



**HAL**  
open science

# Étude comparative entre un clavier virtuel AZERTY et un clavier multitap pour des utilisateurs souffrant d'une Infirmité Motrice Cérébrale de type tétraplégique athétosique

Yohan Guerrier, Maxime Baas, Christophe Kolski, Franck Poirier

► **To cite this version:**

Yohan Guerrier, Maxime Baas, Christophe Kolski, Franck Poirier. Étude comparative entre un clavier virtuel AZERTY et un clavier multitap pour des utilisateurs souffrant d'une Infirmité Motrice Cérébrale de type tétraplégique athétosique. ASSISTH 2011, 2011, Paris, France. pp.148-155. hal-00816688

**HAL Id: hal-00816688**

**<https://hal.science/hal-00816688>**

Submitted on 25 May 2013

**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.

# Étude comparative entre un clavier virtuel AZERTY et un clavier multitap pour des utilisateurs souffrant d'une Infirmité Motrice Cérébrale de type tétraplégique athétosique

Yohan Guerrier<sup>1</sup>, Maxime Baas<sup>1</sup>, Christophe Kolski<sup>1</sup>, Franck Poirier<sup>2</sup>

Univ Lille Nord de France, F-59000 Lille <sup>1</sup>  
UVHC, LAMIH, F-59313 Valenciennes  
CNRS, UMR 8530, F-59313 Valenciennes  
Laboratoire VALORIA<sup>2</sup>  
Université de Bretagne Sud  
[yohan.guerrier@gmail.com](mailto:yohan.guerrier@gmail.com)  
[maxime.baas@free.fr](mailto:maxime.baas@free.fr),  
[christophe.kolski@univ-valenciennes.fr](mailto:christophe.kolski@univ-valenciennes.fr)  
[Franck.Poirier@univ-ubs.fr](mailto:Franck.Poirier@univ-ubs.fr)

**Abstract.** L'objectif de cet article est de comparer deux claviers virtuels destinés à des personnes souffrant d'une Infirmité Motrice Cérébrale (IMC) de type tétraplégique athétosique ; ces utilisateurs éprouvent des difficultés à effectuer des actions à l'aide de leurs membres supérieurs à cause de grands nombres de mouvements parasites. Dans cet article, le clavier K-Hermès, que nous proposons, est comparé au CLAVICOM NG de type AZERTY. K-Hermès est un clavier réduit reprenant le mode de saisie du clavier T9. Le but de l'expérimentation est de démontrer la diminution de l'effort et l'augmentation de la vitesse de saisie obtenues avec le clavier K-Hermès pour des personnes souffrant d'IMC.

**Keywords:** Clavier virtuel, saisie de texte, diminution de l'effort, Infirmité Motrice Cérébrale.

## 1 Introduction

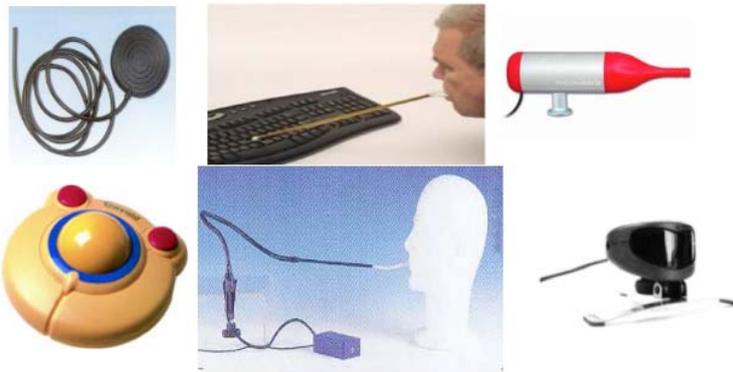
Actuellement, de nombreuses recherches sont menées sur les claviers virtuels [8] [9]. Ces derniers sont de plus en plus utilisés dans les appareils mobiles, comme les téléphones portables ou les tablettes [11]. Dans cet article, nous nous intéressons plus précisément aux claviers virtuels destinés aux personnes handicapées. Il n'est pas possible de traiter l'ensemble des handicaps existants, en raison de leur nombre très important [13]. Cet article se focalise sur les utilisateurs souffrant d'IMC de type tétraplégique athétosique (appelés IMC ou utilisateurs IMC dans la suite de l'article). Ces personnes ont subi des dommages neurologiques qui font que leurs mouvements

manquent de précision [7]. Ils utilisent fréquemment 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 (qui est lui-même atteint d'une IMC) est présenté en Figure 1 (ses principes seront détaillés plus loin).



