

Les outils de communication alternative

Anick Bianco, Philippe Blache, Julie Marty & Stéphane Rauzy

Laboratoire Parole et Langage
CNRS & Université de Provence

1. Introduction

La communication alternative désigne un ensemble d'outils d'aide à la communication pour des personnes handicapées atteintes dans leur motricité et leur capacité de production de parole. Il s'agit par exemple de patients atteints de pathologies neuro-dégénératives totalement paralysantes ou encore de personnes victimes d'accidents vasculaires cérébraux. Ces patients ne gardent le contrôle que de quelques muscles (comme la paupière) et ne peuvent plus parler. Dans nombre de cas, les capacités cognitives restent intactes. L'objectif de ce type de système est de permettre à l'utilisateur d'améliorer voire rétablir la possibilité de communication avec son entourage en offrant la possibilité de composer des messages, de piloter un système de synthèse de parole ou de encore désigner des objets ou des actions. Il s'agit donc de prendre en compte les besoins effectifs de ces utilisateurs dans une situation réelle de communication, et d'intégrer des modalités multiples d'interaction pour le support de la communication et le contrôle de l'environnement. On utilise pour cela un ensemble de dispositifs électroniques permettant de capter des mouvements encore maîtrisés par l'utilisateur (clignement de paupière, murmure, etc.). Ces signaux offrent la possibilité de contrôler le défilement d'un clavier virtuel. Un message peut donc être composé par l'intermédiaire de ce dispositif.

L'objectif visé est de minimiser le nombre d'interactions entre l'utilisateur et le système en utilisant un ensemble de techniques de prédiction, mais également en adaptant le système aussi précisément que possible à la fois à l'utilisateur et à l'environnement de communication. De plus, il est possible d'utiliser simultanément plusieurs capteurs, correspondant à des modalités d'interaction différentes, chacune pouvant être affectée à une action particulière (édition, sélection correction etc.). La minimisation des interactions homme/machine dans ce type de système passe donc d'une part par l'amélioration des techniques de prédictions de mot, mais également par une adaptation ergonomique du système prenant également en compte l'aspect multimodal.

L'aide à la communication de personnes handicapées est un problème majeur, mais qui peut aujourd'hui bénéficier de la maturité technologique des travaux menés dans le domaine de la linguistique, la linguistique-informatique et la psychologie cognitive. Les réponses apportées à ce jour ne sont pas totalement satisfaisantes, notamment pour ce qui concerne les modalités d'interaction entre l'utilisateur handicapé et son environnement humain ou électronique.

Nous proposons dans cet article de faire tout d'abord le point sur la question de la communication alternative. Nous présenterons dans cette partie bilan un panorama des systèmes existants dans le domaine de la communication alternative. Nous apportons une attention particulière à la question du contrôle de l'environnement et des capteurs qu'il est possible d'utiliser dans cette perspective. La question de l'ergonomie est en effet essentielle et conditionne dans bien des cas le type de communication qu'il est possible d'établir. La seconde partie de cet article est consacrée à la présentation du système que nous avons développé au LPL en collaboration avec plusieurs partenaires, notamment des rééducateurs, mais également des établissements d'accueil de personnes handicapées.

2. Etat de l'art : les systèmes existants

2.1. *Téléthèses et dispositifs dédiés*

De tels systèmes sont destinés à une communication restreinte. Ce sont des appareils compacts qui doivent pouvoir se poser sur un fauteuil. Ils sont constitués d'un clavier ou d'un tableau de commandes. Ils utilisent la synthèse vocale et/ou des messages préenregistrés, ces messages peuvent être associés pour

constituer des phrases. On construit les messages en utilisant le plus souvent des symboles, ou des pictogrammes, comme les pictogrammes de Bliss ou le système Minspeak, ou un alphabet phonétique.

