Vers un modèle d'aide à l'évaluation de systèmes d'assistance à l'écriture : application à VITIPI.

Philippe BOISSIERE Daniel DOURS

IRIT – UPS - CNRS
118 Route de Narbonne
31 062 Toulouse Cedex

boissier@irit.fr dours@irit.fr

RESUME

Les systèmes d'assistance à l'écriture sont de plus en plus nombreux tant en France qu'à l'étranger. Le problème qui se pose pour un utilisateur potentiel est de trouver le système le mieux adapté à ses capacités physiques et/ou intellectuelles. Afin d'effectuer ces comparaisons, il semble intéressant de proposer un modèle d'évaluation. Pour que celui-ci reflète des données comparables, il paraît important que les tests puissent être faits à partir d'un même corpus Dans un premier temps nous montrerons la multiplicité des systèmes existants, que ce soit au niveau français ou international et nous essaierons d'en déduire des caractéristiques générales. Nous proposerons un modèle d'évaluation en explicitant chaque paramètre. Enfin, nous donnerons les premiers résultats d'évaluation du système VITIPI en lui appliquant le modèle d'évaluation.

MOTS CLES : Communication Assistée et Augmentée, Système d'aide à la saisie, Modèle d'évaluation.

I NTRODUCTION

Une vie est-elle envisageable sans communication ? Assurément non [10]. Même les robots et autres " systèmes intelligents " communiquent entre eux, alors pourquoi pas les Hommes ! Pourtant pour certains, la communication est difficile voire impossible à cause d'un handicap moteur. Quand la parole est défaillante, on utilise parfois le système de codage phonétique, mais cela ne vaut que pour la communication orale. Bien sûr, dans les cas extrêmes ou dans l'urgence, on peut toujours utiliser la communication non verbale, par pictogrammes [4] [20], ou le symbole BLISS [10]. Mais l'écriture est un moyen d'expression plus efficace, lorsqu'elle peut être utilisée. De plus, son usage s'intensifie dans tous les secteurs de notre société (travail, loisirs…). Encore faut-il qu'elle ne soit pas trop pénible pour la personne handicapée. Il est donc important qu'elle puisse avoir un système d'aide à l'écriture.

Ces systèmes sont de plus en plus nombreux, tant en France qu'à l'étranger, et les méthodologies pour les mettre en œuvre sont très variées. Il faut très certainement y voir d'une part la preuve de leur utilité avec une forte attente des utilisateurs et, d'autre part, le fait que chaque personne handicapée soit un cas particulier nécessitant presque un système spécifique. Les problèmes qui se posent alors sont de trouver le système le mieux adapté aux capacités physiques et/ou intellectuelles de la personne [5] et ensuite de comparer objectivement leurs performances. Avant de voir comment évaluer les performances d'un système, nous allons dans un premier temps tenter de répertorier les caractéristiques des systèmes existants, que ce soit au niveau français ou international. Puis nous proposerons un modèle d'évaluation en explicitant chaque paramètre. Enfin, nous donnerons les premiers résultats d'évaluation du système VITIPI en lui appliquant le modèle d'évaluation.

CARACTERISTIQUES DES SYSTEMES EXISTANTS

Le principe de tout système prédictif consiste à faire écrire à l'utilisateur un texte moins long que celui qu'il veut écrire réellement. C'est le principe même des méthodes de compression/amplification et de codage [5]. Nous pouvons distinguer deux types de codages : le codage *statique* et le codage *interactif*.

Dans le premier cas, le codage est explicite, il obéit à des règles de réécritures ou d'abréviations qui sont connues dès le début et n'évoluent pas. Le codage est donc figé et statique. Ces méthodes ont donné plusieurs systèmes. Le premier est relativement ancien puisque déjà en 83 un système de traduction de la sténotypie [7] a été proposé. Récemment, cette idée d'abréviation a été remise au goût du jour par d'autres systèmes dont short hand[1], WiViK$_2$REP[2] et HOOK [21] qui est basé sur l'abrégé Braille.

