

Étude comparative entre clavier virtuel de type AZERTY et K-Hermès, destinés à des utilisateurs souffrant d'une Infirmité Motrice Cérébrale

Yohan Guerrier¹, Maxime Baas¹
Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille ¹
UVHC, LAMIH, F-59313 Valenciennes
CNRS, UMR 8530, F-59313 Valenciennes
maxime.baas@free.fr,
yohan.guerrier@gmail.com

Christophe Kolski¹, Franck Poirier²
Laboratoire VALORIA²
Université de Bretagne Sud
Franck.Poirier@univ-ubs.fr
christophe.kolski@univ-valenciennes.fr

RESUME

L'objectif de cet article est de comparer deux claviers virtuels destinés à des personnes souffrant d'une Infirmité Motrice Cérébrale (I.M.C.); ces utilisateurs éprouvent des difficultés à effectuer des actions à l'aide de leurs membres supérieurs à cause de grands nombres de mouvements parasites. Le premier est un clavier classique de type AZERTY, appelé CLAVICOM NG. Le second est le K-Hermès proposé dans cet article. C'est un clavier réduit monotape reprenant le mode de saisie d'un clavier T9. Le but de l'expérience est de démontrer la diminution de l'effort et l'augmentation de la vitesse de saisie grâce au clavier proposé pour des personnes souffrant d'IMC.

MOTS CLES : Clavier virtuel, saisie de texte, diminution de l'effort, Infirmité Motrice Cérébrale.

ABSTRACT

The aim of this paper is to compare two virtual keyboards for people suffering from Cerebral Palsy (CP); these users have difficulties in performing actions using their upper limbs because of large number of parasite movements. The first one is a classical AZERTY type keyboard, called CLAVICOM NG. The second one is the K-Hermes keyboard proposed in this article. It is a small keyboard "monotape" containing instructions for entering a T9 keyboard. The aim of the experiment was to demonstrate decreased stress and increased typing speed through the keyboard proposed for people with CP.

CATEGORIES AND SUBJECT DESCRIPTORS: H.4 [Information Systems Applications]: Miscellaneous; D.2.8 [Software Engineering]: Metrics|complexity measures.

Permission to make digital or hard copies of all or part of this work for personal or classroom use is granted without fee provided that copies are not made or distributed for profit or commercial advantage and that copies bear this notice and the full citation on the first page. To copy otherwise, or republish, to post on servers or to redistribute to lists, requires prior specific permission and/or a fee.

IHM 2010, 20-23 Septembre 2010, Luxembourg, Luxembourg

KEYWORDS: Virtual keyboard, text entry, effort reduction, cerebral palsy.

INTRODUCTION

Actuellement, de nombreuses recherches sont menées relativement aux claviers virtuels [13] [14]. En effet, ces derniers sont de plus en plus utilisés dans les appareils mobiles, comme les téléphones portables ou les tablettes PC [16]. Dans cet article, nous nous intéressons plus précisément aux claviers virtuels destinés aux personnes handicapées. Il n'est pas possible de traiter l'ensemble des handicaps existants, en raison de leur nombre très important [18]. Cet article se focalise sur les utilisateurs souffrant d'IMC (appelés IMC ou utilisateurs IMC dans la suite de l'article). Ces personnes ont subi des dommages neurologiques. Leurs mouvements manquent de précision [12]. C'est pour cela qu'ils sont nombreux à effectuer les saisies sur un clavier virtuel, dont la manipulation de la souris se fait souvent à partir d'un joystick, le clic étant effectué à l'aide d'un bouton-poussoir. A titre d'exemple, le dispositif utilisé par le premier auteur de cet article est visible en Figure 1 (ses principes seront détaillés plus loin).



Figure 1 : Dispositif de pointage

Le besoin d'utiliser un dispositif à base de joystick est typique pour les IMC, cependant on peut trouver plusieurs autres types d'appareillages servant à manipuler

l'outil informatique pour les autres types de handicaps (cf. Figure 2).

Dans cet article, nous dressons d'abord un état de l'art sur les claviers dédiés (ou adaptés) aux utilisateurs handicapés moteur. Puis nous proposons le clavier K-Hermès. Une expérimentation, visant à comparer K-Hermès avec le clavier CLAVICOM NG [3] exploité par de nombreux utilisateurs handicapés, fait l'objet de la partie suivante. Les résultats obtenus sont décrits et discutés. L'article se termine par une conclusion et des perspectives.

