

## RAPPORT SUR LE MANUSCRIT DE THESE

« Techniques d'assistance à la saisie de texte  
Sur les périphériques mobiles dans le cas de la déficience visuelle » »

présenté par Monsieur Philippe ROUSSILLE

en vue de l'obtention du titre du Docteur de l'Université de Toulouse 3 Paul Sabatier  
Ecole Doctorale MITT : Image, Information, Hypermédia

par

Edwige Pissaloux  
Professeur des Universités

Le travail de thèse de Monsieur Philippe Roussille vise à explorer certains paradigmes liés à l'interaction homme-machine avec des dispositifs tactiles, interaction non-visuelle et utilisée par des déficients, et en particulier le problème de la saisie d'un texte à l'aide d'un clavier logiciel d'un système mobile embarquable (téléphone intelligent, une tablette tactile, montre connectée, etc.).

Ce travail se situe au confluent de plusieurs disciplines : sciences cognitives, psychologie expérimentale, l'ergonomie et informatique (l'interaction homme-machine). Il a été réalisé à l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT), UMR 5505 du CNRS.

Il a donné lieu à trois communications dans des conférences d'audiences internationale (HCII 2016, ICCHP 2016) et nationale (IHM 2015).

Le manuscrit est organisé en 6 chapitres, précédés d'une Introduction, et suivis d'une Conclusion et d'Ouvertures, ainsi que trois appendices.

L'« Introduction » définit tout d'abord le contexte de recherche à travers *un bref, mais très pertinent résumé de l'évolution technologique de systèmes informatiques et de leurs interfaces*. Vient ensuite l'identification des difficultés – pour les déficients, et en particuliers les déficients visuels – induites par des interfaces tactiles portables pour pouvoir accéder facilement à l'information via ces interfaces : des stratégies optimales d'interaction, notamment lors de l'exploitation de base de l'ordinateur – la saisie – via les claviers logiciels, dont la sémantique et la présentation spatiale varient dynamiquement, sont nécessaires. Tel est l'objectif global de la thèse, dont *le plan commenté, clair et informatif*, clôt l'Introduction.

Le chapitre 1, « Saisie de texte sur dispositif mobile », analyse deux éléments synergiques de conception de nouvelles interfaces : (1) une méthodologie d'évaluation qui s'appuie sur un ensemble de mesures objectives et subjectives, et (2) les stratégies existantes de saisie de texte sur périphériques tactiles mobiles (non-visuelles et celles destinées aux déficients visuels).

Cette analyse présente différentes mesures pour quantifier les performances de saisie d'un texte, différentes mesures de satisfaction de l'utilisateur, et a permis d'identifier les inconvénients d'un clavier logiciel standard, et a permis de spécifier les fonctions qui devraient être offertes par un clavier permettant l'accès à tous.

*Cette analyse basée sur la littérature ne tient pas compte du « contexte » mentionné dans la norme ISO 9241-11. En effet, ce contexte (mot connu/inconnu, langue, frappe aléatoire ; dictée/pensée/recopie, etc.) influence considérablement les stratégies d'interaction et les performances. Il est dommage qu'un tel concept ne soit pas étudié dans la thèse. Par ailleurs, l'identification des variables de différentes mesures et leurs éventuelles interdépendances permettrait de préparer les protocoles expérimentaux d'évaluation des interfaces. Finalement, l'impact de l'utilisation répétée d'un dispositif permettant à l'apprentissage de s'installer n'est pas étudié.*

*Les limites de différentes techniques d'interaction avec un support électronique utilisées pour la saisie de texte (vocale, gestuelle, kinesthésique/clavier logiciel, etc.) sont bien identifiées, mais la charge cognitive n'est pas toujours estimée.*

*L'analyse présentée dans ce chapitre identifie quelques spécifications d'un mode d'interaction avec des interfaces tactiles embarquables pertinentes pour les déficients visuels. Cependant, ces spécifications ne s'appuient pas sur le concept d'interaction (approche descendante et holistique) mais sur les « essais-erreurs » matérialisés par des solutions technologiques existantes, rarement acceptées par des utilisateurs finaux, et que l'on se propose d'améliorer (approche montante) ; ainsi on ajoute une nouvelle solution alternative de type « essai-erreur » basée sur le clavier logiciel grand public avec un retour non visuel de l'information.*

Le chapitre 2, « DUCK : un clavier déductif », décrit le système innovant de saisie des mots (et non pas de caractères) de plus de quatre caractères. L'innovation proposée, une amélioration d'un clavier logiciel grand public (clavier logiciel oralisé), porte sur deux aspects : (1) un algorithme original simple de déduction de mots à partir de la première lettre et la longueur du mot saisi et les frappes approximatives des utilisateurs non-voyants et (2) un retour audio sur le mot (et non pas sur le caractère) saisi.