**Fig. 1.** Dispositif de pointage

Le besoin d'utiliser un dispositif équipé d'un 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 (Fig. 2).



**Fig. 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

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 [1] exploité par de nombreux utilisateurs handicapés, fait l'objet de la partie suivante. Les résultats obtenus sont décrits ensuite et discutés.

## **2 Etat de l'art sur les claviers dédiés aux utilisateurs handicapés 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 [10] et l'article de synthèse de B. Martin et I. Pecci [9] 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 [8] 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 [2] 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 [14] propose une disposition similaire au QWERTY; son principe est de regrouper les di-grammes (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 [6] 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 [5]. Rappelons que la loi de Fitts modélise le mouvement humain dans une tâche d'atteinte de cible avec un dispositif de pointage. Cette loi traduit que le pointage repose sur un compromis entre la précision et la vitesse. Sa formule est :  $T = a + b * \log_2 ((W/L) + 1)$  avec a et b : constantes empiriques, W : distance séparant le point de départ du centre de la cible, L : Largeur de la cible.

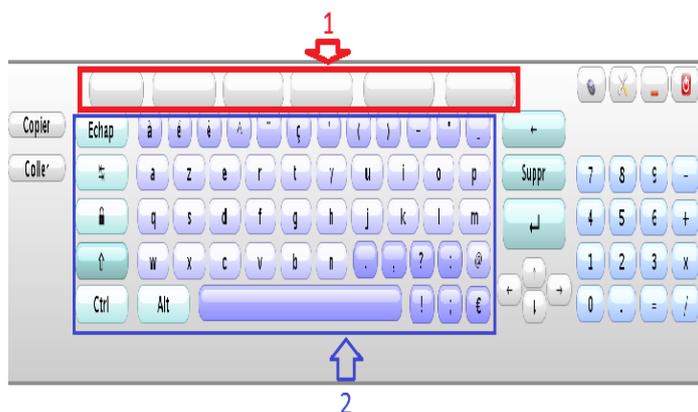
Le Métropolis [17] est un clavier exploitant l'algorithme glouton du même nom, les lettres sont regroupées afin de limiter la distance du parcours de la souris. Sibylle [15] est un clavier de prédiction qui permet d'aider l'utilisateur à saisir plus rapidement, en prédisant les lettres et les mots les 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 clavier virtuel prédictif est le Dasher [4], 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 [14] propose, autour du bouton de la dernière lettre saisie, quatre boutons semi-transparents représentant les lettres les plus probables en se

basant sur les di-grammes ; le rapprochement dynamique des touches consécutives permet de diminuer le parcours de la souris, mais provoque une diminution de la vitesse de saisie due à la non prédictibilité du clavier.

Le système d'aide à la communication Chewing Word [3] 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. L'UKO-II [6] 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.

CLAVICOM NG est un clavier virtuel de type AZERTY. Il a été réalisé au départ par Handicap International, puis entièrement reconçu et redéveloppé par [1]. Il a été retenu pour nos tests pour plusieurs raisons : (1) 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 ; (2) il possède une prédiction de mots (comme le clavier K-Hermès proposé) ; il est adaptable (boutons déplaçables par l'utilisateur). Sur CLAVICOM NG, l'utilisateur saisit le texte voulu en cliquant sur la lettre directement (saisie monotape). Des propositions de mots s'affichent dans les boutons blancs se trouvant au-dessus du clavier (Fig. 3). Le fait de cliquer sur une proposition complète automatiquement le mot qui a été commencé par l'utilisateur et ajoute un espace. Ce procédé permet d'éviter une manipulation supplémentaire par l'utilisateur.