Dans le second cas, le codage est implicite et transparent pour l'utilisateur. Dès que celui-ci frappe une lettre, le système va réagir à l'entrée de l'utilisateur, qui à son tour, va donner une nouvelle

[1] Shorthand for windows : http://www.pcshorthand.com/
[2] http://www.prentrom.com/access/wivik.html

entrée. Il y a donc interaction entre l'utilisateur et le système. Selon le type d'interaction, nous pouvons distinguer deux types de systèmes.

L'interaction la plus courante consiste à proposer à l'utilisateur une liste de mots. De nombreux systèmes découlent de cette méthode [11], [14], [17], [15], [16]. Que le mot soit sélectionné par un dispositif de pointage, par une suite de commande ou par la saisie du numéro du mot, l'utilisateur aura bien implicitement réalisé un codage qui peut évoluer en fonction des mots affichés dans la liste.

L'interaction peut aussi consister à ne pas proposer de liste, mais au fur et à mesure que l'utilisateur entre des lettres, le système prédit des parties de mots et les affiche dès qu'il n'y a plus d'ambiguïté. Là encore le codage est implicite et peut évoluer selon le contexte. Cette technique permet de traiter les fautes de frappe et d'orthographe au fur et à mesure de la saisie. Notons que certaines personnes handicapées ont des gestes imprécis et de ce fait ont tendance à faire beaucoup de fautes de frappes ; il est donc important de pouvoir les corriger. A notre connaissance, seul VITIPI [2], [3], a choisi cette option. Notons aussi qu'il est possible que le système VITIPI puisse présenter une liste de mots, mais ce n'est pas l'option qui a été choisie.

Indépendamment de la méthode de codage choisie, on peut remarquer que depuis les origines, les systèmes ont eu deux types d'évolutions.

Au départ, tous les systèmes fonctionnaient en mots isolés, c'est-à-dire qu'ils ne prenaient en compte ni les mots précédents, ni les informations syntactico-sémantiques véhiculées par ces derniers. Au fil du temps, les systèmes ont commencé à prendre en compte les contraintes syntaxiques voire sémantiques pour améliorer la prédiction. Cependant, tous n'ont pas encore suivi cette évolution, notamment les systèmes commercialisés et la dichotomie entre les systèmes fonctionnant en mots isolés et ceux prenant en compte les mots précédents reste forte. Par opposition au mot isolé, nous parlerons de systèmes fonctionnant avec des segments de phrases. Un segment de phrase n'est rien d'autre qu'une succession de mots appartenant à une phrase, il peut être considéré comme un n-gram.

La seconde évolution, indépendante de la première, consiste à intégrer les nouvelles entités (*mots ou segments de phrases*) dans le système. En effet, si les premiers systèmes étaient purement figés en ce sens qu'ils se bloquaient dès qu'ils avaient une entité nouvelle (*mot nouveau, faute de frappe ou d'orthographe*)[3], il n'en est plus de même avec les systèmes actuels, parmi lesquels il faut distinguer : les systèmes qui intègrent les nouvelles entités en les faisant bénéficier des fonctionnalités de prédiction ; de ceux qui les intègrent sans aucune possibilité d'aide à la prédiction. De plus, l'intégration de ces entités nouvelles peut être à effet immédiat (*au fur et à mesure de la session*) [2], [3], ou différée en fin de session lors d'une mise à jour du système [9], [15], [16] [18], [19]. L'intégration immédiate implique une mise à jour automatique alors que l'intégration différée peut être automatique ou manuelle [1] ce qui peut poser des problèmes à l'utilisateur.