Ce chapitre 3, « Première étude expérimentale », est une première évaluation du clavier DUCK avec le retour oralisé à la fin de saisie d'un mot.

*Le protocole expérimental est assez bien décrit avec trois bémols: (1) le protocole ne précise pas l'occurrence de déficience visuelle chez des sujets; aussi nous ne savons pas si les participants les plus jeunes ont pratiqué le clavier tactile avec la vue; (2) le protocole n'identifie pas les variables de tests et leurs éventuelles dépendances : (3) les consignes données au début de l'expérimentation ne sont pas incluses dans le texte de la thèse (en annexe), et pourtant cela est indispensable pour la répétabilité de l'expérimentation ; il est de même pour le questionnaire SUS réalisé.*

*Les méthodes statistiques déductives utilisées pour l'analyse des résultats sont appropriées.*

*Les résultats obtenus confirment les deux hypothèses testées, à savoir que le clavier DUCK (H1) améliore la vitesse de saisie pour les mots de plus de 6 lettres (par rapport à un clavier standard), et (H2) réduit le nombre d'erreurs de saisie de mots. Cependant, la pertinence de l'hypothèse H1 devrait être validée par une étude statistique sur les longueurs de mots les plus fréquents de la langue française parlée. Par ailleurs, une étude de deux sous-groupes (« utilisateurs quotidiens » et « expert ») pourrait apporter des informations supplémentaires.*

*L'analyse des résultats obtenus a conduit à identifier deux problèmes du clavier DUCK à résoudre : (1) minimiser le temps de validation d'un mot dans la liste (pour accélérer la saisie) et (2) minimiser le temps de saisie de mots courts (de taille < 5 lettres).*

Le chapitre 4, « Interaction avec la liste de prédiction », se centre sur la minimisation du temps de validation d'un mot dans la liste pour rendre la saisie avec le clavier logiciel DUCK

plus performante et plus agréable aux déficients visuels. Cette minimisation étudie trois procédures comportementales : A) la recherche d'un mot dans une liste, B) le retour audio de l'élément choisi et C) la validation du mot choisi. Ces trois procédures sont étudiées via les différentes expérimentations avec les participants sains aux yeux bandés.

A) Trois différents modes d'accès à un élément sont définis : absolu et relatif (avec un retour audio et la validation de la sélection par le relâchement du doigt pour les deux modes qui diffèrent par la façon de présenter les mots suivants), et par page (càd. une fenêtre glissante sur une liste circulaire des mots et la validation par un geste vers le bas). Le choix du mode le plus approprié résulte de l'expérimentation.

*Le protocole expérimental est décrit mais il n'identifie pas les variables de tests et leurs éventuelles dépendances. Les hypothèses testées ne sont pas identifiées. Aucune information n'est donnée sur la plate-forme d'enregistrements (pression, relâchement, déplacement) réalisés au cours de ces expérimentations ; il y manque également le texte de consigne et le questionnaire SUS réalisé.*

L'analyse des résultats de l'expérimentation 1 suggère que le mode d'accès absolu à un élément d'une liste de longueur de 4 est le plus approprié pour les participants sains aux yeux bandés.

B) Deux stratégies du retour audio (descriptif et prescriptif) sur l'élément choisi d'une liste de 4 éléments organisée en grille et en ligne sont étudiées, mais la stratégie prescriptive constitue l'hypothèse de travail privilégiée car (H1) le nombre d'éléments à parcourir sera moindre et (H2) le temps de sélection sera minimisé.

*Le protocole expérimental est rapidement décrit avec les mêmes points faibles que celui d'expériences précédentes.*

L'analyse des résultats de l'expérimentation 2 valide H1 et invalide H2 (à cause du temps de l'oralisation de la liste).

C) La validation vise à identifier, à partir de (384) données statistiques collectées, le mode de plus approprié parmi les quatre existants (relâchement, frappe duale ; frappe double et ligne brisée).

*Le protocole expérimental est rapidement décrit avec les mêmes points faibles que celui d'expériences précédentes.*

L'analyse des résultats de l'expérimentation 3 tendent à plaider pour la validation du choix d'un mot d'une liste par relâchement.

Ainsi, les spécifications fonctionnelles du clavier logiciel DUCK, justifiées par les résultats obtenus, sont les suivantes : une liste de 4 mots affichée en ligne avec le retour audio descriptif et avec la validation par relâchement.

Le chapitre 5, « *Gestion des mots courts* », définit l'étude de deux modes d'interaction permettant d'accéder plus rapidement aux mots courts les plus fréquemment utilisés dans la langue française : pression double (double-press) et frappe duale (dual tap). L'hypothèse testée est que la réduction du nombre d'actions pour saisir un mot court permettra aux techniques proposées de réduire le temps de saisie par rapport à une technique de contrôle (dite glisser-taper). Le volume statistiquement valide de données a été acquis.