Systèmes de production de messages simples

- BIGMACK, SPEAKEASY, EUROTALK sont des systèmes de communication qui utilisent des messages pré-enregistrés.
- DELTA TALKER est un appareil de communication qui utilise à la fois les messages enregistrés et la synthèse vocale.
- ALPHATALKER est un appareil de communication qui utilise les icônes et qui possède un système de prédiction par icônes. Quand une icône est sélectionnée, l'appareil propose de façon rudimentaire les icônes qui sont généralement associées à la première.

Systèmes de construction de messages

- HECTOR est un logiciel qui utilise un fichier qui contient des mots, et des phrases mémorisées. Ce système active une synthèse vocale.
- MUTAVOX est un appareil qui fonctionne sur le principe des pictogrammes. Ce système présente l'avantage d'intégrer un redresseur grammatical. Si on sélectionne : je/demain/avoir/beau/poupée, on entend : " demain, je vais avoir une belle poupée ".

Systèmes de production de messages oraux

- LIGHTWRITER est un système qui permet de produire des messages. Il utilise un clavier ou un système de défilement. Il peut mémoriser de nombreux messages. Il utilise deux écrans. Un écran utilisateur et un écran interlocuteur. Il permet l'utilisation d'une synthèse vocale.
- SYNTHÉ 4 est un appareil qui utilise un clavier phonétique. Les messages sont tapés dans un alphabet phonétique puis restitués par une synthèse vocale. Les messages peuvent être sauvegardés.

2.2. Solutions logicielles

Les systèmes de composition de phrases assistée utilisent le plus souvent un système de prédiction statistique, qui prédit avec plus ou moins de bonheur le ou les mots qui doivent suivre. La phrase est construite lettre par lettre, mot par mot ou alors en sélectionnant des phrases ou des morceaux de phrases déjà formées qui sont utilisés selon leur fréquence d'utilisation. Nous présenterons d'abord les systèmes qui n'utilisent qu'un traitement statistique, puis les systèmes qui mettent en place un traitement linguistique.

Systèmes qui utilisent un traitement statistique du texte

- HANDIWORD : installation avec une mémoire permanente qui propose une prédiction statistique. HandiWord apprend les mots les plus fréquents de l'utilisateur et ajuste sa prédiction en fonction de ces mots. HandiWord fait correspondre la prédiction avec une liste d'abréviations. La sélection s'affine au fur et à mesure que les lettres du mot sont tapées, il suffit de presser une clé numérique qui est associée au mot correspondant pour que le logiciel complète l'entrée. D'après Boissière et Dours la sélection par clé numérique n'est pas un bon moyen pour sélectionner les mots parce que elle se fait par des nombres et non par des lettres. De plus, le pavé numérique se trouvent à droite du clavier ce qui demande de nombreux mouvements de mains. Ce système est difficilement utilisable avec des CD ROM et des réseaux.
- MAINATE : système développé par Aurrand-Lions Informatique, compatible avec les synthétiseurs vocaux d'Electrel. Ce système de composition de phrases assistée a été spécialement conçu pour les patients S.L.A. Il fonctionne par défilement. Une série d'opérations et/ou de propositions est proposée à l'utilisateur qui donne sa sélection en actionnant un contacteur.

