Usage de technologies d'interaction par des personnes âgées atteintes d'une maladie d'Alzheimer

Frédéric Vella, Nadine Vigouroux, Blandine Boudet, Pierre Rumeau

▶ **To cite this version:**

Frédéric Vella, Nadine Vigouroux, Blandine Boudet, Pierre Rumeau. Usage de technologies d'interaction par des personnes âgées atteintes d'une maladie d'Alzheimer. Workshop Alzheimer, Approche pluridisciplinaire : De la recherche clinique aux avancées technologiques (WS-ALZHEIMER 2013), Jan 2013, Toulouse, France. pp.123-134. hal-01228757

HAL Id: hal-01228757
https://hal.science/hal-01228757

Submitted on 13 Nov 2015

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.

Open Archive TOULOUSE Archive Ouverte (OATAO)
OATAO is an open access repository that collects the work of Toulouse researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in : http://oatao.univ-toulouse.fr/
Eprints ID : 12608

The contribution was presented at WS-ALZHEIMER 2013 :
http://www.irit.fr/WS_ALZHEIMER2013/

To cite this version : Vella, Frédéric and Vigouroux, Nadine and Boudet, Blandine and Rumeau, Pierre *Usage de technologies d'interaction par des personnes âgées atteintes d'une maladie d'Alzheimer*. (2013) In: Workshop Alzheimer, Approche pluridisciplinaire : De la recherche clinique aux avancées technologiques (WS-ALZHEIMER 2013), 25 January 2013 (Toulouse, France).

Any correspondance concerning this service should be sent to the repository administrator: staff-oatao@listes-diff.inp-toulouse.fr

Usage de technologies d'interaction par des personnes âgées atteintes d'une maladie d'Alzheimer

▶ Frédéric Vella, Nadine Vigouroux (IRIT, Toulouse),
Blandine Boudet, Pierre Rumeau (Laboratoire Gérontechnologie La Grave, CHU Toulouse)

■ RÉSUMÉ • L'objectif de ce papier est de montrer comment adapter des techniques d'interaction à la souris pour favoriser l'accessibilité des technologies aux personnes atteintes de troubles cognitifs. Le laboratoire de Gérontechnologie du Gérontopôle de Toulouse vise à concevoir des exercices numériques de rééducation cognitive pour des personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer. L'efficacité de ces exercices nécessite une Interaction Homme-Machine (IHM) utilisable et efficiente. Pour cela, nous avons réalisé une étude sur trois techniques d'interaction à base de pointage (Clic à clic, Drag and drop et Clic et aimantation). 97 personnes âgées avec (68) ou sans (28) maladie d'Alzheimer mesurée par le MMSE ont été recrutées. Les résultats (extra clic et temps de la tâche) montrent que la technique Clic et aimantation est la plus adaptée aux personnes atteintes de la maladie d'Alzheimer..

■ MOTS-CLÉS • Interaction Homme Machine, maladie d'Alzheimer, dispositif souris, MMSE.

■ *ABSTRACT* • *The aim of this paper is to answer to the question: how to adapt mouse interaction techniques to increase technology accessibility to people with cognitive impairment. The Gerontechnology' laboratory at Gerontopole Toulouse aims to develop numerical exercises of cognitive rehabilitation for people with Alzheimer's disease. The effectiveness of these exercises requires a Human-Computer Interaction (HCI) usable and efficient. For that, we have conducted a study on three interaction techniques based on pointing (Clic to clic, drag and drop and Clic and magnetization). 97 elderly people with (68) and without (28) Alzheimer's disease evaluated by the MMSE have been recruited. The results (extra click and task duration) showed that the Clic and magnetization technique is the most adaptet for people with Alzheimer's disease.*

■ *KEYWORDS* • *Human Computer Interaction, Alzheimer's disease, mouse device, MMSE.*

1. Introduction

La maladie d'Alzheimer se caractérise par un déficit cognitif qui s'ajoute au vieillissement moteur et perceptif. L'étude du comportement de ce groupe d'utilisateurs est difficile mais il est nécessaire pour étudier l'accessibilité et l'utilisabilité des interfaces des prothèses mnésiques, des systèmes de stimulation cognitive ou encore des robots d'assistance. Ces études peuvent influer le choix et la conception des modalités d'interaction des systèmes interactifs.

