

Sibylle : Considérations ergonomiques et adaptation aux besoins des utilisateurs

Franck Poirier
Laboratoire VALORIA, Université
de Bretagne-Sud, France
02 97 01 72 29,
Franck.Poirier@univ-ubs.fr

Jean-Yves Antoine
Laboratoire d'informatique,
Université François-Rabelais de
Tour
Compus Universitaire de Blois, 3
place Jean Jaurès, F-41000 Blois
02 54 55 21 11,

Jean-yves.Antoine@univ-
tour.fr

Zaara Barhoumi
Laboratoire VALORIA, Université
de Bretagne-Sud, France
02 97 01 72 29,
Barhoumi.e0602746@etud.
univ-ubs.fr

RÉSUMÉ

Cet article est consacré à une description de l'interface du système Sibylle d'aide à la communication développé conjointement par les laboratoires LI et VALORIA. Après une brève description du module de prédiction linguistique, nous décrivons en détail l'interface utilisateur dont la conception s'appuie sur des critères ergonomiques précis et sur les besoins des utilisateurs relevés au centre de rééducation fonctionnelle de Kerpape.

Mots Clés

Aide à la communication, prédiction linguistique, clavier virtuel, saisie de texte, interaction dégradée.

ABSTRACT

This paper describes the AAC system Sibylle interface, which is developed jointly by the LI and VALORIA laboratories. After a short description of the word prediction module of Sibylle, we describe in detail the user interface whose design is based on precise ergonomic considerations and users needs expressed to the center of functional rehabilitation of Kerpape.

Keywords

Alternative and Augmentative Communication, linguistic prediction, virtual keyboard, text input, degraded interaction.

Categories and Subject Descriptors

H.5.2 [Information Interfaces and Presentation]: User Interfaces - Input devices and strategies, Interaction styles, Prototyping.

General Terms

Design, Human factors.

1. INTRODUCTION

Les communicateurs, ou systèmes de communication palliative (AAC pour *Alternative and Augmentative Communication* en anglais) ont pour objectif de restaurer les capacités de communication de personnes souffrant d'un handicap moteur très sévère (Infirmités Motrices Cérébrales, Scléroses Latérales Amyotrophiques, syndrome d'enfermement,...) se traduisant par une tétraplégie ou une athétose accompagnée d'une perte de l'usage de la parole. La communication est alors privée de son support oral habituel, de même que les capacités très limitées de contrôle physique de l'environnement par la personne handicapée

empêchent toute saisie directe de message sur un clavier d'ordinateur.

Ces systèmes reposent sur l'écriture de phrases à l'aide d'un clavier virtuel affiché à l'écran. Dans le cadre de clavier à défilement linéaire, un curseur se déplace caractère par caractère, le long du clavier. L'intervention de la personne handicapée se limite à la désignation des symboles lorsque le curseur est sur la touche ou le caractère désiré. Cette sélection est réalisée à l'aide d'un dispositif physique qui remplace le périphérique d'entrée de l'ordinateur. Cette interface matérielle dépend des capacités motrices de l'utilisateur. Il peut s'agir d'un joystick, d'une commande oculaire, d'une commande par soufflé, d'un simple bouton poussoir, etc. Une caractéristique importante est le degré de liberté qu'elle permet pour manipuler l'ordinateur. Le plus souvent, le patient n'a plus que la possibilité de réaliser l'équivalent d'un simple clic (commande de l'environnement de type « tout ou rien »). Une fois le message saisi, il peut être vocalisé par l'intermédiaire d'une synthèse de parole artificielle (*text-to-speech synthesis*).

Le problème majeur des systèmes de communication assistée est la lenteur de la composition des messages. La tâche de saisie est généralement longue (1 à 5 mots par minute en moyenne) et fatigante pour les sujets. Pour accélérer la saisie, deux approches complémentaires sont envisageables. La première vise à optimiser la sélection sur le clavier simulé en faisant en sorte que le curseur défilant arrive au plus vite sur le caractère recherché. La seconde consiste à limiter le nombre de saisies en prédisant les mots qui peuvent survenir à la suite de ceux qui ont déjà été saisis. Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour réaliser ces optimisations. Sibylle adopte une démarche ascendante (partant des données déjà saisies) qui repose sur l'utilisation de modèles markoviens du langage.