- REACTIVE KEYBOARD : fonctionne comme HandiWord, il propose la suite du mot que l'on est en train de taper. Le problème pour l'utilisateur est qu'il a à gérer quatre fenêtres (clés du clavier, huit commandes du traitement de texte, mots prédits, édition) qui peuvent le déranger et lui faire perdre du temps quand il faut passer d'une fenêtre à l'autre.
- VITIPI (Version Interprétant un Texte Imparfaitement écrit pour les Personnes Inexpérimentées) est une interface coopérative. Ce système complète la frappe d'un mot. Dès qu'un mot commence à être frappé par l'utilisateur le système propose la suite dès qu'il n'y a plus d'ambiguïté. Le système corrige automatiquement les erreurs de frappe et accepte dans sa base de données un nouveau mot. Les caractères produits par VITIPI sont perçus par l'ordinateur comme étant des sorties du clavier. Ainsi, le système est compatible avec de nombreux logiciels.
- WIVIK : système fabriqué par PRC USA et distribué par Vocalisis, Sinapse et Protéor. Ce système utilise un dictionnaire prédictif de 10000 mots basé sur la fréquence d'utilisation des mots.
- WORD TELEPATHIQUE : système développé pour Macintosh qui associe un système de composition assistée basé sur un traitement statistique et un synthétiseur vocal.
- EUROVOCS SUITE : Logiciel d'aide à la communication écrite muni d'un clavier virtuel (KEYVIT), un moteur de prédiction de mots (SKIPPY) et d'une synthèse vocale (DOCREADER). Contrôle du système au moyen d'une souris virtuelle. Les capteurs permettant de contrôler le défilement ne sont pas fournis. Edité par Technologie & Intégration (Belgique).

Systèmes reposant sur un traitement linguistique du texte

- HANDI AS : Ce système utilise un dictionnaire évolutif et gère les accords grammaticaux grâce à un système syntaxique de base. Les mots sont classés selon leur catégorie grammaticale, le système effectue une recherche dans ce dictionnaire en cherchant le mot le plus usité dans la catégorie la plus probable. Le système peut s'adapter au langage de l'utilisateur.
- KOMBE : projet franco-allemand financé par le TIDE en 1992 et spécialement conçu pour les personnes atteintes par la S.L.A. Ce système fonctionne comme HandiWord et WriteNow . La prédiction est faite selon des règles grammaticales et des contraintes conceptuelles. Kombe peut aussi composer des phrases à partir du langage symbolique SODI-GRACH. L'ajout de nouveaux mots est rendu difficile par la complexité des règles utilisées.
- PROFET : Projet suédois TIDE conduit par Hunnicut. La composition peut se réaliser de deux façons. Il peut choisir de sélectionner la racine du mot ou la fin du mot selon la syntaxe de la phrase. Le problème est que l'utilisateur doit indiquer la classe syntaxique à laquelle appartient le nouveau mot qu'il veut ajouter.
- RAPIDTEXT : logiciel français qui propose en même temps un logiciel de traitement de texte et un système "single switch " c'est à dire qui ne nécessite qu'une pression sur le contacteur. Ce système ne peut être pas utilisé avec d'autres logiciels, de nouveaux CD ROM ou des réseaux. De plus le système " single switch " manque d'ergonomie : quatre mots sont placés en bas de l'écran et dérangent l'utilisateur. Ce système est lent : 1 h. pour 12 lignes de poésie d'après les tests menés par Boissiere et Dours.
- WRITE NOW : traitement de texte spécialisé. Il est constitué d'une fenêtre " Spelling suggestions " que l'on pourrait traduire par " suggestions orthographiques " propose beaucoup de mots différents obtenus par prédiction. Cette fenêtre cache le texte écrit. Ce système ne peut pas être adapté à d'autres traitements de texte.
- PCA (Plateforme de Communication Alternative) fabriquée par la Société Aegys (France). Logiciel de communication verbale et non-verbale. Moteur de prédiction utilisant un lexique de 320.000 mots et basée sur la fréquence absolue des mots, les critères morphosyntaxiques, et incorporant un module d'apprentissage qui s'adapte aux habitudes linguistiques de l'utilisateur. Un module d'édition de texte, de messagerie électronique et de synthèse vocale sont proposés. Fonctionne suivant trois modalités d'accessibilité (clavier, souris, défilement) selon la motricité de l'utilisateur. Des capteurs sont proposés pour piloter le logiciel en mode défilement (capteur microphone et capteur piézoélectrique).

Les logiciels de communication non-verbale sont basés sur l'utilisation d'icônes (pictogramme, photos, ...) comme élément constituant du message.