Des études ont montré qu'il y avait un effet entre l'âge de l'utilisateur et sa motricité. (Walker et al., 1997) ont montré par des observations expérimentales que les personnes âgées ont des temps de mouvements plus lents et une plus grande difficulté pour contrôler finement leur motricité fine lors d'atteintes de cibles.

(Smith et al., 1999), (Chaparro et al., 1999) et (Wood et al., 2005) ont observé les effets de l'âge sur l'utilisabilité de l'ordinateur. (Chaparro et al., 1999) ont étudié les différences liées à l'âge pour deux dispositifs de pointage (souris et trackball) sur deux groups d'adultes : inférieur à 40 ans et supérieur à 65 ans. Les résultats sont que le temps des mouvements des personnes âgées est plus important que celui des jeunes adultes mais qu'en revanche aucune différence sur le nombre d'erreur n'a été observée dans l'utilisation des deux dispositifs de pointage. (Smith et al., 1999) ont également examiné des effets de l'âge dans la manipulation de la souris pour les tâches complexes (simple clic ou double clic). Ils ont défini les « slip errors » comme des dérapages du curseur en dehors de la cible ou des doubles clics. Ces erreurs se sont révélées être une source majeure liées à l'âge. Enfin, (Wood et al., 2005) a remarqué que l'utilisation de la souris demande plus d'effort cognitif et moteur que celle d'un écran tactile et d'un pavé tactile.

(Mclaughlin et al., 2009) ont rapporté que les dispositifs de pointage (souris, trackball, joystick, wiimote, etc., par exemple.) nécessitent une charge cognitive importante lors de la traduction d'un mouvement humain en un déplacement virtuel sur un écran. Par exemple, le déplacement d'une souris vers l'avant déplace le curseur vers le haut sur l'écran. L'utilisateur doit convertir la distance physique du déplacement de la souris en une distance virtuelle du déplacement du curseur sur l'écran. Ce processus de « traduction » entre le monde physique et le monde virtuel est également sollicité par les caractéristiques physiques du dispositif : un petit déplacement du dispositif peut produire un grand déplacement sur un écran et réciproquement. Ce processus de traduction spatiale est une tâche cognitivement exigeante en particulier pour les personnes âgées en raison du déclin de leur capacité spatiale liée au vieillissement normal selon (Charness et al., 2005). Ces mêmes auteurs rapportent que cette traduction affecte les performances et peut-être les capacités attentionnelles.

L'objectif de ce papier est de montrer que l'adaptation de techniques d'interaction réalisées à la souris peut favoriser l'accessibilité à un ordinateur pour des personnes atteintes de troubles cognitifs. Pour répondre à cet objectif nous avons testé trois techniques d'interaction de pointage sur des personnes âgées avec ou sans maladie d'Alzheimer. Dans cet article, nous décrirons le protocole expérimental et nous commenterons les résultats obtenus sur le nombre de clics erronés dans une tâche de sélection d'objet ainsi que le temps moyen de la tâche (sélection et déplacement d'un objet).

2. Protocole expérimental

Ce protocole vise à étudier trois techniques d'interaction pour sélectionner et déplacer un élément vers un autre au moyen d'une souris. Les objectifs de cette expérience sont les suivants:

- Analyser les écarts de performance entre les sujets âgés sans trouble cognitif et ceux avec des troubles cognitifs ;
- Identifier et analyser les facteurs qui peuvent expliquer une préférence ou une meilleure efficacité observée entre ces classes d'interaction. Ce deuxième objectif ne sera pas exposé dans cet article.

2.1. Matériels

Les expériences ont été effectuées sur un ordinateur portable Satellite Pro A200 Toshiba, avec un écran TFT de 15 pouces et une résolution de 1024 * 768 pixels. Une souris classique a été utilisée comme dispositif d'entrée. Le bouton droit a été désactivé pour que le sujet ne soit pas perturbé par la sémantique d'utilisation des deux boutons de sélection de la souris. Un curseur de la forme d'une main a été préféré car il correspond à la métaphore de la prise d'un objet. Ce choix de représentation du curseur contribue à la recherche d'éléments interactionnels affordants (Gibson, 1977).