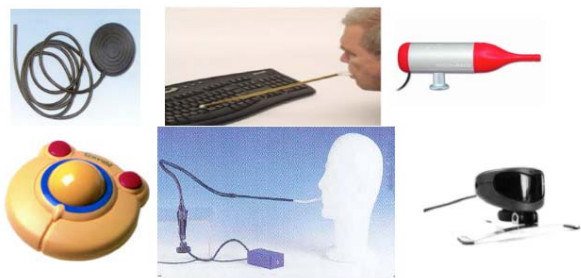


Figure 2 : Différents dispositifs de pointage (de haut en bas, de gauche à droite) : contacteur pneumatique, licorne, contacteur à bouche, trackball, contacteur à souffle, détecteur de mouvements oculaires

ETAT DE L'ART SUR LES CLAVIERS DEDIES AUX UTILISATEURS HANDICAPES MOTEUR (IMC)

Plusieurs études ont été réalisées dans le domaine de la saisie de texte par des personnes à mobilité réduite. La thèse de F. Vella [19] et l'article de synthèse de B. Martin et I. Pecci [14] comportent des éléments intéressants à ce sujet, dans la mesure où ces auteurs ont étudié différents claviers dans le but de mesurer leurs performances. Dans son mémoire d'HDR, B. Martin [13] a énuméré un ensemble de solutions pour effectuer de la saisie de texte. Il s'est intéressé aux dispositifs de saisie physiques et virtuels.

Des exemples représentatifs de claviers virtuels ayant pour buts de diminuer les mouvements de la souris au cours de la saisie d'un texte et également d'augmenter la vitesse de saisie, sont fournis ci-dessous.

Le clavier Dvorak [4] propose une alternative au clavier physique. Sa particularité est que les consonnes et les voyelles les plus probables sont placées sur la ligne médiane du clavier. Cette disposition permet d'accomplir moins de mouvements complexes avec les doigts et offre ainsi une saisie plus confortable tout en réduisant la fatigue physique.

Le clavier XPeRT [21] propose une disposition similaire au Qwerty ; son principe est de regrouper les digrammes (groupes de 2 lettres) les plus fréquents. Cela

a pour but de diminuer la distance parcourue par le pointeur de la souris pendant la saisie d'un texte.

OPTI et FITALI [10] sont des claviers proposant les lettres les plus probables en leur centre, ces claviers disposent également de multiples barres d'espace sur les côtés et d'une grande barre *shift* en bas pour une saisie plus facile et plus rapide afin de diminuer les coefficients de la loi de Fitts [8], qui montre que plus les lettres sont proches sur le clavier, plus la saisie d'un mot est rapide et plus l'effort physique est diminué.

Le Métropolis [22] est un clavier exploitant l'algorithme glouton du même nom, les lettres sont regroupées selon leurs attirances entre elles, en visant à exploiter ainsi les conclusions de la loi de Fitts afin de limiter la distance du parcours de la souris.

Sybille [20] est un clavier de prédiction qui permet d'aider l'utilisateur à saisir plus rapidement, en prédisant les lettres et les mots les plus probables pendant la saisie. Notons que les outils d'aide aux utilisateurs handicapés possèdent la plupart du temps un système de prédiction de mots.

Un autre outil de prédiction est le Dasher [6], avec lequel la saisie de la phrase s'effectue exclusivement en déplaçant la souris. Avec cet outil, le choix d'un caractère s'effectue en déplaçant le pointeur de la souris vers la zone le contenant. Lorsque le pointeur l'a atteint, le clavier propose les lettres les plus probables, par rapport au texte précédemment saisi ; les lettres sont présentées en zones de différentes tailles, selon la probabilité de leur saisie.

Le système KeyGlass [19] offre, une fois qu'une lettre est saisie, quatre boutons semi-transparents représentant les lettres les plus probables en se basant sur les digrammes ; cela permet de diminuer le parcours de la souris, mais diminue la vitesse de saisie, ceci étant dû à ses changements des lettres dans la prédiction.

Le système d'aide à la communication Chewing Word [5] présente un clavier dynamique composé de deux lignes de touches servant à saisir les lettres. Quand on saisit un caractère, le système de prédiction donne la liste des caractères dans l'ordre de leurs probabilités de saisie ; cette liste commence à la position de la dernière saisie et fait le tour du circuit.

L'UKO-II [10] est un clavier, conçu pour les IMC, reprenant le principe du T9. Il regroupe les caractères de saisie en quatre zones, numérotées de 1 à 4 et il possède un système de désambiguïsation. Pour saisir une lettre, il faut sélectionner le numéro de la zone le contenant ; le clavier construit alors un nombre que le système de prédiction traduit en liste de mots.

Un clavier important dans le cadre de cet article est le clavier CLAVICOM NG, dans la mesure où le clavier K-Hermès, proposé dans cet article, est comparé dans la suite à celui-ci. CLAVICOM NG est un clavier virtuel de type AZERTY. Il a été réalisé au départ par Handicap International, puis entièrement reconçu et redéveloppé par T. Devaux et G. Rebesche [3]. Il a été retenu pour plusieurs raisons :

- Il est souvent utilisé dans des centres spécialisés français pour les personnes handicapées, et est d'ailleurs le clavier communément utilisé par le premier auteur qui sera le sujet référent de l'expérimentation décrite ci-après.
- Il possède une prédiction de mots (comme le clavier K-Hermès proposé).
- Il est adaptable (boutons déplaçables par l'utilisateur).