- **MIND EXPRESS** : Logiciel d'aide à la communication non verbale. Il contient un grand nombre de pictogrammes permettant de composer un tableau de communication, un exercice ou un jeu thérapeutique original. Des photographies ou des dessins scannés peuvent également être utilisés. Les images peuvent être reliées à une synthèse vocale, ou commander des fonctions informatiques ou domotiques au moyen d'un transmetteur infra- rouge. Un module grammatical permet la reformulation des phrases. Les pictogrammes peuvent être sélectionnés via un écran tactile, une souris, un joystick ou par balayage. La synthèse vocale propose un choix de voix réglables en rapidité d'élocution et volume. Edité par Technologie & Intégratie (Belgique)
- **OPENCLAV MERLIN** : Ce logiciel permet de créer des claviers virtuels dont les cases peuvent contenir du texte (lettres, mots ou messages), des images (photos, pictogrammes) ou des sons. Muni d'un dictionnaire, il permet de composer du texte et de lire par synthèse vocale. D'autres fonctions permettant de lancer une application (logiciel, messagerie) ou de commander l'environnement domestique s'il est adapté. Openclav est accessible en mode souris ou mode défilement. Edité et distribué par AIACA (France)
- **CLICKER 4** : Après avoir défini une grille, des images et/ou du texte sont associés aux cases. Lorsque une case est sélectionnée (par clic, stationnement ou défilement), un son pourra être émis (synthétique ou enregistré) et une action sera exécutée (écriture de texte, de pictogrammes, ouverture d'un autre clavier...). En option bibliothèque de symboles de communication, boîtier de connexion pour contacteur et synthèse vocale française. Edité par Crick Software (UK)
- **ALEXIA**, acronyme " d'Aide à L'Expression ", est un logiciel qui traduit une suite d'icônes en une phrase de la langue naturelle, accessible via une interface graphique évoluée. Il est destiné aux jeunes enfants I.M.C. (Infirmes Moteur Cérébraux) et aphasiques. Ce logiciel peut être couplé avec une synthèse vocale.
- **WINSIL** : Logiciel de communication iconique avec possibilité d'enrichir la base d'icônes, synthèse vocale (Edité par association La famille, Belgique).
- **PCA** (Plateforme de Communication Alternative) fabriquée par la Société Aegys (France). Logiciel de communication verbale et non-verbale. Moteur de prédiction basé sur les messages iconiques déjà composés par l'utilisateur. Module de reformulation en langage naturel de la séquence d'icônes composant le message, oralisé par une synthèse vocale. Bonne ergonomie pour créer de nouvelles icônes et organiser ces classeurs de communication. Fonctionne suivant trois modalités d'accessibilité (clavier, souris, défilement) selon la motricité de l'utilisateur. Des capteurs sont proposés pour piloter le logiciel en mode défilement (capteur microphone et capteur piézoélectrique).

3. Contrôle : Modalités d'accessibilité et capteurs

Le nœud du problème du contrôle de l'environnement informatique réside dans l'identification des modalités et la mise au point de capteurs adaptés avant de pouvoir véritablement intégrer le tout au sein d'un environnement générique. Il est intéressant, avant de présenter le développement de nouveaux capteurs adaptés aux objectifs visés, de rappeler les différentes possibilités à ce jour disponibles.

3.1. Dispositifs électroniques du type interaction binaire

Un certain nombre de dispositifs électroniques ont été réalisés dans le but de détecter les mouvements intentionnels que l'utilisateur handicapé peut contrôler.

- ✓ **Contacteur** : l'impulsion est créée en appuyant sur ce dispositif (du type "champignon"). Une motricité très approximative est suffisante, il faut cependant être capable d'une part de contrôler le mouvement (par exemple du bras, du pied, etc.) et d'autre part d'exercer une pression sur le dispositif. Ce type de contacteur peut être décliné et utilisé de différentes façons : posé sur une table, accroché à une ceinture, fixé au fauteuil (par exemple en mentonnière), etc.