2.2. Techniques d'interaction sélectionnées

Trois techniques d'interaction ont été mises en œuvre :

- **Clic à clic** (notée CL): clic sur l'objet, puis sur la cible à atteindre ; l'objet se déplace automatiquement ;
- **Drag and drop** (notée DR, technique de « dragging ») : clic sur l'objet, puis maintien du clic pendant le déplacement de l'objet vers la cible et relâchement du clic pour le déposer sur la cible ;
- **Clic et Aimantation** (notée CAM, technique que nous avons développée pour représenter la métaphore de la prise dans la main d'un objet) : clic sur l'objet, puis déplacement du curseur vers la cible : l'objet reste accroché à celui-ci avant de tomber automatiquement lorsque la cible est atteinte.

2.3. Sensibilisation à la souris

Une phase de découverte des principes de manipulation de la souris a précédé le déroulement des tests si la personne n'avait jamais utilisé un ordinateur. Cette phase de découverte est composée de trois étapes : illustration des principes de déplacement du curseur de la souris par l'expérimentateur ; essais guidés (« faire avec », l'expérimentateur guide la main du sujet ; essai libre par le sujet sans aide motrice de l'expérimentateur. Le succès de cette phase conditionne le passage à la phase de tests.

2.4. Déroulement des tests

Les trois techniques sont étudiées pour une tâche de la vie quotidienne, « mettre un sucre dans une tasse de café » (Figure 1). Nous avons retenu cette tâche simple car tous les sujets devaient être a priori aptes à la comprendre et à la réaliser. L'objet de notre étude étant de ressortir les difficultés liées aux techniques d'interaction.

Deux retours sonores de type « audicônes » informent le sujet : le premier lors de la prise du sucre et le deuxième lorsque ce dernier tombe dans la tasse.

Les trois techniques sont proposées dans un ordre aléatoire pour éviter un effet d'ordre. Pour chaque technique de pointage, on a deux phases successives: a) l'apprentissage au cours duquel le sujet fait l'exercice guidé par l'examinateur, puis seul autant de fois que nécessaire pour qu'il se sente à l'aise ; b) l'exercice qui consiste à répéter trois fois la tâche. A la fin de l'exercice il est demandé au patient la technique d'interaction qu'il a préférée en termes de naturel et de facilité.

Figure 1 • test du déplacement d'objet

2.5. Critères d'inclusion et d'exclusion

Les sujets sont recrutés à l'hôpital de jour et en consultation au Centre Hospitalier Universitaire de Toulouse par des médecins gériatres. Les inclusions ont eu lieu en fonction de la disponibilité du patient, et âgé de plus de 65 ans. Les sujets se sont portés volontaires (accord personnel ou celui de l'aidant en cas de trouble cognitif) après information des objectifs de l'étude par leur médecin gériatre. Les sujets sont exclus s'ils n'arrivent pas à réaliser la phase de sensibilisation à l'ordinateur ou la phase d'apprentissage de la technique d'interaction. Les données suivantes ont été recueillies : date de naissance, pathologies, utilisation de nouvelles technologies, etc.

3. Résultats

3.1. Population d'étude

Les médecins en gériatrie de l'hôpital de Toulouse ont recruté 97 sujets âgés de plus de 65 ans avec (69 sujets) et sans maladie Alzheimer (28 sujets). Le Mini Mental State Examination (MMSE) a été établi par des médecins experts en gériatrie sur la maladie d'Alzheimer. Le MMSE est situé dans l'intervalle [0 30] (Folstein et al., 1975). Plus celui-ci croit moins il y a de dégradation cognitive. Les sujets ont été répartis en cinq groupes selon (Feldmann & al, 2005) : [0-9], [10-14], [15-20], [21-26], [27-30].

Le Tableau 1 montre que le taux de succès de la phase d'apprentissage est fonction du niveau du MMSE : plus le MMSE est élevé plus le taux de succès de l'apprentissage est élevé. Nous avons observé que les sujets avec un MMSE <10 n'étaient pas capables de mémoriser la séquence des actions pour réaliser la tâche avec une technique d'interaction.

Le Tableau 1 illustre également que le taux de succès de la phase d'apprentissage ne dépend pas de la tranche d'âge.