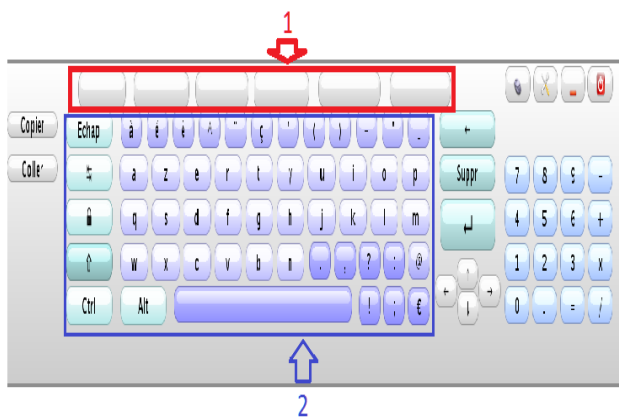


Figure 2 : CLAVICOM NG : (1) propositions de mots, (2) clavier AZERTY

Sur CLAVICOM NG, l'utilisateur saisit le texte voulu en cliquant sur la lettre directement (monotape). Des propositions de mots s'affichent dans les boutons blancs se trouvant en dessus du clavier (Figure 2). Le fait de cliquer sur une proposition complète automatiquement le mot qui a été commencé par l'utilisateur et y ajoute un espace. Ce procédé permet d'éviter une manipulation supplémentaire par l'utilisateur.

K-HERMES

Le clavier K-Hermès est proposé dans le cadre de cet article. Son nom est composé de K pour « keyboard » et Hermès qui était le dieu grec responsable, entre autre, de la transmission des messages entre les dieux. K-Hermès repose sur la disposition d'un clavier de type T9. Ce clavier a l'avantage de permettre la saisie avec seulement 9 touches. Cela permet de diminuer les mouvements entre le joystick et le bouton-poussoir, et par conséquent de diminuer la fatigue de l'utilisateur (ce qui est fondamental dans un cas d'IMC). Il est visible en figure 3. Pour saisir une lettre, l'utilisateur doit cliquer N fois sur la touche contenant. N correspond

à la place de la lettre sur le bouton. Ainsi, pour saisir le caractère « b », il doit cliquer deux fois de suite sur le bouton étiqueté « a b c ».

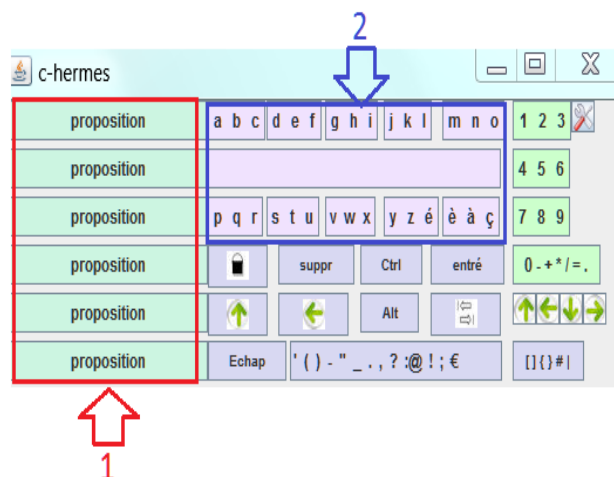


Figure 3 : K-Hermès : (1) Propositions de mots, (2) : clavier de type T9 (3 lettres par touche)

Les boutons se situant à gauche de K-Hermès contenant le mot « proposition » servent à afficher un ensemble de mots du dictionnaire. Dans la version actuelle de K-Hermès, si l'utilisateur tape la lettre « a », le clavier affichera les six premiers mots de son dictionnaire qui commencent par un « a ». Notons qu'un complément d'information relatif à la prédiction de mots sera fourni plus loin, dans la sous-section « Prédiction de mots ».

Précisons que les autres touches constituant K-Hermès (chiffres et ponctuations) n'ont pas été utilisées dans le cadre de l'expérimentation décrite ci-après, pour rester dans les mêmes conditions que les autres travaux de recherche en saisie de texte. Cependant, nous avons décidé de les afficher afin de nous rapprocher des conditions réelles en termes d'interface graphique.

Le but principal de K-Hermès est de minimiser la fatigue et le nombre de mouvements des utilisateurs, en maximisant la vitesse de saisie. Nous pouvons décomposer la saisie d'un caractère en plusieurs mouvements :

- la prise en main du joystick.
- L'inclinaison du joystick afin de déplacer le pointeur de la souris dans la direction voulue
- le relâchement de la manette,
- le mouvement de la main vers le bouton-poussoir,
- la pression sur le bouton.