- ✓ Capteur de mouvement de faible amplitude : il s'agit d'un dispositif se déclenchant à l'aide d'une pression très faible. Il est en général utilisé pour détecter des mouvements de doigts de faible amplitude. Le dispositif peut être mécanique (interrupteur) ou électronique (type "touchpad")
- ✓ Capteur de mouvement : ces capteurs permettent de détecter un changement d'inclinaison, ils peuvent également être déclenchés par une accélération. Ils sont par exemple utiles pour détecter des mouvements de tête pouvant être lents ou rapides, verticaux ou horizontaux.
- ✓ Capteur de clignements de paupière : un faisceau infrarouge émit par une fibre optique se réfléchit sur le globe oculaire et est capté en retour par la fibre. Lorsque la paupière est abaissée, la réflexion du faisceau est interrompue, ce qui déclenche l'impulsion du signal.
- ✓ Capteur de souffle : l'impulsion est ici déclenchée par une surpression ou une dépression (par exemple un souffle ou une inspiration) dans un tube. Le seuil de déclenchement est réglable. Ce type de dispositif est indiqué pour les personnes tétraplégiques, avec une motricité de la tête réduite. La plupart de ces capteurs nécessitent cependant le contrôle des muscles labiaux et de la langue.

Tous ces capteurs sont de simples interrupteurs permettant d'interrompre ou de laisser circuler le courant électrique. Il est donc nécessaire de transformer le signal produit afin de le rediriger vers un des périphériques classiques de l'ordinateur. On utilise pour cela des boîtiers spécifiques munis d'une connectique adaptée. Il est souvent difficile, voire impossible, de connecter plusieurs de ces capteurs simultanément. Le dispositif global est de plus onéreux dans la mesure où il nécessite à la fois un capteur, mais également une interface.

Nous avons mis au point un dispositif unique permettant de capter plusieurs sources comme le souffle, une pression manuelle, un son, etc. Il est de plus directement connectable à un ordinateur, sans besoin périphérique supplémentaire. Il peut enfin s'associer à d'autres types de capteurs, comme les capteurs de mouvement.

Nous proposons donc une solution étendue permettant d'une part de simplifier le dispositif, mais également de proposer une solution plus générique avec possibilité de cumuler les modalités. La première question, tout à fait cruciale et très spécifique dans le domaine du handicap, du type de modalité trouve donc dans notre approche une solution originale et permettant d'envisager des modalités multiples de contrôle. Nous verrons comment tirer parti de ce dispositif en termes de multimodalité.

3.2. Procédés nécessitant un traitement logiciel

Une nouvelle génération de capteurs de mouvements a récemment vu le jour. Il s'agit de procédés qui utilisent du matériel d'équipement informatique grand public (joystick, webcam, etc.) dont les signaux sont récupérés via les périphériques non standards de l'ordinateur (entrée manette de jeu, entrée vidéo/webcam, etc.). Le signal est ensuite traité par une couche logicielle pour produire des méta-événements du type interaction binaire ou déplacement dans le plan (i.e. les événements qui servent à piloter le pointeur de la souris à l'écran).

- ✓ Procédé de pointage par suivi vidéo : Le principe est ici d'associer les déplacements du pointeur de la souris aux mouvements d'une partie du corps (généralement la tête et pour certains procédés les mouvements oculaires) placée dans le champ d'une caméra vidéo. Plusieurs sociétés distribuent ce type de procédés (Tracker 2000 par Madentec Limited, USA ; QualiEye par QualiLife SA, Suisse ; Visioboard par Metrovision, France ; Quick Glance par EyeTech Digital Systems, USA, etc.), dont l'efficacité varie suivant la qualité des algorithmes de traitement d'images appliqués pour transformer la séquence vidéo en entrée en méta-événements du type déplacement dans le plan.
- ✓ Capteur de mouvement par suivi vidéo : L'objectif est ici d'associer à un mouvement spécifique (clignement de la paupière, déplacement de la main, etc.) l'émission d'un événement du type interaction binaire. La société QualiLife SA (Suisse) propose un tel procédé (QualiEye). Le fonctionnement du dispositif est néanmoins fortement parasité par les mouvements non contrôlés de plus grande amplitude (par exemple par les mouvements de la tête dans le cas du clignement de paupière).