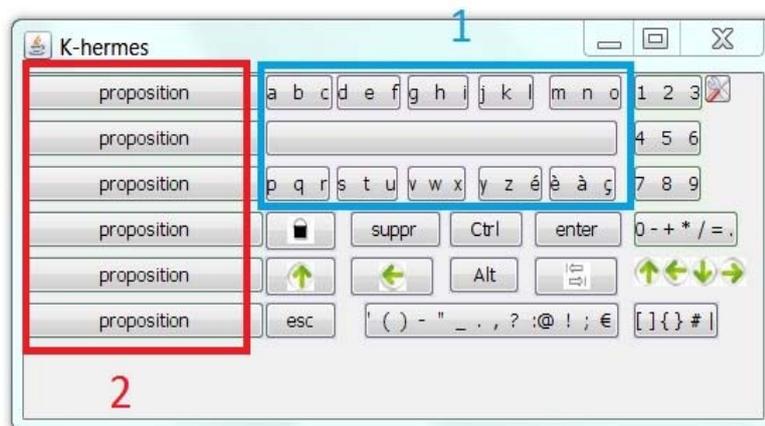


**Fig. 3.** CLAVICOM NG : (1) propositions de mots, (2) clavier AZERTY

Une analyse critique de ces différents claviers nous a conduits à proposer le clavier K-Hermès.

### 3 Proposition du clavier K-HERMÈS

Le clavier K-Hermès est proposé dans le cadre de cet article. K-Hermès tire son nom 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 pour un IMC). Il est présenté en figure 4. Pour saisir une lettre, l'utilisateur doit cliquer N fois sur la touche la 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 ». Dans la figure, les boutons de gauche contenant le mot "proposition" correspondent à la zone de prédiction lexicale. 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 ». L'agencement des touches suit l'ordre alphabétique afin que l'utilisateur mémorise facilement l'emplacement des lettres, ce qui contribue à réduire sa fatigue visuelle.



**Fig. 4.** K-Hermès : (1) Propositions de mots, (2) : clavier de type T9 multitapec à 3 lettres par touche

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 que l'ensemble de ces mouvements répétés plusieurs centaines de fois sur une journée peut provoquer des douleurs musculaires.

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

## **4 EXPERIMENTATION COMPARATIVE PRELIMINAIRE**

Dans cette partie, nous commençons par une description de l'hypothèse, et du testeur IMC. Le protocole de test est ensuite présenté.

### **4.1 Hypothèse**

Avant le début des tests, nous avons formulé l'hypothèse suivante : 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 (CLAVICOM NG étant pris comme clavier de référence).

### **4.2 Testeur**

Afin de prouver cette hypothèse, nous avons effectué une série de tests sur un type de population : nous avons cherché à vérifier cette hypothèse avec une personne IMC. Il est important ici de préciser que nous avons contacté un ensemble de centres spécialisés dans l'accueil de personnes handicapées afin de trouver d'autres testeurs IMC, mais malheureusement, nous n'avons pas trouvé de sujets suffisamment disponibles pour nos tests.

### **4.3 Déroulement**

Les tests se sont déroulés de la façon suivante : le testeur a effectué une série de tests durant lesquels il a saisi un nombre maximum de mots de cinq lettres affichés au-dessus du clavier, 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 durée relativement longue de temps.

## 5 Analyse des données relativement à la série de tests

Dans cette expérimentation préliminaire qui consistait à faire tester K-Hermès et CLAVICOM NG avec la prédiction de mots par le sujet IMC sur une période de 10 jours, nous avons constaté que K-Hermès était sensiblement supérieur à CLAVICOM NG au regard de différentes métriques. En effet, K-Hermès s'est montré plus avantageux pour les personnes IMC pour les raisons suivantes, (cf. figure 5): le nombre de prédiction de mots est plus élevé ; la vitesse de saisie est supérieure ; le testeur a commis moins d'erreurs ; le nombre d'aller-retour est inférieur. Au travers de cette expérience, l'hypothèse est bien vérifiée.