Dans le cadre d'utilisateurs IMC, il est important de préciser dans le cadre de cet article que l'ensemble de ces mouvements répétés plusieurs centaines de fois sur une journée peu provoquer des douleurs musculaires.

L'expérimentation comparative impliquant le clavier proposé et CLAVICOM NG fait l'objet de la partie suivante.

EXPERIMENTATION

Dans cette partie, nous commençons par une description des hypothèses, et des groupes de testeurs. La manière dont les tests ont été effectués est ensuite présentée.

Hypothèses

Avant le début des tests, deux hypothèses ont été retenues :

Hypothèse 1 : K-Hermès avec un système de prédiction de mots permet d'effectuer moins de mouvements (aller-retour de la main entre le joystick et le bouton poussoir, visibles en Figure 1) pour la saisie de texte. Ceci entraîne par conséquent une diminution de la fatigue.

Hypothèse 2 : Grâce au nombre réduit de touches sur le K-Hermès, la vitesse de saisie pour une personne à mobilité réduite doit être plus élevée que sur un clavier de type AZERTY (le CLAVICOM NG en étant un représentant).

Testeurs

Afin de prouver ces deux hypothèses, nous avons effectué une série de tests avec trois types de populations différentes :

- Une personne IMC qui sera le sujet de référence pour les expériences.
- Un groupe de personnes valides simulant un handicap et devant utiliser le dispositif visible en Figure 1 pour manipuler le pointeur à l'écran.
- Un groupe de personnes valides utilisant une souris.

Les personnes simulant un handicap avaient une contrainte supplémentaire afin de se rapprocher dans la mesure du possible des conditions de saisie d'une personne IMC : elles devaient manipuler le joystick avec une seule main et le poing fermé. Dans ces conditions, les testeurs font autant de mouvements que les IMC.

Rappelons que les personnes simulant un handicap devaient utiliser le dispositif visible en figure 1 pour manipuler le pointeur de la souris : le joystick à gauche sert à diriger le pointeur de la souris. Les quatre premiers boutons (les deux premiers de chaque ligne) servent à simuler un clic gauche. Les quatre suivants (les deux derniers de chaque ligne) permettent de simuler un clic droit. Ce dispositif a été conçu sur base d'une ancienne manette de jeu modifiée, reliée à un boîtier servant à traduire les impulsions électriques émises par le joystick et les boutons en données numériques. Le

clic maintenu est effectué en faisant un appui long sur le premier bouton de la première ligne.

Tests

La première série de tests (qu'on nommera par la suite « handicapés vs valides ») s'est déroulée en deux séances, pour la raison suivante : les IMC effectuent énormément de mouvements parasites. À partir de ce fait, nous avons décidé de ne pas faire un grand nombre de séances, car les personnes valides manipulant un joystick pour la première fois avec le poing fermé font un grand nombre de mouvements supplémentaires. Grâce à cela, nous nous approchons des conditions réelles liées à l'IMC. Un grand nombre de sessions auraient eu pour conséquence l'éloignement de la réalité, car les personnes valides se seraient habituées à ces conditions et les mouvements involontaires auraient fortement diminué.

Le temps entre deux séances de test était de 24 heures environ. Les testeurs ont utilisé alternativement les quatre claviers suivants :

- K-Hermès avec prédiction de mots,
- K-Hermès sans prédiction de mots,
- CLAVICOM NG avec prédiction de mots,
- CLAVICOM NG sans prédiction de mots.

Les tests se sont déroulés de la manière suivante :

- Les testeurs remplissaient un questionnaire à propos de leurs habitudes avec l'outil informatique.
- Une explication était donnée à propos du clavier à utiliser.
- Durant une période de 5 minutes, ils saisissaient une série de mots de 5 lettres.
- Ces actions étaient répétées pour les quatre claviers pendant deux sessions.
- Un questionnaire final était rempli pour connaître leurs impressions sur chaque clavier.

Plusieurs informations ont été enregistrées dans un but d'analyse par la suite :

- la distance parcourue par le pointeur,
- la distance moyenne entre deux touches,
- le nombre d'aller-retour de la main entre le joystick et le bouton-poussoir,
- le nombre de mots par minute (métrique WPM : *Words Per Minute*),
- le nombre de caractères par seconde (métrique CPS : *Characters Per Second*).

La seconde série de tests (qu'on nommera par la suite « évolution à long terme ») s'est déroulée de la façon suivante : le sujet de référence a effectué une série de tests sur une durée de 10 jours avec K-Hermès et CLAVICOM NG avec la prédiction de mots. Grâce à cela, nous avons pu analyser l'évolution des performances de notre clavier sur une longue durée de temps.