D'autres critères d'adaptation doivent également être pris en compte dans le modèle d'évaluation. En effet, certains systèmes intègrent dès la création un vocabulaire ou une base de connaissances standard. Nous avons vu qu'il est parfois possible pour certains systèmes de rajouter des mots ou des phrases avec plus ou mois d'aisance. La suppression de cette base de connaissances standard est tout aussi problématique. Quelque uns l'autorisent et permettent même à l'utilisateur de générer automatiquement sa propre base.

Il est également important de savoir si le système ne peut fonctionner qu'avec une langue donnée ou s'il peut s'adapter à différentes langues. Généralement, pour les systèmes fonctionnant en mots isolés, l'adaptation se fait en changeant simplement le lexique. Par contre, pour les systèmes utilisant les mots précédents, les contraintes syntactico-sémantiques sont parfois à reprogrammer, et pour des langues fortement flexionnelles comme le Français ou l'Allemand, ces règles sont nombreuses [24]. Il est donc intéressant de savoir si le système peut générer automatiquement une base indépendamment de la langue.

Enfin, l'utilisateur peut être obligé de passer soit par une fenêtre d'édition propre au système soit d'utiliser le traitement de textes de son choix ou toute autre application dans laquelle il a besoin d'écrire.

MODELE D'EVALUATION

Afin que l'utilisateur puisse choisir un système d'aide en fonction de ses capacités physiques et/ou intellectuelles, nous allons définir des critères objectifs de comparaison.

Or force est de constater que cette comparaison est excessivement difficile pour deux raisons : la première est que certains systèmes ne sont que des prototypes de laboratoires et que souvent, leurs performances ne sont pas mentionnées dans les publications. La seconde tient au fait que lorsque les auteurs publient des résultats , ceux-ci sont difficilement comparables, car ils sont obtenus avec des données et des corpus très

[3] AIRUS Inc, 10 200 S.W. Nimbus Ave, SUITE G - 5 Portland, OR 97 223

hétéroclites (*Le Monde Diplomatique* [22], *Time Magazine* [13], *un quotidien Autrichien* [24], *Le Livre de la Jungle* [17], *les prévisions météorologiques* [2], [3], …) et donnent des mesures qui mettent en évidence les points forts du système. Il nous paraît donc intéressant de proposer un modèle d'évaluation afin que les différents systèmes puissent être comparables.

En toute rigueur, une évaluation ergonomique [23] devrait aborder les critères d'utilité, d'utilisabilité, d'efficacité (ou efficience), de non-dangerosité et de satisfaction des opérateurs. Le modèle ne va pas aborder tout ces points, certains d'entre eux sont triviaux, pour d'autres au contraire, il est difficile de définir un modèle tenant compte de critères *qualitatifs*, basés sur les jugements pertinents des utilisateurs (*voire des ergothérapeutes*), ainsi que les mesures faisant intervenir la vitesse de saisie propre à chaque utilisateur ou la charge cognitive qui lui est imposée. Une tentative d'évaluation qualitative et notamment de la charge cognitive de différents systèmes d'aide à l'écriture a été faite [12]. Nous nous focaliserons ici sur l'aspect de l'efficacité de l'aide. Plus précisément, nous ne donnerons dans ce modèle que des résultats d'ordre *quantitatifs* obtenus par des programmes qui simulent la frappe de l'utilisateur.

Le modèle d'évaluation va se décomposer en deux parties : " *les caractéristiques du système* " et "*ses performances* ". La première permettra d'indiquer l'existence ou l'absence de propriétés. La seconde donnera les performances obtenues selon des critères que nous allons définir.

- Les caractéristiques du système

- Types de codage :
  - Codage explicite (*systèmes d'abréviations*).
  - Codage implicite :
    - Avec présentation de liste.
    - Sans présentation de liste.
- Fonctionnement
  - en mots isolés.
  - avec des segments de phrase.
- Prise en compte pendant la saisie
  - des fautes de frappe.
  - des fautes d'orthographe.
  - des nouvelles entités.
- Mise à jour de la base de connaissances.
  - Immédiate.
  - différé.
- Génération automatique de la base
  - pour une langue donnée.
  - indépendamment de la langue.
- Indépendance du traitement de texte.