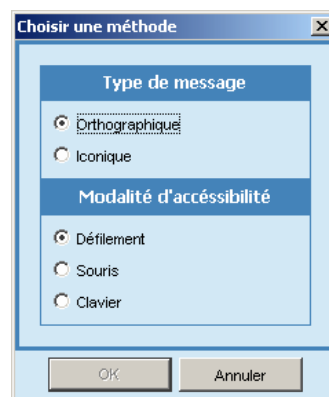
Ces dispositifs sont quelquefois d'une efficacité irrégulière (c'est le cas notamment de capteurs utilisant des webcam). Ils peuvent être eux aussi extrêmement onéreux et sont relativement complexes à mettre en œuvre. De plus, la charge cognitive et physique est généralement très importante.

Le signal (ou les signaux) une fois émis, le logiciel doit être capable de les utiliser. Il convient de plus de tirer parti de toutes les capacités de l'utilisateur ainsi que de ses possibilités d'évolution en termes de récupération de motricité, ou au contraire de perte. Il est pour cela nécessaire de proposer plusieurs types d'interaction, reposant sur différentes modalités de contrôle.

Il est possible de distinguer trois grands types de solutions tenant compte des capacités motrices de l'utilisateur :

- ✓ Capacité de déplacer le bras et exercer une pression : dans ce cas, même si le mouvement est lent, l'option la plus intéressante est d'utiliser le clavier. L'adaptation du logiciel est dans ce cas d'ordre supérieur et nous verrons dans la partie suivante comment tirer parti de cette possibilité pour la communication écrite. L'idée générale consiste à associer des fonctions ou des mots à des touches de clavier.
- ✓ Capacité à déplacer le poignet : l'utilisation d'une souris ou (plus facilement) d'un joystick associée à l'affichage à l'écran d'un clavier virtuel permet de sélectionner par déplacement du curseur et click une touche. Dans les cas où l'utilisateur ne peut pas exercer de pression, une possibilité de click automatique en maintenant le curseur sur une zone pendant un temps déterminé est proposée.
- ✓ Capacité à contrôler un autre mouvement, sans mobilité des membres : il faut dans ce cas utiliser un des capteurs binaires évoqués précédemment. Un système de défilement continu sur le clavier virtuel permet de sélectionner soit directement (défilement touche après touche) soit par étapes successives (zones puis touches) la touche désirée.

Ces différentes capacités constituent autant de modalités de contrôle. Dans le système que nous décrirons dans la seconde partie, il est à tout moment possible de modifier et de régler ces modalités.



Notre système permet d'associer des modalités à des actions et de gérer plusieurs modalités. Il est donc par exemple possible d'utiliser une modalité d'interaction principale pour l'utilisation du clavier et une modalité secondaire pour l'annulation de la dernière opération (ou toute autre combinaison). Il est également possible d'intégrer plus de deux modalités (par exemple défilement clavier, annulation, changement d'espace de travail). Il semble cependant que l'accumulation de modalités devienne rapidement une charge cognitive lourde.

4. Le système PCA (Plateforme de Communication Alternative)

Notre système se propose d'aider l'utilisateur handicapé d'une part à produire et accéder à l'information. Dans le sens de la production, il s'agit d'aider l'utilisateur à composer des textes ou des messages, écrits, oraux ou pictographiques dans un but de communication ou de production de connaissances. Dans le sens de l'accès, le principe consiste à offrir à l'utilisateur la possibilité de rechercher l'information (sur une

machine locale aussi bien que sur internet) grâce à des dispositifs techniques de substitution (par exemple une souris virtuelle).