ANALYSE DES DONNEES RELATIVEMENT A LA SERIE DE TESTS « HANDICAPES VS VALIDES »

Pour évaluer la préférence des testeurs pour les différents claviers, nous avons demandé aux testeurs de tracer un trait sur un axe de dix centimètres. Le zéro symbolisant la réponse la plus négative et le 10 la plus positive.

Catégorie de question	Moyennes (sur 10)
Difficultés rencontrées pour K-Hermès sans prédiction de mots	4,916
Difficultés rencontrées pour K-Hermès avec prédiction de mots	5,075
Difficultés rencontrées pour CLAVICOM NG sans prédiction de mots	3,020
Difficultés rencontrées pour CLAVICOM NG avec prédiction de mots	3,416
Niveau de fatigue pour K-Hermès sans prédiction de mots	4,691
Niveau de fatigue pour K-Hermès avec prédiction de mots	4,229
Niveau de fatigue pour CLAVICOM NG sans prédiction de mot	2,875
Niveau de fatigue pour CLAVICOM NG avec prédiction de mots	2,875

Tableau 1 : Résultats liés au questionnaire rempli par les testeurs à la fin de chaque dernière session de tests

On peut constater que le clavier de type AZERTY a laissé une meilleure impression auprès des testeurs, en raison de leurs habitudes avec ce type de clavier physique. CLAVICOM NG reprend la même disposition des touches que sur un clavier ordinaire. De plus, 90 % des participants envoient leurs messages à partir d'un téléphone portable avec un clavier de même type que CLAVICOM NG (monotape).

Prédiction de mots

En termes de prédiction de mots, K-Hermès est supérieur à CLAVICOM NG. En effet, le premier a pu prédire 1,82 mot par session et le second a trouvé 0,89 mot par session, sur l'ensemble des sessions de tous les utilisateurs. Ces résultats ont été calculés en faisant la somme des nombres de mots prédits par les claviers, et en la divisant par le nombre de participants, sur la base de l'extension du dictionnaire [7] de 60 000 mots à 336 531 mots. K-Hermès a un avantage supplémentaire dans ce domaine : lorsque l'utilisateur tape sur la touche *Effacement*, les mots précédemment proposés lui sont repropoés. Prenons l'exemple suivant (cf. Figure 5).

- l'utilisateur saisit le caractère « m » ;
- les mots « maman » « mamouth » « marteau » lui sont alors proposés.
- Il saisit le caractère « o » ;
- la proposition suivante s'affiche : « moto » « motoriste » « motos ».

- En effaçant la lettre « o », les mots « maman » « mamouth » « marteau » lui sont repropoés à nouveau.

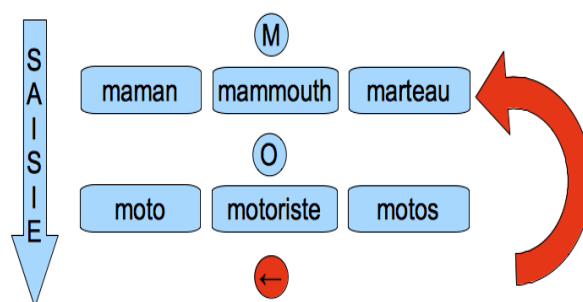


Figure 5 : relation entre la touche *Effacement* et le système de prédiction de mots pour K-Hermès

Ce principe n'est pas implémenté au sein du logiciel CLAVICOM NG. Quand l'utilisateur efface une lettre, l'ensemble des propositions sont supprimées. Cela a pour conséquence que le testeur doit terminer la saisie de mot, ce qui génère des mouvements supplémentaires ; donc, des mouvements supplémentaires doivent être effectués. La sélection d'une proposition entraîne automatiquement l'ajout d'un espace en tant que séparateur de mot comme cela l'utilisateur n'a pas besoin de le saisir. Ce principe est implémenté dans K-Hermès et CLAVICOM NG.

Nombre de mots saisis par minute

On constate une différence très importante entre les résultats obtenus pour le groupe des personnes simulant un handicapé (cf. Figure 6) et les personnes valides pour le CLAVICOM NG. La cause est que la manipulation du pointeur : effectuer une action avec la souris nécessite un temps d'un peu plus d'une seconde seulement (le temps moyen de pointage avec la souris est estimé à 1,1 s [2]), contrairement au joystick où la même action peut nécessiter quelques secondes. Mais on a pu constater également que certaines des personnes qui utilisaient une souris traditionnelle avaient beaucoup plus de précision avec le pointeur. D'abord, on a pensé que c'était faute d'habitude (manipuler le pointeur de la souris avec un joystick n'est pas facile), mais on a appris que parmi les testeurs certains avaient l'habitude de jouer à des jeux vidéo à l'aide d'un joystick. Les amateurs de jeux vidéo avaient autant de difficultés pour manipuler le pointeur de la souris. Ceci est dû à la sensibilité du joystick et a pour conséquence de réduire la précision du pointeur.