2. LES CLAVIERS VIRTUELS

Appelé aussi clavier à l'écran ou clavier logiciel, le clavier virtuel est un outil logiciel qui permet l'accès à l'écriture sur ordinateur et remplace toutes les fonctionnalités d'un clavier standard. La sélection des touches se fait par plusieurs modes de pointages qui varient selon les facultés motrices et de contrôle de l'utilisateur. Aujourd'hui, les claviers virtuels sont de plus en plus adaptés à l'handicap de l'utilisateur. Il existe une diversité de types de claviers virtuels. Les différences portent sur la disposition des touches, sur leur fonctionnalité et sur leur mode d'accès.

2.1 La disposition des symboles sur le clavier

Certains claviers virtuels représentent une simulation du clavier classique, comme le clavier CVK [5] ou le clavier WIVIK [15]. Ils reprennent la même disposition des touches alphabétiques, numériques, des caractères spéciaux, de déplacement et de fonctions. Ils permettent aussi des raccourcis clavier à partir des touches Shift, Alt, Ctrl. Ces claviers sont orientés vers le contrôle total du système d'exploitation et des applications. La disposition des caractères dans ces claviers dépend de la langue utilisée (AZERTY, QWERTY...).

Il existe également des claviers dynamiques dont la disposition des touches change après chaque caractère saisi. Ces claviers semblent plus performants en termes d'économie de frappe et/ou de défilement.

2.2 Les types de symboles utilisés et les fonctionnalités

En plus des symboles classiques du clavier, des fonctionnalités importantes pour la personne handicapée, qui n'existent pas sur un clavier standard, sont également disponibles dans les claviers virtuels. On peut citer la loupe qui permet d'agrandir les caractères, la saisie en phonétique comme dans le clavier CLAPOTI [11], la saisie pictographique comme le clavier de communication verbale et non verbale PCA [2]. Ces types de claviers sont utilisés notamment pour les personnes ne maîtrisant pas bien l'écriture ou encore pour limiter l'effort physique à produire par la personne handicapée.

2.3 Les modes de défilement

Le mode d'interaction avec un clavier virtuel est étroitement lié au degré de liberté offert par l'interface matérielle. Pour l'utilisateur qui ne peut pas manipuler directement le pointeur de la souris la sélection des symboles ne peut être réalisée que par un système de défilement automatique du curseur. Le curseur met en surbrillance successivement les touches une à une. Lorsque le curseur désigne la lettre désirée, l'utilisateur n'a plus qu'à valider. Ce mode de saisie est excessivement lent. Pour cela, la solution actuellement adoptée par plusieurs claviers logiciels est le défilement « ligne / colonne ». La sélection se fait alors en deux temps: sélection de la ligne où se trouve la lettre puis sélection de la lettre dans la ligne.

3. MODÈLES LINGUISTIQUE DE PRÉDICTION POUR ACCÉLÉRER LA SAISIE

Dans le système Sibylle, nous avons essayé de dépasser les performances du défilement ligne/colonne à l'aide d'un défilement linéaire dynamique. L'idée est la suivante : après chaque saisie d'une lettre, on va reconfigurer le clavier pour afficher en premier (dans l'ordre de défilement) les caractères les plus probables, compte tenu de ceux qui viennent d'être déjà saisis. On dispose pour cela d'un moteur de prédiction de lettres basé sur un modèle de Markov. Plus précisément, on utilise ici un pentagram (5-gram) qui estime la probabilité d'apparition d'une lettre en fonction des quatre précédentes : $P(I_i | I_{i-1}, \dots, I_{i-4})$. L'estimation de cette probabilité sur de grands corpus nous permet de prédire la lettre recherchée en moyenne dans les trois premières lettres affichées (précisément : 2,9 pour le français et 3,0 pour l'allemand). C'est un gain très appréciable par rapport au défilement ligne-colonne, qui nécessite 9 défilements en moyenne pour un clavier standard.

En dépit de ces performances, la saisie reste toujours lente et pénible. C'est pourquoi nous essayons également d'éviter des saisies à l'utilisateur, par prédiction de mots. L'idée étant ici de compléter automatiquement un début de mot pour éviter la saisie de ses dernières lettres. Certains systèmes envisagent cette aide sous forme de complétion directe à partir du mot le plus probable. D'autres comme Sibylle préfèrent laisser l'utilisateur choisir dans une liste de mots (de 5 à 7 mots les plus probables pour le système Sibylle). Dans Sibylle, la prédiction de mots repose une fois de plus sur un modèle de Markov. Nous utilisons ici un quadrigram de mots, qui estime la probabilité d'apparition d'un mot à partir des trois précédents : $P(m_i | m_{i-1}, \dots, m_{i-3})$. Ce modèle est estimé sur six années du corpus journalistique *Le Monde* pour la version française et du *Süddeutsche Zeitung* pour l'allemand. Bien que donnant déjà des résultats appréciables, nous l'avons amélioré dans deux directions :