- Performances

Dans certains systèmes, notamment ceux qui proposent des listes de mots, on indique plus volontiers le nombre moyen de lettres et/ou de commandes qu'il faut entrer pour voir le mot s'afficher. Nous pensons qu'il est préférable de donner ces valeurs pour un pourcentage de lettres entrées ou écrites par le système. En effet certaines langues ou domaines d'applications comme l'Allemand ou des corpus médicaux par exemple, ont des mots plus longs que dans d'autres langues ou domaines. De plus il faudra tenir compte des espaces, car pour des systèmes qui n'affichent pas une liste de mots, l'espace ne pas toujours être prédit, car beaucoup de débuts de mots sont également des mots à part entière.

Pour évaluer les performances d'un système, il importe donc de faire le rapport entre d'une part, tout ce que l'utilisateur doit taper pour écrire son texte avec le système d'assistance et d'autre part, à tout ce qu'il aurait à taper sans l'aide de celui-ci.

Avec l'aide du système, l'utilisateur doit taper :

Symboles_entrés + *Nb_commandes* (1)

Où :

Symboles_entrés est le nombre de lettres entrées par l'utilisateur. Les chiffres contenus dans le texte sont comptabilisés comme des lettres entrées car imprédictibles ainsi que le nombre d'espaces écrits dans le texte. On compte un seul espace entre chaque mot.

Nb_commandes est le nombre de commandes ou de touches de fonctions utilisées pour choisir, valider ou invalider une proposition du système (*pas pour la mise en forme du texte*).

Sans l'aide du système, l'utilisateur doit taper :

Symboles_entrés + *Symboles_affichés* (2)

Où :

Symboles_affichés est le nombre de symboles produits automatiquement par le système et acceptés par l'utilisateur.

Le *rendement d'un système* peut donc se calculer de la façon suivante :

$$R = \left(1 - \frac{(1)}{(2)}\right) * 100 \quad (3)$$

Cette formule est similaire à celle du Keystroke Saving Rate donnée par Zagler [24] pour un système à défilement.

Il est clair que le rendement d'un système dépend des techniques qui président à son fonctionnement et du

texte sur lequel la prédiction doit s'effectuer et plus particulièrement de la distance du texte avec la base de connaissance. Mais tout système va avoir un *rendement maximum* qui va correspondre à un fonctionnement ou toutes les phrases entrées sont dans la base. En effet, c'est dans cette situation que l'utilisateur aura le minimum d'entrées à fournir au système. De plus pour ceux fonctionnant avec un codage implicite et sans présentation de liste, il n'y aura pas de fausse proposition et donc pas de commande destinée à les corriger.

Après avoir vu le modèle d'évaluation, regardons à titre d'exemple ce que donne le système VITIPI.

EVALUATION DE VITIPI

Le système VITIPI [2], [3] a déjà fait l'objet d'une évaluation qualitative en mots isolés [8]. Nous présentons ici son évaluation quantitative.

Si l'on utilise la liste des *caractéristiques* données par la méthode d'évaluation, on obtient le tableau suivant qui permet de synthétiser les propriétés du système.

Codage explicite (*abréviations*)	NON
Codage implicite avec présentation de liste	option
Codage implicite sans présentation de liste	OUI
Prise en compte des fautes de frappe à la saisie	OUI
Prise en compte des fautes d'orthographe à la saisie	OUI option
Fonctionnement en mots isolés	OUI option
Fonctionnement avec segments de phrases	OUI
Prise en compte de nouvelles entités	OUI
Mise à jour immédiate de la base de connaissances	OUI
Génération automatique de la base de connaissances pour une langue donnée	OUI
Génération automatique de la base de connaissances indépendamment de la langue	OUI
Indépendance du traitement de textes	OUI

Pour l'évaluation des *performances* du système VITIPI, nous avons fait plusieurs séries d'expériences.