Avec K-Hermès, la différence entre les trois groupes de testeurs est réduite.

L'ensemble des personnes valides étaient ralenti dans leurs saisies à cause du système de désambiguïsation, les testeurs devaient faire un effort de concentration supplémentaire pour choisir la lettre voulue sur les

touches contrairement à CLAVICOM NG où les caractères sont accessibles en un seul clic.

Concernant le groupe qui simulait un handicap, la différence de vitesse de saisie entre les deux claviers avec la prédiction de mots pour la deuxième session est de 0,16 mot par minute.

Le sujet de référence a obtenu une vitesse de saisie inférieure aux deux autres groupes. Ceci laisse supposer que la simulation du handicap est imparfaite. Le sujet de référence a effectué plus de mouvements en raison de son handicap pendant les tests ; ce qui a diminué son nombre de mots saisis.

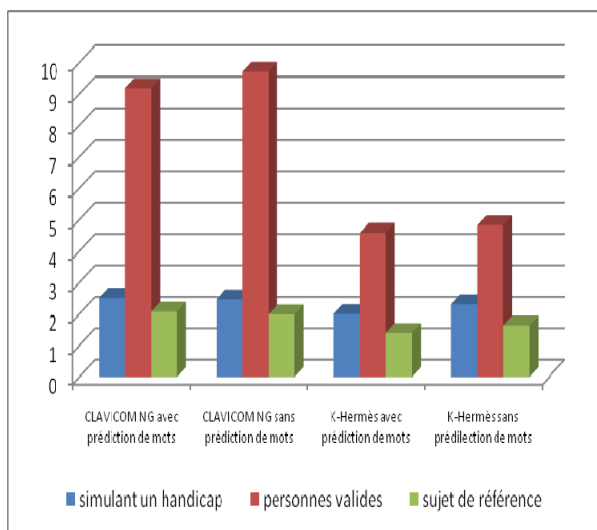


Figure 6 : nombre de mots par minute pour les différentes configurations testées

Taux d'erreurs par mot

Concernant le taux d'erreurs par mot sur l'ensemble des groupes, les deux claviers sont à peu près à égalité :

- CLAVICOM NG : 0,003 erreurs par mot
- K-Hermès : 0,002 erreurs par mot

Le système de multiples clics avec K-Hermès pour choisir la lettre voulue n'a pas perturbé les utilisateurs. Le fait de devoir compter le nombre de clics pour atteindre une lettre demande une concentration supplémentaire sur la touche et évite à l'utilisateur de se tromper de lettre.

Nombre d'allers-retours de la main entre joystick et bouton de validation

Concernant le nombre d'aller-retours de la main entre le joystick et le bouton de validation au cours d'une période donnée, en supposant que les utilisateurs de K-Hermès et de CLAVICOM NG saisissent un maximum de mots, l'écart moyen entre les deux claviers avec prédiction de mots est de 15 mouvements en moins pour K-Hermès.

Si on désactive le système de prédiction, ce nombre diminue à 10. Cependant, il faut projeter ce nombre (Tableau 2), sur une journée complète. En effet, rappelons que les tests duraient 5 minutes. Ainsi, d'après notre questionnaire remplis par tous les testeurs, ceux-ci restent en moyenne 7 heures par jour sur un ordinateur (en incluant des pauses). Par conséquent, ce nombre s'élève en théorie (sans considérer les temps de pause par exemple) à 1260 mouvements en moins sur une journée. Ce chiffre à une conséquence non négligeable sur la fatigue de l'utilisateur. Sachant que la longueur entre le joystick et le bouton, utilisés au cours des tests, est égale à 8 cm, la longueur totale gagnée sur une journée, sur un tel dispositif, pourrait se monter à plus de 20 000 cm (20 160 cm en théorie).

Claviers	Nombre moyen de mouvements
K-Hermès sans prédiction de mots	99
K-Hermès avec prédiction de mots	93
CLAVICOM NG sans prédiction de mots	109
CLAVICOM NG avec prédiction de mots	108

Tableau 2 : nombre moyen de mouvements (en nombre d'allers-retours de la main entre le joystick et le bouton de validation) au cours de l'ensemble de la série de tests « handicapés vs valides »

On peut en conclure que l'hypothèse 1 a été vérifiée.

Le tableau 3 regroupe la distance moyenne parcourue par le pointeur de la souris au cours de l'ensemble des tests réalisés.

Claviers	Distance moyenne G1 (en pixels)	Distance moyenne G2 (en pixels)
K-Hermès sans prédiction de mots	108	116
K-Hermès avec prédiction de mots	107	114
CLAVICOM NG sans prédiction de mots	164	178
CLAVICOM NG avec prédiction de mots	159	180

Tableau 3 : distance moyenne parcourue par la souris entre deux touches du clavier au cours des différentes sessions (G1 : groupe de personnes simulant un handicap ; G2 : groupe de personnes valides)

L'écart entre les deux claviers pour le groupe simulant un handicap avec prédiction de mots est de 52 pixels. Deux constatations s'imposent : l'utilisateur manipule moins longtemps le joystick avec K-Hermès, ce qui diminue les mouvements du bras. La deuxième constatation se situe au niveau de la précision du pointage.