- *Adaptation au style de l'utilisateur* : le genre journalistique est assez éloigné de notre façon de communiquer au quotidien. Si le recours à un corpus comme *Le Monde* est nécessaire pour disposer de données d'apprentissage couvrant toutes les structures de la langue, il faut pouvoir adapter ce modèle de langue générale aux productions de l'utilisateur. Pour cela, nous avons interpolé géométriquement notre modèle général avec un modèle utilisateur appris au fil des saisies de la personne handicapée. Nos études montrent que cette adaptation est déjà très efficace après la saisie de 2 000 mots environ.
- *Adaptation au contexte de discours* : lorsqu'on traite d'un sujet donné, il est probable que les mots relevant de ce champ thématique reviennent plus fréquemment. C'est la raison pour laquelle nous avons adjoint au modèle de langage un modèle d'adaptation thématique basé sur l'analyse sémantique latente (LSA : *Latent Semantic Analysis*). Ce modèle sémantique permet de renforcer les probabilités d'apparition des mots relevant du contexte du discours courant.

Grâce à ces deux améliorations, nous arrivons à des performances remarquables. Par exemple, nous pouvons atteindre 59% d'économie de saisie (KSR : *Keystroke Saving Rate*) sur un corpus de test issu du journal *l'Humanité*. Plus intéressant encore, notre KSR reste toujours supérieure à 50% sur des registres différents tels que le dialogue oral, la rédaction de courrier électronique, d'articles scientifiques ou de romans. L'adaptation à l'utilisateur et au discours entre ici en jeu, et on peut affirmer que le système Sibylle permet d'économiser la moitié des saisies dans tous les contextes d'utilisation du système.

Pour profiter au maximum de ces performances, il est cependant nécessaire de disposer d'une interface utilisateur aussi ergonomique que possible. Dans la suite, cet article se consacre précisément à cet aspect. Les personnes désireuses de connaître plus précisément le fonctionnement de nos prédicteurs de lettres et de mots pourront se reporter respectivement à [9] et [14].

Grâce à ses deux moteurs de prédiction, Sibylle est capable de prédire les lettres et les mots en français, anglais et allemand.

4. LE CLAVIER VIRTUEL SIBYLLE

Le clavier virtuel de Sibylle offre un ensemble de fonctionnalités permettant de saisir, le plus souvent par un mode de défilement

linéaire, des caractères soit dans un éditeur intégré, couplé à une synthèse vocale, soit dans une autre application MS-Windows.

Dans cette partie, nous présentons l'interface de la version 2.7.2 de Sibylle actuellement installée au CMRRF de Kerpage.

L'interface est composée d'une zone d'édition (figure 1, h) et de plusieurs sous-claviers. Ces derniers regroupent les fonctionnalités par contexte d'utilisation (sous-clavier de commandes (figure 1, a), sous-clavier de lettres (figure 1, c), sous-clavier des chiffres (figure 1, d), de déplacement (figure 1, b) et la liste des mots prédits (figure 1, e). Ces regroupements permettent de minimiser le nombre de touches à balayer lors de la saisie.

Cette disposition est modifiable par l'utilisateur. En effet, il peut modifier la place et la dimension de chaque sous-clavier selon ses préférences et ses besoins.

Certaines touches fréquemment utilisées sont volontairement dupliquées dans plusieurs sous-claviers (comme c'est le cas de certaines touches du clavier standard). Cette redondance permet d'éviter le déplacement d'un sous-clavier à l'autre.

4.1 Le sous-clavier de commandes

Il s'agit du sous-clavier principal qui comporte les commandes standards pour ouvrir, enregistrer, retourner à la ligne, effacer le dernier caractère saisi, etc. Il contient aussi les commandes pour le contrôle du système d'exploitation (touche d'accès à Windows) et autres applications à l'aide des commandes (Alt, Tab, Alt + Tab).