MMSE	<10	[10-14]	[15-20]	[21-26]	[27-30]
Nombre de sujets	8	16	19	26	28
Age moyen des sujets recrutés	82±5,45	83±5,96	83±7,88	83±7,54	79±7,53
Nombre d'échec d'apprentissage (E) Succès (S)	7E/1S	7E/9S	9E/10S	3E/23S	1E/27S
Age moyen des sujets (S)	79	82±7,26	79,96±8	82,66±7, 15	78,74±7,5

Tableau 1 • Nombre de sujets participants à l'expérience en fonction des MMSE

Pour l'analyse des résultats portant sur les clics erronés et sur le temps total de la tâche, nous avons exclus le groupe de sujets ayant un MMSE dans l'intervalle [0-9].

3.2. Les clics erronés

Les clics erronés sont les clics supplémentaires produits par le sujet avant la sélection du sucre pour le déplacer vers la tasse à café. Cette notion a été définie par (Smith et al., 1999) sous le terme de « slip errors ».

Nous avons calculé une ANOVA à un facteur sur les quatre classes du MMSE. Cette analyse montre une différence significative ($F(3,626)=18,067$ $P_{value}=3,001.10^{-11}$), (Figure 2). Cependant le test de Tukey montre qu'il y a une différence significative entre les classes de MMSE : [10-14] et [15-20] avec ($P_{value}=3,618.10^{-4}$); [10-14] et [21-26] avec ($P_{value}=0$); [10-14] et [27-30]) avec (Pvalue=0); et finalement entre [15-20] et [27-30] avec ($P_{value}=9,62578.10^{-2}$). Toutes les autres interactions sont non significatives.

Puis nous avons calculé une ANOVA à un facteur sur la technique d'interaction. Celle-ci montre une différence significative ($F(2,626)=21,955$, $P_{value}=6.082.10^{-10}$, (Figure 3)). Puis nous avons procédé aux tests de Tukey qui montrent qu'il a une différence significative entre les techniques (CL et CAM avec $P_{value}=1.10^{-7}$) et (DR et CAM avec $P_{value}=0$)

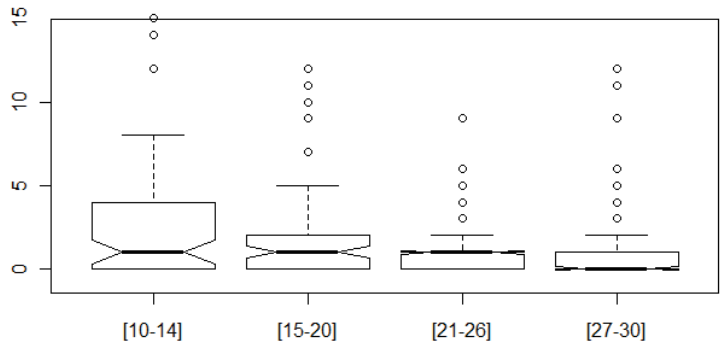

Figure 2 • Le nombre de clics erronés en fonction des classes de MMSE

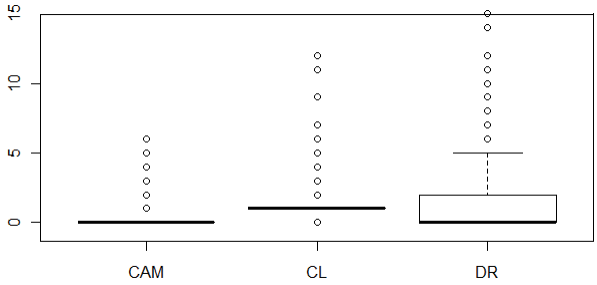

Figure 3 • Le nombre de clics erronés en fonction des techniques d'interaction

Nous avons ensuite procédé à une analyse ANOVA à deux facteurs afin d'étudier l'interaction potentielle entre la classe MMSE et le type d'interaction sur le nombre de clics erronés..

Les figures (Figure 4 et Figure 5) montrent une différence significative pour les classes de MMSE ($F(3,618)=20,5198$, $P_{value}=1,098.10^{-12}$) ainsi que pour le type d'interaction ($F(2,618)=25,5198$, $P_{value}=2,764.10^{-11}$). Notons qu'il y a aussi une interaction significative entre les classes de MMSE et le type d'interaction ($F(6,618)=7,1305$, $P_{value}=2,308.10^{-7}$). Ce dernier résultat montre que le nombre de clics erronés observés pour chaque classe de MMSE est fortement dépendant de la technique d'interaction.