Sur le clavier K-Hermès, les touches ont une plus grande taille du fait qu'elles sont étiquetées par trois lettres. Le testeur a besoin de moins de précision pour atteindre Conformément la loi de Fitts [8], le testeur a besoin de moins de précision et effectue donc des gestes de pointage plus rapides. Les testeurs avaient tendance à dépasser le bouton voulu avec le clavier CLAVICOM NG ; ceci avait pour conséquence des manipulations supplémentaires, pour corriger leurs gestes. Avec K-Hermès les lettres constitutives dans un mot et les lettres consécutives trouvant sur la même touche ne requièrent aucun aller-retour de la main pour les saisir.

ANALYSE DES DONNÉES RELATIVEMENT A LA SÉRIE DE TESTS « EVALUATION A LONG TERME »

Concernant la deuxième expérience qui consistait à faire tester K-Hermès et CLAVICOM NG avec la prédiction de mots par notre sujet de référence sur une période de 10 jours, nous avons constaté que K-Hermès était supérieur à CLAVICOM NG dans tous les domaines. En effet, K-Hermès semble plus avantageux pour les personnes IMC pour les raisons suivantes, cf. Figure 7 :

- Le nombre de prédiction de mots est plus élevé.
- La vitesse de saisie est supérieure.
- Le testeur référent a commis moins d'erreurs.
- Le nombre d'aller-retour est inférieur.

Au travers de cette expérience, nous avons donc pu vérifier l'hypothèse 2.

DISCUSSIONS

Au niveau de la désambiguïsation, plusieurs chercheurs ont effectué des tests afin de comparer leurs performances. La constatation la plus significative dans ce domaine est la suivante : dans son article [1], J.Y. Antoine note que pour augmenter la performance d'un clavier de type T9 « classique » il faut que l'utilisateur possède au minimum trois types de clics différents, chaque clic correspondant à une lettre par touche.

D'autres expérimentations sont arrivées à la conclusion suivante : un utilisateur valide peut atteindre 10,4 mots par minute après 10 heures d'entraînement avec un clavier de type T9 informatisé [9]. Nous sommes loin de cette performance, car nous avons choisi de faire un nombre réduit de tests afin de nous rapprocher de la réalité liée aux manipulations effectuées par des utilisateurs IMC. Cependant au travers de nos travaux il a été possible d'augmenter la vitesse de saisie tout en diminuant l'effort physique pour les personnes atteintes d'IMC, ce qui est très prometteur.

CONCLUSION

Le but de cet article était, outre le fait de proposer le clavier virtuel K-Hermès, de comparer la diminution de l'effort avec un clavier de type T9 par rapport à un clavier de type AZERTY pour les personnes souffrantes d'une Infirmité Motrice Cérébrale. Ce type de personnes bénéficie grandement d'un clavier virtuel réduit pour limiter leurs mouvements pendant la saisie et ainsi diminuer leur fatigue physique.

Les résultats obtenus lors des expérimentations montrent une diminution significative du nombre de mouvements, ce qui est très encourageant.

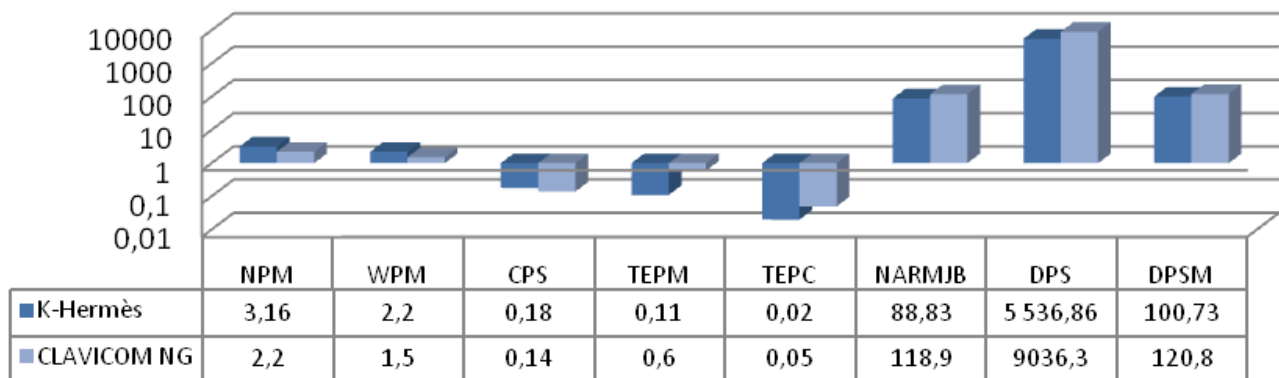


Figure 7 : Comparaison des deux claviers avec prédiction de mots sur une période de 10 jours, pour le sujet de référence