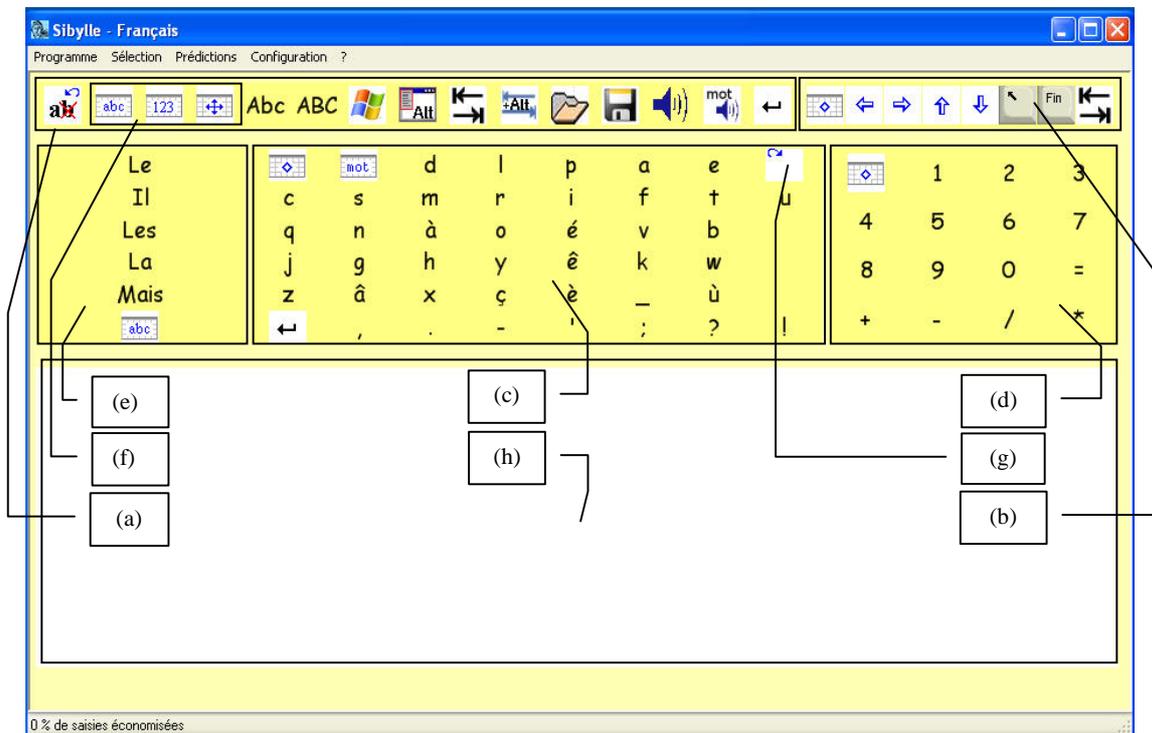
La navigation entre les différents sous-claviers est réalisée en sélectionnant des touches spéciales (figure 1, f) de basculement de clavier (dites aussi touches de « saut de clavier ») situées dans le sous-clavier de commandes et également dans les autres sous-claviers.

4.2 Le sous-clavier de lettres

Afin de permettre une large adaptation, il est possible de choisir entre trois types d'organisation pour le sous-clavier des lettres dans Sibylle, le clavier alphabétique (clavier par défaut), le clavier fréquentiel (ESAIN) et le clavier dynamique dont l'organisation des touches change à chaque saisie de lettres en fonction des résultats de la prédiction. Quelque soit le type d'organisation, le sous-clavier des lettres comprend les lettres accentuées et non accentuées et les caractères de ponctuation. Pour le clavier dynamique, les touches des lettres apparaissent d'une façon dynamique dans la partie supérieure du sous-clavier. Alors que les caractères de ponctuation sont toujours statiques et situés dans la partie basse du sous-clavier.

Une touche de saut (figure 1, g) permet d'accéder rapidement aux caractères de ponctuation, cette touche est située en haut à droite dans le sous-clavier de lettres.

Les caractères majuscules sont accessibles par des touches de changement de mode : mode majuscule (ABC) ou caractère suivant en majuscule (Abc) du sous-clavier de commandes.



L'utilisateur peut choisir de faire prononcer la phrase saisie à

Figure 1 : L'interface de Sibylle (version 2.7.2)

l'aide de la synthèse vocale en cliquant sur l'une des deux touches, pour écouter toute une phrase ou bien le dernier mot saisi.

4.3 Le sous-clavier de chiffres

Le sous-clavier de chiffres correspond au pavé numérique d'un clavier standard. L'utilisateur peut y accéder à partir du sous-clavier de commandes. Il contient une touche de retour à ce dernier.

4.4 Le sous-clavier de déplacement

Les commandes de déplacement sont indispensables non seulement pour naviguer au sein d'un éditeur de texte mais aussi pour se déplacer dans une arborescence de répertoires ou dans une page Web. Le sous-clavier déplacement comprend les touches de déplacement gauche, droite, haut et bas, la touche Tab, la touche début et la touche fin.