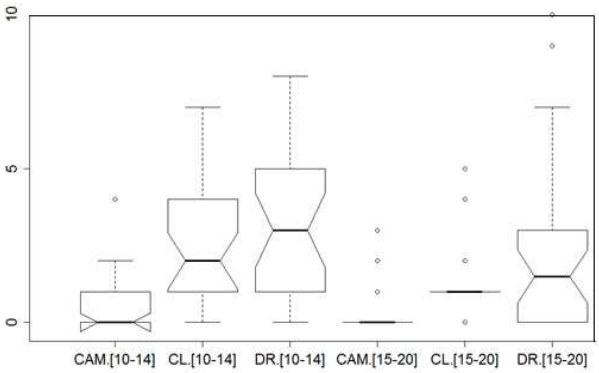

Figure 4 • Nombre de clics erronés pour les intervalles de MMSE [10-14] et [15-20] et les 3 techniques d'interaction

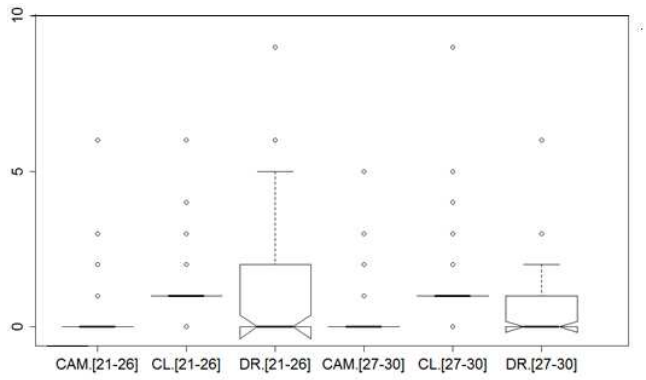

Figure 5 • Nombre de clics erronés pour les intervalles de MMSE [21-26] et [27-20] et les 3 techniques d'interaction

3.3. Le temps de réalisation

Le temps moyen de la réalisation de la tâche (Figure 6) est très petit (entre 5 et 9 secondes) pour les quatre intervalles de MMSE avec la technique CAM par rapport aux deux autres techniques d'interaction (CL : entre 13 et 25 secondes et DR : entre 34 et 9 secondes). Par contre, plus la dégradation cognitive est importante, plus le temps à réaliser la tâche (de sélection et de déplacement d'un objet) est long avec les deux techniques d'interaction CL et DR.

Nous notons que pour les intervalles [10-14] et [15-20] le temps moyen est plus grand (cinq fois pour [10-14] et deux fois pour [15-20]) pour la technique DR que pour la technique CAM. Pour ces mêmes intervalles, nous notons également un rapport important de l'ordre de (quatre fois pour [10-14] et trois fois pour [15-20]) pour la technique CL.

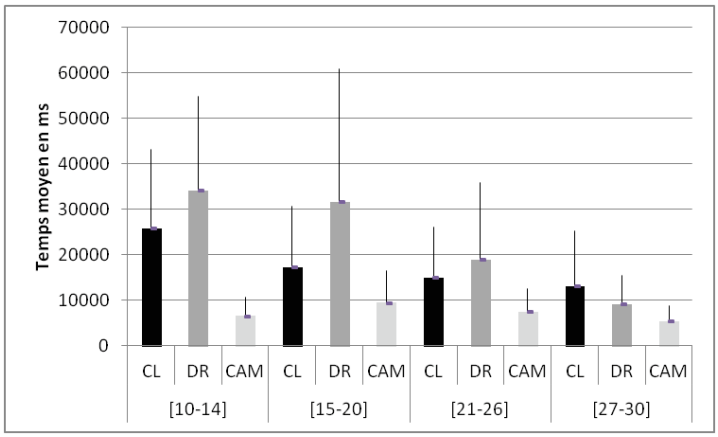

Figure 6 • Temps moyen de la réalisation de la tâche en fonction des MMSE et des 3 techniques d'interaction

4. Discussion

Le DR est la technique d'interaction qui engendre la plus grande variabilité sur le temps de réalisation de la tâche et ce, quelque soit l'intervalle de MMSE.

L'interaction CAM est plus efficace par rapport au CL parce que celle-ci représente bien la nature des actions (prendre et déplacer). C'est une métaphore que certains usagers ont verbalisé spontanément. En outre, cette technique limite le nombre de tâches concomitantes : identifier la cible, puis cliquer, puis identifier le but et enfin déplacer.