Quel que soit le problème posé (production ou accès à l'information), la question des modalités d'interaction est cruciale. Il s'agit d'une part de proposer des modalités efficaces et d'autre part d'envisager l'interaction de ces modalités. Les réponses apportées aujourd'hui restent encore très limitées. Elles sont adaptées pour des cas simples, mais n'offrent pas de solution acceptable pour les handicaps les plus lourds (personnes totalement paralysées). A ce jour, les dispositifs proposés sont peu efficaces, lourds à mettre en œuvre et la plupart du temps très onéreux.

Notre approche consiste à proposer différents procédés de contrôle d'un environnement de communication assisté. Il s'agit concrètement de mettre en perspective des fonctionnalités du logiciel avec des modalités d'interaction. Nous proposons donc de rassembler ces différentes technologies au sein d'une même plateforme de contrôle et qui permettent de gérer non seulement l'interaction avec le logiciel de communication alternative développé, mais plus généralement l'environnement informatique. Il s'agit pour cela de déployer des outils logiciels (contrôle de défilement, souris virtuelle notamment), mais également des capteurs adaptés en recherchant une simplicité de mise en œuvre et d'utilisation.

4.1. Méthodologie

La problématique sous-jacente au contrôle de l'environnement informatique par des personnes atteintes de déficiences motrices porte essentiellement sur la question suivante : comment des personnes dans l'incapacité physique de manipuler le clavier ou la souris de l'ordinateur peuvent-elles accéder aux divers services et applications distribués par les éditeurs de logiciels ? La solution que nous avons développée met en perspective de façon cohérente les périphériques de contrôle développés avec les différentes modalités d'accessibilité.

Dans le domaine de l'ergonomie logicielle, le périphérique clavier et le périphérique souris jouent des rôles bien distincts :

- Le périphérique clavier est sollicité à chaque opération réclamant la saisie d'un texte ou d'une chaîne de caractères (par exemple entrer l'adresse d'un site web dans une fenêtre de navigation sur internet, saisir le nom d'un fichier, etc.). La plupart des applications grand public distribuées sur le marché nécessitent l'utilisation du clavier (mise à part peut être les logiciels de jeu vidéo). Certaines applications, via le biais de raccourcis clavier, donnent accès par le clavier à des opérations de commande (par exemple sélectionner une commande dans un menu déroulant).
- Le périphérique souris joue un double rôle. Il permet d'une part de positionner le curseur de la souris à l'écran (mode de pointage) et d'autre part d'effectuer des opérations sur l'objet pointé en activant les boutons de la souris (clics souris). Les actions déclenchées par le périphérique souris sont multiples : ouverture d'une application, sélection d'une commande dans un menu déroulant, déclenchement d'une action en cliquant sur un bouton, sélection d'une fraction d'un texte, d'une zone de l'écran, etc. Les éditeurs de logiciels ayant donné la préférence au contrôle logiciel via des interfaces graphiques, il est aujourd'hui rare de trouver une application qui ne nécessite l'utilisation du périphérique souris.

Nous avons été amenés, au cours de nos travaux sur l'accessibilité, à distinguer trois modalités d'accessibilité différentes.

- *La modalité « clavier »* : L'utilisateur interagit avec l'ordinateur en utilisant le clavier physique de l'ordinateur, c'est-à-dire en appuyant sur les lettres et les touches de fonction du clavier. Cette modalité requiert de l'utilisateur la capacité de déplacer le bras au dessus du clavier (le mouvement peut être lent), de sélectionner la touche (un guide-doigts peut être utilisé pour pallier des tremblements non contrôlés) et d'exercer une pression sur la touche. L'utilisateur est alors en mesure d'effectuer toutes les opérations du type saisie de texte. Les opérations déclenchées normalement à partir du périphérique souris (pointage et clics souris) devront être effectuées de façon alternative. Pour ce faire, une souris virtuelle, c'est-à-dire une application contrôlée à l'aide des touches du clavier qui permet de déplacer et positionner le curseur de la souris à l'écran et d'activer les clics souris, devra être utilisée.