Aspects méthodologiques

Pour évaluer les performances, nous avons choisi deux types de corpus possédant les propriétés suivantes. Tout d'abord, le nombre de mots employé pour chaque corpus est relativement restreint (*un peu moins de 1.000*) et la syntaxe des phrases est suffisamment élaborée et complexe. Ensuite on dispose d'un corpus où l'on retrouve assez souvent des segments de phrases identiques (*comme c'est souvent le cas dans des documents à usages professionnels*) et d'un corpus où les phrases sont très différentes.

Le premier corpus a été obtenu en copiant pendant 24 jours les prévisions fournies par le site Internet de Météo France, ce qui nous a donné un texte comportant 439 phrases avec 985 mots différents pour 7.830 mots trouvés dans le texte. Le second corpus a été composé à partir d'un échange de 20 courriers électroniques concernant l'organisation de l'atelier handicap lors de la conférence TALN 2001. Il contient 159 phrases contenant 2539 mots dont 912 sont différents.

Afin d'évaluer le *rendement maximum*, nous avons présenté au système des phrases connues. Pour ce faire, nous avons simulé l'écriture des prévisions ou des messages du jour J1, J2,…et déterminé le rendement pour des segments de longueur 1, 2,…jusqu'à 10. En effet, ce rendement sera meilleur si l'on utilise les informations syntactico-sémantique car elles vont permettre d'accroître la prédiction par rapport à un fonctionnement en mots isolés. Il est donc intéressant d'étudier le comportement du système en fonction de la longueur des segments. De plus nous avons voulu tester l'influence de la présence d'un lexique de base sur la prédiction. Il s'agit du vocabulaire de base réalisé par N. Catach [6] qui contient 5.930 mots.

Lorsque VITIPI fonctionne avec le *corpus météo*, on obtient les résultats suivants :

	phrases connues (*météo*) en %					
	Avec lexique			Sans lexique		
	1 mot	*3 mots*	*10 mots*	*1 mot*	*3 mots*	*10 mots*
J 1	34,3	77,9	78,2	55,6	82,3	82,7
J 24	30,3	71,4	74,2	38,0	75,5	78,9

On constate que le *rendement maximum* croît avec la taille des segments, mais qu'à partir de trois l'amélioration est très faible. De plus ce rendement diminue au fur et à mesure où l'on rentre du texte, pour se stabiliser à partir du vingtième jour. Nous voyons donc que pour le corpus Météo, le lexique de base détériore les performances car cette application a son propre vocabulaire qui est restreint et différent du lexique de base.

Lorsque VITIPI fonctionne avec le *courrier électronique*, on obtient les résultats suivants :

	Phrases connues (*courrier*) en %					
	Avec lexique			Sans lexique		
	1 mot	*3 mots*	*10 mots*	*1 mot*	*3 mots*	*10 mots*
M 1	42,1	82,9	83,1	53,9	84,8	85,0
M 20	34,6	79,8	80,4	43,1	81,9	82,7

Comme pour la météo, nous observons que lorsque le texte est connu du système, si l'on fonctionne en mots isolés, la présence du lexique de base diminue le rendement. Par contre, en segments de phrases, le lexique n'a pas beaucoup d'effets sur le rendement.

Pour étudier le *rendement réel*, nous avons simulé l'écriture des prévisions ou des messages du jour J avec un système qui ne connaît que les prévisions ou les messages du jour 1 au jour J-1.

Lorsque VITIPI fonctionne avec le *corpus météo*, on obtient les résultats suivants :

	Phrases inconnues (*météo*) en %					
	Avec lexique			Sans lexique		
	1 mot	*3 mots*	*10 mots*	*1 mot*	*3 mots*	*10 mots*
J 2	18,0	21,0	25,0	21,0	26,0	27,0
J 23	20,0	45,0	42,0	27,0	47,0	45,0

Le rendement croît avec la taille des segments jusqu'à 3 mots puis décroît au-delà. Nous voyons aussi que le lexique de base n'améliore pas les performances car cette application a son propre vocabulaire qui est restreint et différent du lexique de base.

