorithmes de simulation de STAACS<sup>3</sup>.

## 2 CONTRIBUTIONS

Dans la première partie de cette thèse, nous nous sommes concentrés sur les claviers à défilement automatique. Nous avons dans un premier temps conçu un simulateur de saisie de texte théorique pour étudier les nombreuses configurations de ces claviers (voir sous-section 2.1). Cette étape nous a permis de présélectionner des configurations pertinentes pouvant faire l'objet d'études utilisateur ou clinique. Des configurations candidates ont alors été présentées lors de focus groups à des professionnels de santé évoluant près de notre population cible. Un des principaux retours étant l'importance de la technique de navigation par ligne/colonne (LC), nous avons alors dans un second temps proposé une solution afin d'intégrer une prédiction de caractères à ce type de navigation (voir sous-section 2.2).

### 2.1 STAACS<sup>3</sup> : Simulation Tool for AAC with single-switch scanning

Il existe un grand nombre de configurations pour les claviers à défilement automatique en faisant varier le mode de défilement, la cardinalité de la liste des prédictions de mot et sa position dans le clavier, la présence ou non de prédiction de caractères ou encore les dimensions de la grille du clavier. Il est important d'évaluer ces configurations. Néanmoins, leur nombre est trop conséquent pour qu'elles puissent toutes faire l'objet d'études utilisateur ou clinique. C'est pourquoi la simulation semble être une bonne première approche. Ceci permet de faire apparaître une première observation sur les idées de configurations.

Au sein de l'équipe, nous avons donc créé STAACS<sup>3</sup>. La simulation de saisie de texte grâce à STAACS<sup>3</sup> repose sur le principe de la saisie théorique parfaite et permet de tester différentes configurations en faisant varier les paramètres suivants : (i) **la prédiction de mots** ou non ; (ii) **le réarrangement dynamique des caractères** (ce réarrangement est possible globalement pour l'intégralité du clavier ou par bloc) et enfin (iii) **le mode de défilement** (linéaire, n-ary search, LC, half-and-half). Après initialisation du clavier voulu depuis un fichier xml, STAACS<sup>3</sup> va donc simuler la saisie des mots présents dans notre corpus de test. Au terme de cette simulation, STAACS<sup>3</sup> retourne le nombre de défilement moyen nécessaire pour saisir un caractère (SPC [11]). Afin de tester les performances de ce simulateur, j'ai reproduit une

étude utilisateur et comparé les performances réelles du clavier avec celles obtenues grâce à STACCS<sup>3</sup>. Depuis le SPC fourni par STACCS<sup>3</sup>, avec l'ajout de l'intervalle de défilement (en ms), nous pouvons déterminer un nombre théorique de mots moyens saisis par minute (WPM théorique). C'est ainsi que j'ai reproduit les conditions de l'étude utilisateur de [8]. J'ai obtenu un WPM de 5.75, tandis que l'étude utilisateur avait permis d'établir un WPM compris entre 4.4 et 6.6.

STACCS<sup>3</sup> m'a alors permis de pouvoir simuler nos idées de configuration, dont celles présentées dans la section suivante. Cette contribution est documentée dans un article [5] et a donné lieu à une présentation orale en août 2023.

## 2.2 RéoLoc : Réorganisation Locale des caractères

Le défilement LC est la technique de navigation la plus utilisée par les personnes utilisant un clavier à défilement automatique. La sélection d'un caractère sur un clavier à défilement LC s'effectue en deux étapes : sélection de la ligne, puis sélection de la touche. Avec cette technique, la prédiction de caractères, et donc le réagencement dynamique des caractères en fonction de la saisie déjà effectuée, n'est pas possible. Avec la réorganisation dynamique des caractères, la personne utilisatrice n'a pas le temps de prendre connaissance de l'ensemble des caractères présents sur la première ligne avant que le curseur ne se déplace automatiquement sur la deuxième ligne. C'est pourquoi, les personnes utilisant la navigation LC conservent une disposition statique des caractères, donc sans prédiction de caractères. Pour augmenter la vitesse de saisie avec l'utilisation de la prédiction de caractères, la réorganisation des caractères sur l'ensemble du clavier n'est pas une solution envisageable. Je me suis donc intéressée à la réorganisation des caractères au sein uniquement de la ligne à laquelle ils appartiennent lors de la disposition de base.

*2.2.1 Principe.* RéoLoc (Réorganisation Locale) est une réorganisation des caractères en fonction de leur probabilité, mais interne à chaque ligne. Après la saisie d'un caractère, chaque ligne est réorganisée afin de classer les caractères de gauche à droite du plus probable au moins probable. Contrairement à la réorganisation dynamique que nous trouvons généralement sur les claviers à défilement linéaire, avec RéoLoc, les caractères ne peuvent pas changer de ligne lors de la réorganisation. Ce principe est indépendant de la disposition des caractères : il peut s'appliquer à n'importe quelle organisation de clavier, que ce soit la traditionnelle disposition AZERTY ou encore avec une disposition des caractères par ordre alphabétique ou optimisés. Dans ce contexte, pour présenter les résultats de la prédiction de caractères, je propose les deux stratégies suivantes.