Le DR n'est pas adapté pour les sujets ayant des troubles cognitifs car il nécessite deux actions cognitives simultanées (déplacement et pression) avec des chronologies différentes.

Quand un sujet n'arrive pas à faire une des actions élémentaires (déplacement, maintien ou non du clic), nous avons observé deux comportements : l'un a été de demander de l'aide, l'autre a été de mimer le geste avec le doigt ou la main sur l'écran.

Les clics erronés sont plus élevés pour les techniques DR et CL que pour l'interaction CAM. Ce résultat a confirmé notre hypothèse : à savoir que l'attachement automatique de l'objet au curseur du dispositif devrait favoriser l'interaction. Nous observons également un taux trois fois plus élevé (versus 5 fois plus élevé) pour les techniques CL et DR pour les personnes souffrant de troubles cognitifs sévères. Les résultats de cette étude confirment les conclusions de (Smith et al., 1999) qui ont trouvé que les tâches complexes (par exemple, un double clic) sont plus difficiles pour les personnes âgées. Un autre constat est le faible taux d'erreur observé pour la technique d'interaction CAM indépendamment de la déficience cognitive. Pour les personnes avec des troubles cognitifs, plus il y a d'actions à réaliser pour faire une tâche plus le risque d'avoir un échec est important.

Cette étude a démontré que les applications interactives peuvent être utilisées par les personnes souffrant de déficience cognitive si la technique d'interaction est utilisable et adaptable pour eux.

5. Conclusion et perspectives

Nous avons mis en place un protocole pour l'étude de trois techniques d'interaction : Clic à clic (CL), Drag and drop (DR) et Clic et Aimantation (CAM). L'interaction CAM est plus efficace que les interactions CL et DR parce que celle-ci représente bien la nature des actions (prendre et déplacer). Les résultats montrent que le temps de réalisation de la tâche et le nombre de clics erronés pour CAM sont bien inférieurs à ceux de DR et de CL. Ceci démontre que le sujet serait plus performant (moins d'erreur et temps moyen de réalisation plus court) avec la technique CAM. Ces premiers résultats nous suggèrent qu'il y aurait un lien entre le système moteur et le système cognitif de la personne âgée avec troubles cognitifs.

D'autres études visant à utiliser des technologies d'interaction sur des supports tactiles sont en cours.

Remerciements

Les auteurs remercient le service de gériatrie du CHU de Toulouse pour sa contribution au recrutement de sujets ainsi que tous les sujets.

BIBLIOGRAPHIE

Hourcade, J.P., Nguyen, C.M., Perry, "K.B. Denburg, N.L. (2010). Pointassist for older adults: analyzing submovement characteristics to aid in pointing tasks, *CHI '10, ACM*, New York, NY, p.1115-1124.

Mclaughlin A.,C.,Wendy A. R., Ogers A., W., Fisk A., D. (2009). Using Direct and Indirect Input Devices: Attention Demands and Age-Related Differences, Journal *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI),* Vol. 16 Issue 1, p.2-14.

Charness N., Holley, P., Feddon, J., & Jastrzembski, T. (2005). Light pen use and practice minimize age and hand performance differences in pointing tasks. *Human Factors*, Vol. 46, p.373-384.

Gibson, J.J. (1977). The theory of affordances. In R. Shaw & J. Bransford (eds.), Perceiving, Acting and Knowing, Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Smith, M., Sharit, J., & Czaja, S. (1999). Aging motor control, and the performance of computer mouse tasks, *In Human Factors*, Vol. 41, p.389-396.

Wood, E., Willoughby, T., Rushing, A., Bechtel, L., Gilbert, J. (2005). Use of Computers Input Devices by Older Adults. *In The Journal of Applied gerontology*, Vol. 24, p.419-438.

Feldmann, H. H., Woodward, M. (2005). Evolution de la maladie d'Alzheimer. *Neurology* Vol. 65, p.S10-S17.

Chaparro, A., Bohan, M., Fernandez, J. E., Choi, S. D., & Kattel, B. (1999). The impact of age on computer input device use: Psychophysical and physiological measures. *International Journal of Industrial Ergonomics, Vol.* 24 p.503-513.

Walker, N., Philbin, D., Fisk, A. (1997). Age-related differences in movement control: Adjusting sub movement structure to optimize performance. *Journal of Gerontology, Psychological Sciences* Vol. 52, p.40-52.