Légende :

NPM : nombre de prédictions

WPM : Words Per Minute

CPS : Characters Per Second

TEPM : taux d'erreurs par mot

TEPC : taux d'erreurs par caractère

NARMJB : nombre d'allers-retours de la main entre le joystick et le bouton de validation

DPS : déplacement de la souris en pixel

DPSM : déplacement de la souris en moyenne (déplacement de la souris/nombre de caractères saisis), en pixels.

La perspective de recherche est la suivante : elle consisterait à développer une meilleure prédiction de mots. Le système « Sibyllette » [17] pourrait être réutilisé pour notre clavier.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient vivement les testeurs qui leur ont offert une partie de leur temps pour les aider à effectuer les tests. Le premier auteur remercie aussi sa grand-mère pour avoir effectué la saisie de la première version de cet article sous sa dictée.

BIBLIOGRAPHIE

1. Antoine, J.Y, Maurel, M., Aide à la communication pour personnes handicapées et prédiction de texte. Numéro spécial de la revue TAL, 48 (3), 2007.
2. Card, S.K., Thomas, T.P., Newell, A. *The Psychology of Human-Computer Interaction*, London: Lawrence Erlbaum Associates, 1983.
3. Clavicom NG : <http://code.google.com/p/clavicom/>
4. Clavier Dvorak : <http://www.algo.be/ergo/dvorak-fr.html>
5. Chewing Word : <http://chewingword.wikidot.com/>
6. Dasher, site explicatif du clavier : www.inference.phy.cam.ac.uk/dasher/
7. dictionnaire, <http://www.pallier.org/ressources/dicofr/liste.de.mots.francais.frgut.txt>
8. Fitts, P. M. The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
9. Green, N., Kruger, J., Faldu, C., St. Amant, R. A Reduced QWERTY Keyboard for Mobile Text Entry. *CHI Extended Abstracts 2004*, 1429-1432, ACM Press.
10. Harbuschn K., Hasan, S., Hoffmann, H., Kühn, M., Schüler, B. Domain-specific Disambiguation for Typing with Ambiguous Keyboards. In *EACL 2003 Workshop on Language Modeling for Text Entry Methods*, Budapest, April, 2003.
11. Jones, E., Alexander, J., Andreou, A., Irani, P., Subramanin, S. GesText: Accelerometer-Based Gestural Text-Entry Systems. *SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, ACM Press, 2010.
12. Le site de l'Infirmité Motrice Cérébrale : <http://www.imc.apf.asso.fr/>
13. Martin, B. *Contributions à l'amélioration de l'interaction Homme-Machine : application à l'optique, aux techniques d'entrée de texte et au pointage*. Mémoire d'HDR, Metz, novembre 2008.
14. Martin, B., Pecci, I. État de l'art des claviers physiques et logiciels pour la saisie de texte. *Revue d'Interaction Homme-Machine*, vol. 8, n°2, 147-205, 2007.
15. Vella, F. *Modèles psychophysiques d'atteintes de cibles pour les personnes souffrant de troubles neuromusculaires*. Thèse de Doctorat, Toulouse, 18 décembre 2008.
16. Poirier F., Schadle I. Etat de l'art des méthodes de saisie de données sur dispositifs nomades. Une typologie des approches. *IHM 2004*, ACM Press, Namur, p. 133-140.
17. Schadle, I., Le Pévédic, B., Antoine, J.Y., Poirier, F. SybiLette, Système de prédiction de lettre pour l'aide à la saisie de texte. *Actes TALN 2001*, Tours, 2-5 juillet 2001.
18. Site sur les différents handicaps : <http://archives.handicap.gouv.fr/dossiers/handicaps>
19. Vella, F, Vigouroux, N. Etude de l'optimisation de claviers virtuels au travers des sujets handicapés versus valides. *Secondes Rencontres Jeunes Chercheurs en Interaction Homme-Machine (RJC-IHM 2004)*, Lacanau, 20-22 octobre, 99-102.
20. Wandmacher T., Antoine J.-Y. Poirier F. Sibylle: an adaptive system for alternative communication adapting to the context and its user. *ACM ASSETS 2007*, Tempe, AZ USA, 2007
21. XPeRT (2003). <http://www.xpertkeyboard.com/>
22. Zhai, S., Hunter, M., Smith, B.A. The Metropolis Keyboard, An Exploration of Quantitative Techniques for Virtual Keyboard Design. In *Proceeding of the 13th Annual ACM Symposium on Use Interface Software and Technology (UIST 2000)*, San Diego, California, 119-128.