*Le protocole expérimental est rapidement décrit avec les mêmes points faibles que celui d'expériences précédentes. Les résultats obtenus confirment l'hypothèse testée et montrent que le nombre d'erreurs de saisie avec ces méthodes est réduit.*

Le chapitre 6, « *Découverte et apprentissage de DUCK pour un usage journalier* », présente les résultats de l'évaluation via deux expérimentations du clavier DUCK intégrant les différentes optimisations de saisie de texte validées dans les chapitres précédents avec 4 sujets déficients visuels novices.

*Le protocole expérimental est rapidement décrit avec les mêmes points faibles que celui d'expériences précédentes. Les résultats obtenus confirment la supériorité du clavier logiciel proposé DUCK par rapport au clavier standard de type VODKA (meilleure vitesse de saisie de texte avec le clavier DUCK amélioré, temps réduit de pause intercaractères, correction de mots, l'apprentissage d'utilisation de deux modes de fonctionnement du DUCK, validation du mot dans la liste de déduction). Par ailleurs, l'appropriation du clavier DUCK semble acquise par les participants.*

*On note qu'un ensemble d'indices pertinents pour quantifier la qualité de saisie de mots courts a également été proposé ce qui peut être exploité dans les systèmes d'évaluation/de comparaison de claviers.*

La « Conclusion » résume les principaux points de la recherche sur l'interaction homme (déficient visuel) -machine présentée ; un clavier adaptatif basé sur l'apprentissage serait un prolongement de ce travail *ce qui semble judicieux.*

La partie « Ouverture » renferme d'autres *prolongements intéressants de l'étude*, intégrant d'avantage des connaissances de la théorie des langages naturels (e.g. grammaire avec l'analyse de phrases saisies (et non de la saisie mécanique de mots), des méthodes de correction plus efficaces ou des méthodes de gestion de la ponctuation, etc.) et de langages spécifiques (e.g. le langage des mathématiques).

#### *Remarques sur la qualité du document.*

Le document soumis, bien structuré, même si parfois la présentation d'idées est parfois trop linéaire, ce qui ne facilite pas la compréhension globale rapide des idées développées.

Mais c'est un document pédagogique, très proche de sa forme finale et qui est écrit dans un français correct même si parfois l'anglais s'y invite (sans qu'aucune traduction française ne soit proposée).

Les règles de création d'un document à la française sont souvent mal menées (e.g. l'occurrence et l'introduction des figures dans le texte) ; cela est dû à l'utilisation d'un traitement de texte anglais (Latex) qui optimise syntaxiquement le volume de papier au lieu de l'approche française qui respecte la logique du discours et le confort cognitif du lecteur.

La locution adverbiale latine « *et al.* » (*et alii*) signifiant « et les autres personnes » devrait être mise en italique lors des citations bibliographiques.

Un glossaire des noms de différents produits commerciaux (ou non) serait fort utile.

Aucune référence explicite aux annexes n'est faite dans le corps du document.

Ces imperfections devront être modifiées dans le document final.

#### CONCLUSION.

Le travail de recherche présenté dans ce manuscrit est original et contribue à la progression de nos connaissances dans le domaine naissant de l'accessibilité pour tous de dispositifs informatiques tactiles portables.

Cependant, l'approche ascendante de conception d'un nouveau périphérique n'est pas appropriée car elle évacue le caractère conceptuel et holistique, basé sur la philosophie, du travail de recherche ; en outre le contexte de tâche exécutée et explicitée dans la norme ISO n'est pas considéré.

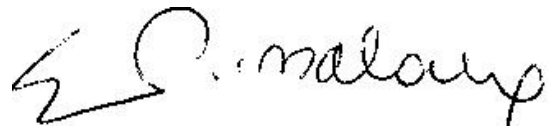
La méthodologie mise en œuvre est claire et bien adaptée à la problématique étudiée, où l'évaluation psycho-cognitives et le progrès technologiques s'entremêlent et se nourrissent l'une de l'autre.

Les protocoles expérimentaux, originaux et uniques, mis en œuvre, et le volume des mesures indépendantes collectées sont appropriés et permettent une analyse statistique pertinente des

résultats avec des outils statistiques classiques bien choisis. Cependant, comme toujours dans ces types de recherche, les résultats obtenus doivent être confirmés par des expérimentations complémentaires et par d'autres chercheurs.

La bibliographie est récente et en rapport direct avec le sujet, et citée de façon appropriée dans le texte.

Pour toutes ces raisons, je donne un avis favorable à la soutenance publique de la thèse de Doctorat de M. Philippe ROUSSILLE à l'Université de Toulouse.



Fait à Rouen, le 1 janvier 2017

Edwige Pissaloux  
Professeur  
Expert à la Commission Européenne  
Edwige.Pissaloux@univ-rouen.fr