4.5 Le sous-clavier liste des mots prédits

Une liste de cinq mots prédits disposée verticalement à gauche du sous-clavier des lettres est accessible à partir de ce dernier. Une touche de saut de claviers permet de revenir au clavier de lettres.

4.6 Modes d'interaction

Sibylle permet à l'utilisateur de sélectionner une touche selon trois modes. Le mode souris est destiné aux personnes pouvant encore contrôler une souris ou un joystick. Les modes défilement linéaire (clavier de lettres dynamique) et ligne/colonne (clavier de lettres statiques) sont destinés pour les personnes ne pouvant faire qu'un simple clic. Il est possible de régler la vitesse de défilement. Ce paramètre personnalisable qui contrôle le temps durant lequel le curseur reste sur une touche est très important pour la personne handicapée. Il est également important de proposer un feedback visuel continu sous forme d'un curseur glissant sur la touche courante pour permettre à l'utilisateur d'anticiper le passage à la touche suivante. Ce feedback peut être inactivé par l'utilisateur.

4.7 Le clic long

En pratique, si la prédiction linguistique permet de réduire le temps de saisie et la fatigue qui en résulte, la composition d'un document textuel reste pénible du fait du recours à de trop nombreux sauts de claviers (mise en majuscule, caractère spécial, correction, etc.). Pour les personnes qui peuvent maîtriser suffisamment leur « clic » en terme de durée, nous avons implémenté un clic long de durées et de fonctions paramétrables.

Le clic long consiste à appuyer de façon prolongée sur une touche quelconque jusqu'au changement de la couleur de sa bordure. L'action associée au clic long est alors réalisée par le système, elle peut correspondre par exemple au retour à la première touche du sous-clavier des lettres ou à l'effacement du dernier caractère saisi ou encore au passage en majuscule.

L'activation de l'option clic long permet de minimiser un certain nombre de défilement selon l'action qui lui correspond. En termes de feedback, un changement de couleur du curseur indique à l'utilisateur qu'il réalise un clic long.

5. CONSIDÉRATIONS ERGONOMIQUES

Après avoir optimisé la prédiction et facilité la saisie, on cherche désormais à améliorer les qualités ergonomiques de Sibylle. La qualité de l'interface homme-machine est un facteur critique de l'acceptabilité et de l'efficacité du système.

Dans la suite, nous présentons les améliorations apportées à l'IHM de Sibylle. Celles-ci résultent de problèmes constatés à l'usage du système au CMRRF de Kerpage ou lors de l'analyse de l'IHM initiale par une évaluation heuristique [1],[4]. Les critères ergonomiques considérés sont le guidage, le feedback, la cohérence, la signification des codes et la flexibilité de l'interface.

5.1 Guidage et feedback

La qualité du guidage et du feedback sont déterminante pour l'utilisabilité des systèmes d'aide à la communication pour les personnes handicapées. Dans la version précédente de Sibylle, la forme des touches, par exemple, n'informait pas sur leur état. Dans la nouvelle version, l'affichage du contour et de l'ombrage de chaque touche structure l'interface (figure 2) et assure un meilleur feedback à l'utilisation.



Figure 2 : La forme des boutons en leurs état normal et lors du pointage

De même, le retour auditif immédiat et automatique après chaque appui est très important pour la personne handicapée. Il permet non seulement de faciliter la communication avec son entourage mais aussi de la rassurer pour qu'elle ne soit pas conduite à lire pour vérifier le texte saisi.

5.2 Cohérence

La principale faiblesse de la version précédente de Sibylle était la non cohérence de l'interface. Le style des icônes des différents sous-claviers n'était pas homogène (figure 3) ce qui rendait la compréhension des différentes touches difficile et surchargeait visuellement l'interface.

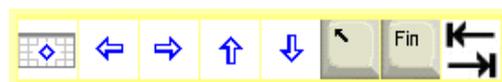


Figure 3 : Le sous-clavier de déplacement de l'ancienne version de Sibylle

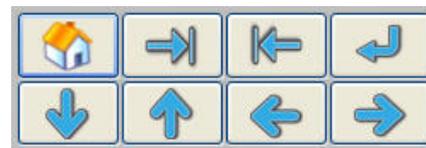


Figure 4 : La nouvelle disposition du sous-clavier de déplacement

Nous avons essayé de réorganiser les touches de chaque sous-clavier de façon à ce qu'elles soient plus accessibles et compréhensibles, tout en respectant une certaine homogénéité des formes et des couleurs. Le style des icônes et leur taille sont uniformes pour toutes les touches dans un même sous-clavier (Figure 4), c'est à dire pour une même tâche, et même entre les sous-claviers (Figure 5).