*RéoLoc Globale* Dans le cas de RéoLoc Globale (RéoLocG), toutes les lignes sont réorganisées en même temps après chaque saisie d'un caractère (Figure 1). Ainsi, sur chaque ligne, tous les caractères de la ligne sont réorganisés en fonction de leur probabilité d'utilisation. Le caractère le plus probable est en première position sur la ligne, puis le deuxième en deuxième position sur la ligne et ainsi de suite.

*RéoLoc Ligne* Avec cette seconde stratégie (RéoLocL), seule la ligne sélectionnée par l'utilisateur est réorganisée, en fonction de la chaîne de caractères déjà saisie (Figure 2). A la différence de RéoLocG où l'affichage est modifié directement après chaque saisie d'un caractère, avec RéoLocL, la réorganisation des caractères ne s'effectue qu'après la sélection de la ligne (Figure 2b). Ainsi, la navigation de ligne en ligne se fait toujours avec la disposition de base du clavier (Figure 2c).

*2.2.2 Étude.* Chaque version de RéoLoc (RéoLocL et RéoLocG), ainsi qu'un clavier à défilement LC dont la disposition des touches est statique (Statique) servant de référence, sont évalués. La tâche à réaliser sur les claviers testés est une

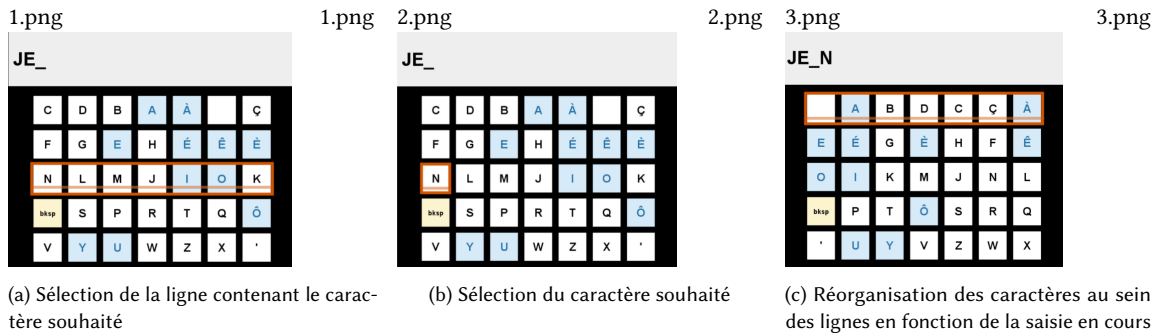


Fig. 1. Illustration des étapes de saisie d'un caractère avec RéoLoc Globale

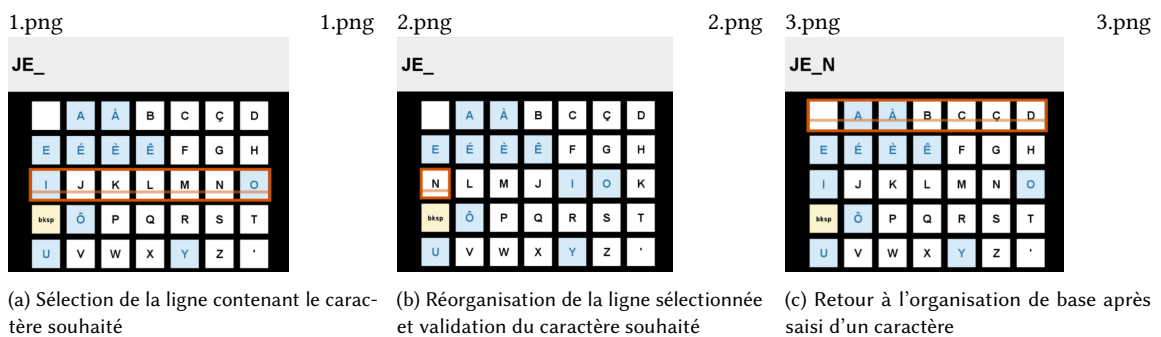


Fig. 2. Illustration des étapes de saisie d'un caractère avec RéoLoc Ligne

tâche de recopie. Il a été demandé aux 12 participant-e-s de saisir un maximum de phrases par exercice, et ce, le plus précisément possible, c'est-à-dire que leur saisie doit être le plus fidèle possible à la phrase à copier.

**2.2.3 Résultats.** L'étude a permis de montrer que nos approches de réorganisation locale permettent de conserver les performances de la prédiction de caractères en économisant 25% du nombre de défilement moyen nécessaire à la saisie d'un caractère. De plus, le retour des personnes participantes montre que ces dernières ne sont pas plus perturbées lors de la saisie sur un clavier statique que sur un clavier RéoLoc. Par ailleurs, 10 des 12 personnes participantes préfèrent utiliser un clavier RéoLocG. Cette contribution est documentée dans un article soumis à la conférence IHM 2024 [6].