Lorsque VITIPI fonctionne avec *le courrier électronique*, on obtient les résultats suivants :

	Phrases inconnues (*courrier*) en %					
	Avec lexique			Sans lexique		
	1 mot	*3 mots*	*10 mots*	*1 mot*	*3 mots*	*10 mots*
M 2	18,0	24,0	25,0	21,0	26,0	27,0
M 20	14,0	30,0	29,0	24,0	43,0	42,0

On peut observer les mêmes phénomènes quant à la taille des segments. Les résultats sur le corpus de la météorologie sont meilleurs que ceux des messages électroniques parce que le premier corpus a un vocabulaire plus restreint avec des noms propres, de villes ou de régions, qui reviennent souvent. Par contre le second corpus a un vocabulaire plus étendu avec pas mal de noms propres de personnes et des adresses électroniques qui généralement n'apparaissent qu'une fois. Sans la présence de ces noms propres, on observerait que pour un texte très général, la présence d'un lexique de base peut être intéressante.

On voit également que si le texte entré est très proche de la base de connaissances (*cf les prévisions météo*), alors le vocabulaire de base ne sert à rien. Par contre, lorsque le texte frappé s'éloigne de la base de connaissances (*cf les messages électroniques*), alors la présence d'un vocabulaire de base est intéressante à condition que le texte ne soit pas trop spécialisé.

CONLUSION

Nous avons cherché à identifier les critères les plus pertinents pour évaluer un système d'assistance à l'écriture. Nous pensons que le modèle d'évaluation proposé présente au moins deux avantages : le premier est de permettre à l'utilisateur de bien choisir son système en fonction de ses besoins sur des données quantitatives, objectives et comparables. Le second est de permettre au concepteur d'optimiser les paramètres de son système. En effet, donner une borne maximale au rendement incite le concepteur à se rapprocher du rendement maximum et permet à l'utilisateur de sélectionner les différentes options proposées par le système en fonction de ses besoins. Il n'existait pas à notre connaissance de modèle capable d'évaluer plusieurs systèmes, en voici un. Il n'est encore qu'une ébauche que nous soumettons à la communauté. Nous espérons que de nombreuses suggestions amenderont ce modèle pour une meilleure évaluation de tous les systèmes.

BIBLIOGRAPHIE

1. Bertenstam, J, Hunnicutt, S. *Adding Morphology to a Word Predictor*. TIDE : The European context for assistive thechnology pp.312-315 Paris Avril 1995

2. Boissière, Ph. Dours, D. VITIPI : *Un système d'aide à l'écriture basé sur un principe d'auto-apprentissage et adapté à tous les handicaps moteurs.* IFRATH Handicap 2.000, P. 81 - 96, AACCESS Reprographie Paris 15 - 16 Juin 2000.

3. Boissière, Ph. Dours, D. *Comment VITIPI un système d'assistance à l'écriture pour les personnes handicapées peut offrir des propriétés intéressantes pour le TALN ?* Atelier Thématique TALN 2001 PP 183 - 192, Tours, 2-5 Juillet 2001.

4. Brangier, E. Gronier, G. *Conception d'un langage iconique pour grand handicapés moteurs aphasiques.* IFRATH Handicap 2.000, P. 93 - 100, Paris 15 - 16 Juin 2000.

5. Cantegrit, B. Toulotte, J.M. *Réflexions sur l'aide à la communication des personnes présentant un handicap moteur*. Atelier Thématique TALN 2001 PP 193 - 202, Tours, 2-5 Juillet 2001.

6. Catach, N. *Les listes orthographiques de base du Français (LOB)*. NATHAN 1984.

7. Derouault, A.M. Merialdo, B. Stehle, J.L. *Une expérience de transcription automatique sténotypie français.* T.S.I vol 2 n°5 Septembre 1983.