Différents paramètres définissent la structure et la présentation des sous-claviers (position, couleur des touches, couleur du fond, police...). Il a été défini des valeurs par défaut à tous ces

paramètres qui assurent la cohérence de l'interface. Il est possible de les modifier pour répondre aux besoins particuliers d'un utilisateur et de revenir directement à leurs valeurs par défaut.

d'espace à l'écran, de pouvoir expressif et de capacité métaphorique [3], le codage iconique est pertinent dans l'interface de Sibylle. Le problème principal est de bien choisir les icônes

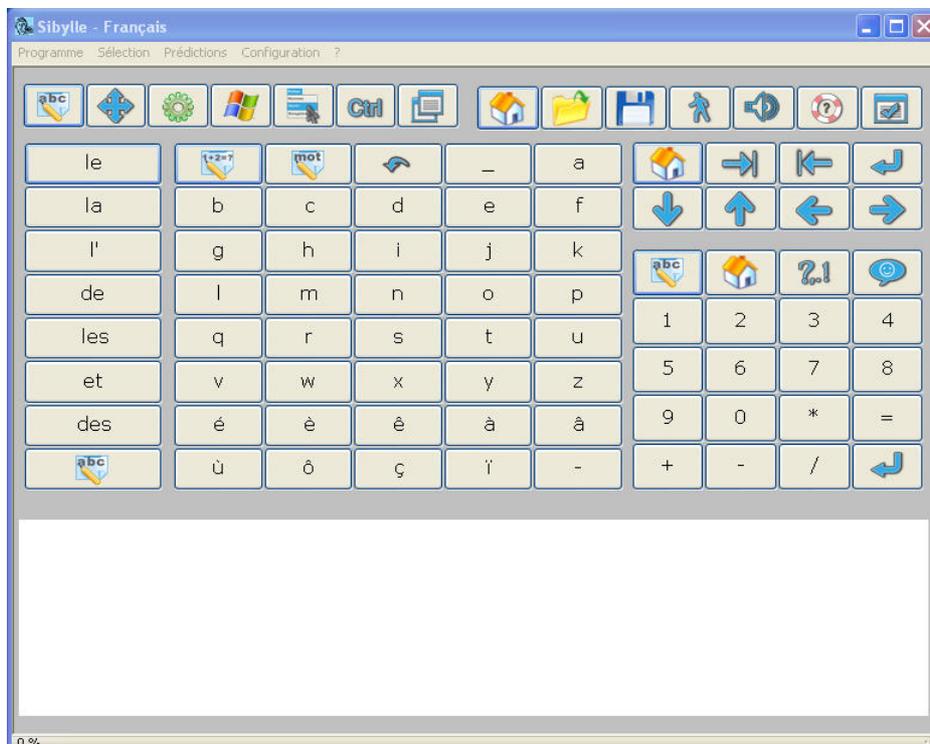


Figure 5 : La nouvelle organisation de l'interface de Sibylle

Les touches des sous-claviers sont organisées soit en fonction de leur fréquence d'utilisation (claviers de lettres et de mots) soit en respectant une logique d'utilisation pour la tâche associée au sous-clavier. Par exemple, la touche d'effacement (figure 5) est désormais dans le sous-clavier des lettres (3^e touche) car c'est une touche fréquemment utilisée et qui est utile à la tâche de saisie de caractères. Précédemment, cette touche était moins accessible en étant la première du sous-clavier de commande (figure 1).

De même, nous avons regroupé dans un même sous-clavier les fonctionnalités liées au déplacement dans un texte (touches gauche, droite, haut, bas) et au parcours de documents web ou d'arborescences de fichiers (touches tab et maj. tab) en ajoutant la touche de validation qui était initialement dans le sous-clavier de commandes (figure 4).

Dans le sous-clavier de commandes, nous n'avons gardé que les touches fréquemment utilisées. Nous avons mis les autres touches qui apparaissaient dans la version initiale dans un autre sous-clavier optionnellement affichable, par analogie avec les barres d'outils dans les applications standards.

Dans le sous-clavier des lettres, nous avons oté les touches de ponctuation et de caractères spéciaux qui apparaissent désormais dans un sous-clavier dédié.

5.3 Signification des codes

Dans la version précédente de Sibylle, le codage des touches était de nature textuel ou iconique. Pour des raisons d'économie

relatives à chaque fonction tout en assurant une cohérence globale entre les icônes.