### 3 TRAVAUX FUTURS

Afin de mener à bien une étude clinique sur la proposition de clavier évoquée précédemment, avec la participation de personnes issues de la population cible, un dossier a été déposé et est en attente de validation par un CPP (Comité de Protection des Personnes). Outre cette étude clinique, les prochaines étapes de cette thèse porteront sur l'étude de l'intégration de la prédiction linguistique dans les claviers à pointage avec la volonté d'intégrer également dans la thèse une dimension sur la gestion des erreurs lors de la saisie de texte.

### RÉFÉRENCES

- [1] Jean-Yves Antoine and Mathieu Raynal. 2022. Systèmes de saisie de texte pour les personnes avec une déficience motrice : comment les systèmes de prédiction linguistique contribuent-ils à améliorer les performances de saisie? *1024 19* (Avril 2022), 15–26. <https://doi.org/10.48556/SIF.1024.19.15>

- [2] Georges Badr and Mathieu Raynal. 2009. WordTree : results of a word prediction system presented thanks to a tree. In *Universal Access in Human-Computer Interaction. Applications and Services : 5th International Conference, UAHCI 2009, Held as Part of HCI International 2009*. Springer, 463–471.
- [3] N Biard, C Dumas, J Bouteille, D Pozzi, F Lofaso, and I Laffont. 2006. Apports de l'évaluation en situation de vie à partir d'une étude sur l'intérêt de la prédiction de mots auprès d'utilisateurs de synthèse vocale. In *Handicap*. 145–148.
- [4] Torsten Felzer, Ian Scott MacKenzie, Philipp Beckerle, and Stephan Rinderknecht. 2010. Qanti : a software tool for quick ambiguous non-standard text input. In *Computers Helping People with Special Needs : 12th International Conference, ICCHP 2010, Vienna, Austria, July14-16, 2010, Proceedings, Part II 12*. Springer, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 128–135.
- [5] Lisa Hoiry, Cherifa Ben Khelil, Frédéric Rayar, Anaïs Haltermeyer, Jean-Yves Antoine, and Mathieu Raynal. 2023. STAACS3 : Simulation Tool for AAC with Single-Switch Scanning. In *17th International Conference of the Association for the Advancement of Assistive Technology in Europe (AAATE 2023)*, Vol. 306. IOS Press, 487–494.
- [6] Lisa Hoiry, Frédéric Rayar, Jean-Yves Antoine, Cherifa Ben Khelil, and Mathieu Raynal. 2024. RéoLoc : Réorganisation dynamique des caractères sur un clavier à défilement automatique ligne/colonne.. In *IHM'24-35e Conférence Internationale Francophone sur l'Interaction Humain-Machine*. A paraître.
- [7] Farzana Jabeen and Linmi Tao. 2017. An Efficient Text Entry Model for Scanning Ambiguous Keyboard. In *9th International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics (IHMSC)*, Vol. 1. "", 71–76. <https://doi.org/10.1109/IHMSC.2017.23>
- [8] Heidi Horstmann Koester and Simon P Levine. 1994. Learning and performance of able-bodied individuals using scanning systems with and without word prediction. *Assistive Technology* 6, 1 (1994), 42–53.
- [9] Heidi Horstmann Koester and Richard Callaghan Simpson. 2014. Method for enhancing text entry rate with single-switch scanning. *Journal of rehabilitation research and development* 51, 6 (2014), 995.
- [10] Edmund F LoPresti and David M Brienza. 2004. Adaptive software for head-operated computer controls. *IEEE Transactions on neural systems and rehabilitation engineering* 12, 1 (2004), 102–111.
- [11] I Scott MacKenzie. 2012. Modeling text input for single-switch scanning. In *Computers Helping People with Special Needs*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 423–430.
- [12] Päivi Majaranta and Andreas Bulling. 2014. Eye tracking and eye-based human-computer interaction. In *Advances in Physiological Computing*. Springer London, London, 39–65. [https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6392-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4471-6392-3_3)
- [13] Ondřej Poláček, Zdeněk M'ikovec, and Pavel Slav'ik. 2012. Predictive scanning keyboard operated by hissing. In *Proceedings of the 2nd IASTED International Conference Assistive Technologies*. Citeseer, 862–9.
- [14] Keith Trnka, Debra Yarrington, John McCaw, Kathleen F McCoy, and Christopher Pennington. 2007. The effects of word prediction on communication rate for AAC. In *Human language technologies 2007 : The conference of the north american chapter of the association for computational linguistics; companion volume, short papers*. 173–176.
- [15] Tonio Wandmacher, Jean-Yves Antoine, Franck Poirier, and Jean-Paul Départe. 2008. Sibylle, an assistive communication system adapting to the context and its user. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)* 1, 1 (2008), 1–30.
- [16] Dariusz Zapala and Bibiana Balaj. 2012. *Eye Tracking and Head Tracking – The two approaches in assistive technologies*. Hradec Králové, vCeská republika : MAGNANIMITAS, 2406–2415.