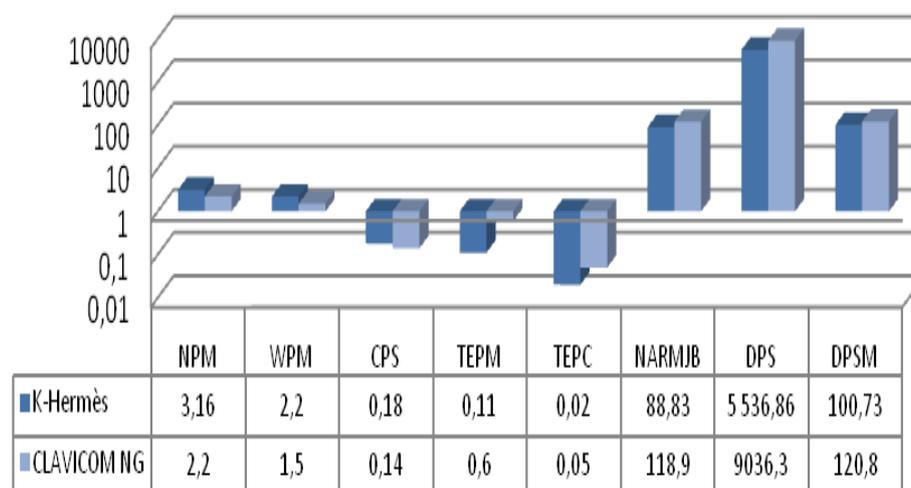


Fig.5 Comparaison des deux claviers avec prédiction de mots sur une période de 10 jours

Avec :

**NPM** : nombre de prédictions par minute

**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)

## 6 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 souffrant d'une Infirmité Motrice Cérébrale. Ce type de personnes bénéficie grandement d'un clavier virtuel réduit car il a l'avantage de limiter leurs mouvements pendant la saisie et ainsi de diminuer leur fatigue

physique. Les résultats obtenus lors des expérimentations montrent une diminution significative du nombre de mouvements, ce qui est très encourageant. La principale perspective sera d'améliorer la prédiction de mots en reprenant en partie celle du système Sibylle [12].

## 7 Bibliographie

1. Clavicom NG : <http://code.google.com/p/clavicom/>
2. Clavier Dvorak : <http://www.algo.be/ergo/dvorak-fr.html>
3. Chewing Word : <http://chewingword.wikidot.com/>
4. Dasher, site explicatif du clavier : [www.inference.phy.cam.ac.uk/dasher/](http://www.inference.phy.cam.ac.uk/dasher/)
5. Fitts, P. M. The Information Capacity of the Human Motor System in Controlling the Amplitude of Movement. *Journal of Experimental Psychology*, 47, 381-391.
6. 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.
7. Le site de l'Infirmitté Motrice Cérébrale : <http://www.imc.apf.asso.fr/>
8. Martin, B. Contributions à l'amélioration de l'interaction Homme-Machine : application à l'optique, aux techniques d'entrée de texte et au pointage. HDR, Metz, novembre 2008.
9. 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.
10. Vella, F. Modèles psychophysiques d'atteintes de cibles pour les personnes souffrant de troubles neuromusculaires. Thèse de Doctorat, Toulouse, 18 décembre 2008.
11. Poirier F., Schadle I. État de l'art des méthodes de saisie de données sur dispositifs nomades. Une typologie des approches. *IHM 2004*, ACM Press, Namur, p. 133-140.
12. Schadle, I., Le Pévédic, B., Antoine, J.Y., Poirier, F. SibylLettre, Système de prédiction de lettre pour l'aide à la saisie de texte. *Actes TALN 2001*, Tours, 2-5 juillet 2001.
13. Site sur les différents handicaps : <http://archives.handicap.gouv.fr/dossiers/handicaps>
14. Vella, F, Vigouroux, N. Etude de l'optimisation de claviers virtuels au travers des sujets handicapés versus valides. *RJC-IHM 2004*, Lacanau, 20-22 octobre, 99-102.
15. 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, 2007
16. XPeRT (2003). <http://www.xpertkeyboard.com/>
17. Zhai, S., Hunter, M., Smith, B.A. The Metropolis Keyboard, An Exploration of Quantitative Techniques for Virtual Keyboard Design. In *Proc. UIST 2000*, San Diego, California, 119-128.