Les icônes utilisées précédemment ne permettaient pas de bien identifier leurs fonctions (figure 1).

Dans la nouvelle interface, les actions facilement représentables sous forme graphique (touche gauche, droite, effacement...) ou déjà associées à une icône standard (touche Démarrer, ouvrir, enregistrer...) utilisent un codage iconique. Les autres actions sont codées sous les formes iconique et textuelle (touches de saut de clavier, aide, contrôle...) (Figure 5).

Pour respecter le critère de compatibilité, nous avons retenu des icônes déjà familières à l'utilisateur d'un l'environnement informatique « standard » (style MS-Windows XP ou Mac OS X).

5.4 Flexibilité

Les recherches en ergonomie des interfaces homme-machine pour personnes handicapées convergent vers l'idée que plus une interface est configurable plus elle sera utilisable.

Dans l'ancienne version de Sibylle, il y avait déjà la possibilité de personnaliser les couleurs et de réorganiser les claviers de la fenêtre principale. Il était aussi possible de choisir le type de sélection (linéaire, ligne/colonne, pointage direct), la vitesse de défilement, l'affichage du curseur glissant, le type de clavier (alphabétique, dynamique, fréquentiel), la voix de synthèse vocale.

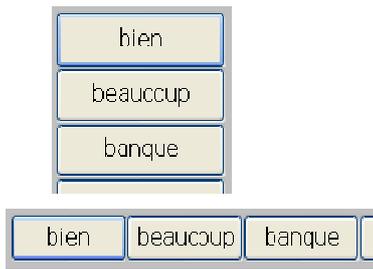


Figure 6 : Le passage d'une organisation vertical à une organisation horizontal des sous-claviers

Dans la nouvelle version, on peut en plus redimensionner et réorganiser les colonnes et les lignes des sous-claviers (Figure 7). Cette restructuration permet d'adapter l'organisation par défaut à un handicap particulier et par rapport à la position relative de l'utilisateur (plus ou moins loin de l'écran).

Pour des raisons d'économie de place à l'écran et d'optimisation du temps de sélection, nous avons regroupé les chiffres, la ponctuation et les caractères spéciaux en deux sous-claviers superposés. Chacun d'entre-eux renvoie vers l'autre sous-clavier par une touche de saut de clavier (touche « ?., ! » de la figure 8).

La communication « lettre par lettre » étant très lente, une demande forte s'est exprimée du CMRRF de Kerpape pour pouvoir accéder directement à des phrases « pré-enregistrées », une phrase correspondant à un bouton, (par exemple, « pouvez-vous mieux m'installer dans mon fauteuil », « je veux boire »...). Il a donc été ajouté un sous-clavier de phrases à représentation iconique, superposé aux sous-claviers de chiffres et de ponctuations.

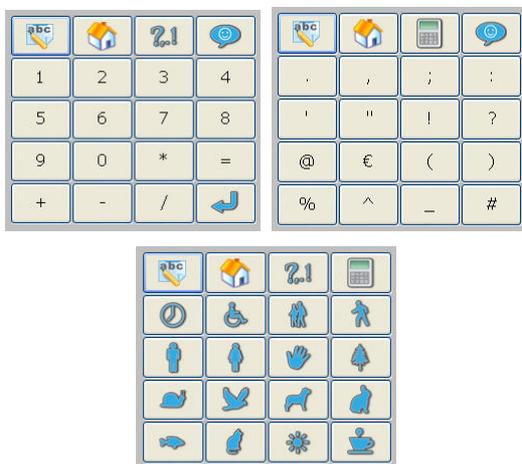


Figure 7 : Les trois sous-claviers superposés

6. INTERACTION PLUS RICHE

Dans la version initiale de Sibylle, les seules actions possibles sont le clic court et le clic long. Le premier permet de réaliser la fonction associée à la touche courante et le deuxième est associé à une fonction jugée importante, par exemple, « effacer le dernier caractère du texte saisi » ou « revenir à la première touche du clavier » sans attendre le défilement jusqu'à la dernière touche (en mode défilement linéaire).

Nous avons introduit une action supplémentaire correspondant au clic très long. Ainsi à chaque instant, l'utilisateur dispose d'une interaction plus riche avec 3 fonctions possibles associées chacune à un type de clic. Dans la nouvelle version, les fonctions associées au clic long et très long dépendent du sous-clavier. Le clic long et très long sont donc désormais contextuels ce qui permet de réaliser la tâche courante de façon plus efficace.

Pour permettre à l'utilisateur de distinguer les différents types de clic, nous avons introduit un feedback spécifique pour chacun. La figure 9 montre que la couleur du contour de chaque touche change selon le type de clic.