8. Dubus, N. *Evaluation de l'interface intelligente d'aide à la saisie informatique, VITIPI au lycée "Le Parc Saint-Agne".* Journal d'Ergothérapie PP 95 - 100 MASSON Mars 1996.

9. Godbert, E. *La connectivité en langage naturel : Modelisation de contraintes sur le nombre.* 13-ème Conférence Internationale : Intelligence Artificielle Systèmes Experts, Langage Naturel. Avignon Mai 1993.

10. Guillo, J. *Signé Jacques* Collection Vagues d'écrits, Edition Brouillons de Culture 1994.

11. Hunnicutt, S. *A lexical prediction for a text-to-speech system*. Dept Repport of speech communication STOCKHOLM STL-QSPR 2-1/1985 1985.

12. Klund, J. Novak, M. *If Word Prediction Can Help, Which Program Do You Choose?*. Technology Special Interest Section Quarterly, Vol 7, N°1, March 1997, American Occupational Therapy Association. 1997.

13. Lesher, G.W. Moulton, B.J. Higghinbotham, D.J. *Effects of ngram order and training text size on word prediction.* Proceedings of the RESNA '99 Annual Conference, (pp. 52-54), Arlington, VA: RESNA Press 1999.

14. Magnuson, T. *Word Prediction as Linguistic Support for Individuals with Reading an Writing Difficulties*. TIDE : The European context for assistive thechnology pp.316-319 Paris Avril 1995.

15. Maurel, D. Fourche, B. Briffault. *HandiAS : Aider la communication en facilitant la saisie rapide de textes.* IFRATH Handicap 2.000, P. 87 – 92. Paris 15 - 16 Juin 2000.

16. Maurel, D. Rossi, N. Thibault, R. *Handias : un système multilingue pour l'aide à la communication de personnes handicapées.* Atelier Thématique TALN 2001 PP 203 - 212, Tours, 2-5 Juillet 2001.

17. Menier, G. Poirier, F. *Système adaptatif de prédiction de texte*. Atelier Thématique TALN 2001 PP 213 - 222, Tours, 2-5 Juillet 2001.

18. Pasero, R. Sabatier, P. *Linguistic games for language Learning and tests, an ILLICO application.* Computer-Assisted Language Learning (CALL) 1998.

19. Pasero, R. Sabatier, P. *The Access Project : Development platform for unified access to enabling environments.* Natural Language Understanding and computational Logic, Lecture Notes in Computer Science, Springer 1998.

20. Pino, P. Brangier, E. *Environnement Digital de Télécommunication : Adaptation automatique du temps de défilement aux caractéristiques et intentions de l'utilisateur.* IFRATH Handicap 2.000, P.125 – 130. Paris 15 - 16 Juin 2000.

21. Ricco, X. Dutoit, T. *Vers un logiciel multilingue et gratuit pour l'aide aux personnes handicapées de la parole : HOOK.* Atelier Thématique TALN 2001 PP 223 - 232, Tours, 2-5 Juillet 2001.

22. Schadle, I. Le Pévédic, B. Antoine, J.Y. Poirier, F. *Sybilletre : un systèmes de prédiction de lettres pour l'aide à la saisie de texte.* Atelier Thématique TALN 2001 PP 233 - 242, Tours, 2-5 Juillet 2001.

23. Sperandio J-C, Critères ergonomiques d'assistance technologique aux opérateurs, JIM'2001 : Interaction Homme-Machine & Assistance pour GrandPublic / Systèmes Complexes / Handicap, p. 30-37 Metz, 4-6 juillet 2001.

24. Zagler, W.L Seisenbacher, G. *German language predictive typing : Results from a feasibilty investigation*. Proceedings of the ICCHP'2000, pp.771-779, Karlsruhe, 17-21 July 2000