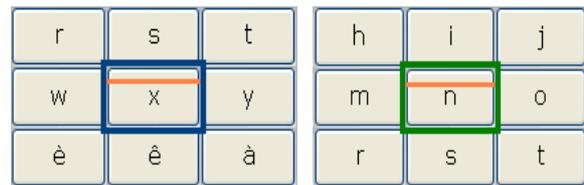


Figure 8 : Clic normal - clic long - clic très long

7. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Sibylle est un système dont la qualité des traitements linguistiques assure de très bonnes performances de prédiction. Dans cet article, nous avons présenté les améliorations de l'interface homme-machine qui rendront plus facile et plus agréable son utilisation. Les modifications apportées reposent à la fois sur l'analyse de l'utilisation de l'ancienne version et sur son évaluation heuristique. Dès que la nouvelle version sera stabilisée, elle sera testée au CMRRF de Kerpape. Comme perspectives, nous comptons intégrer de nouvelles techniques d'interaction qui permettront d'atteindre plus rapidement la touche désirée comme de limiter les sauts de claviers.

8. REMERCIEMENTS

Ce projet est partiellement financé par la Fondation Motrice (projet ESACIMC). Tous nos remerciements à Jean-Paul Departe et ses collègues et aux patients du centre de Kerpape pour leur aide au développement du système Sibylle.

9. REFERENCES

- [1] Bastien, J. M. C., Scapin, D. L. *Évaluation des systèmes d'information et Critères Ergonomiques*. In Kolski, C. (Ed.), *Systèmes d'information et interactions homme-machine. Environnement évolués et évaluation de l'IHM. Interaction homme-machine pour les SI (Vol. 2.)* Paris Hermes, 2001, 53-79.
- [2] Bellengier, E., Blache, P., Rauzy, S. *PCA : Un système de communication alternative évolutif et réversible*, actes des ISAAC-04, 2004.
- [3] Brangier, E., Gronier, G., *Conception d'un langage iconique pour grands handicapés moteurs aphasiques*, Handicap2000, 2000.
- [4] Checklist Xerox : www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html.
- [5] CVK, www.cvk.fr.

- [6] Muller, A. *Obstacles d'accessibilité à l'interface pour les personnes en situation de handicap*. Compilation, Centre Icom', Université de Metz, 2003-2004.
- [7] Raynal, M. *Systèmes de saisie de textes pour les personnes handicapées moteur : optimisation, interaction et mesure de l'utilisabilité*, thèse, à l'Université Toulouse III- Paul Sabatier, le 5 décembre 2005.
- [8] Sadek, D. *De nouvelles perspectives pour l'ergonomie des interactions personne-machine : dialogue naturel et agents intelligents*, publié dans la conférence Ergo'IA 2006 France Télécom – Division R&D CRD Technologies, technopole Anticipa -2, Lannion, 2006.
- [9] Schadle I., Antoine J-Y., Le Pévédic B., Poirier F. SybiLettre, prédiction de lettres pour la communication augmentée, Revue d'Interaction Homme-Machine, RIHM, Vol 3, n°2, Europia. 2002, 115-133.
- [10] Vella, F., Collignon, A., David, A., Chabbert, V., Vigouroux, N. *Pour une meilleure utilisabilité des pages web par des handicapés moteurs: modèle de Fitts et méthodes de conception centrée-utilisateur*, Procédé de la 17eme conférence Francophone sur l'Interaction Homme-Machine IHM 2005, Septembre 2005.
- [11] Vella, F., Vigouroux, N., Truillet, P. *CLAPOTI (CLavier PhOnétique d'aide à la communicaTION orale)*, SETIT 2003, Sousse (Tunisie), 17-21 Mars 2003, Publié en CD-ROM ISBN: 9973-41-685-6.
- [12] Vigouroux, N., Vella, F., Truillet, P., Raynal, M. *Evaluation of AAC for text input by two populations: normal versus handicapped motor persons*, 8ème ERCIM UI4All, Vienne, 28-29 Juin 2004.
- [13] Wandmacher, T. et al. *Système Sibylle d'aide à la communication pour personnes handicapées : modèle linguistique et interface utilisateur*, TALN 2007, Toulouse, 12-15 juin 2007.
- [14] Wandmacher T. Antoine J.Y. *Methods to integrate a language model with semantic information for a word prediction component*. EMNLP-CoNLL'2007, Prague, Czech Republic. June 2007.
- [15] WIVIK, www.wivik.com.