- *La modalité « souris »* : L'utilisateur a la possibilité de contrôler le déplacement du curseur de la souris à l'écran, en utilisant la souris standard de l'ordinateur, un trackball ou un joystick. Cette modalité peut être proposée à un utilisateur possédant encore la motricité du poignet (même de faible amplitude). Des solutions alternatives, consistant par exemple à associer les déplacements du pointeur de la souris aux mouvements de la tête de l'utilisateur filmé par une webcam, peuvent aussi être retenues comme procédé de pointage. L'activation des clics souris est réalisée au moyen d'un clavier virtuel dont les touches sont sélectionnées par une interaction binaire déclenchée par un capteur ou d'un contacteur. Dans ce cas, l'utilisateur a la capacité de contrôler un mouvement intentionnel (pression du doigt, émission d'un souffle, clignement de la paupière, etc.) détecté par le capteur. Un mode pour sélectionner automatiquement, au bout d'un certain délai, la touche virtuelle à activer pourra être implanté. De même, les opérations de saisie de texte nécessiteront l'utilisation d'un clavier virtuel permettant la sélection des caractères alphanumériques.
- *La modalité « défilement »* : L'utilisateur a la capacité de contrôler un mouvement intentionnel qui est transformé en interaction binaire. Le contrôle de l'environnement informatique se fait alors par l'intermédiaire de claviers virtuels affichés à l'écran. Un curseur défile sur les touches des claviers virtuels. Lorsque le curseur passe sur la touche désirée, l'utilisateur sélectionne la touche virtuelle en activant le capteur. Cette modalité d'accessibilité nécessite le développement d'une souris virtuelle et d'un clavier de lettres virtuel fonctionnant suivant le principe de défilement.

Notre plateforme multimodale de contrôle de l'environnement informatique intègre ainsi, quelle que soit la modalité d'accessibilité utilisée, des claviers virtuels jouant le rôle des périphériques clavier et souris de l'ordinateur :

- Un clavier de lettres virtuel fonctionnant en mode défilement ou en mode souris
- Une souris virtuelle fonctionnant en mode défilement contrôlée par des méta-événements du type interaction binaire

Ces outils sont complétés par un dispositif matériel adéquat en termes de capteurs et compatibles pour une gestion multimodale. Les limites des capteurs existants en termes de simplicité d'utilisation, de fiabilité et de coût devront être dépassées dans la plateforme visée. L'idée générale consiste à traiter le problème du traitement du signal d'un point de vue logiciel là où les capteurs existants proposent des solutions électroniques. Nous avons ainsi identifié des dispositifs matériels adaptés offrant une véritable solution y compris en termes de charge cognitive. Deux types de capteurs ont été développés :

- ✓ Capteur microphone : procédé permettant de capter, à l'aide d'un microphone classique, les interactions suivantes :
 - l'émission d'un son
 - l'émission d'un souffle
 - le contact avec le capteur (une faible pression exercée sur le capteur suffit à déclencher l'interaction)
 - le clignement de la paupière (détection des vibrations induites par la contraction du muscle orbiculaire de l'œil)

S'agissant d'une solution logicielle, les paramètres comme le seuil de détection, la sensibilité, etc. sont réglables. Le signal brut est transformé par des algorithmes de traitement du signal audio en méta événements du type interaction binaire.
- ✓ Capteur de vibrations : procédé de détection de vibrations de la surface sur laquelle ils sont appliqués. Appliqués sur des zones bien déterminées de l'épiderme, ils peuvent être utilisés par exemple pour détecter la contraction de certains muscles. Les mouvements suivants sont captés :
 - clignement de paupière
 - contact léger
 - émission d'un murmure (vibration glottale)
 - mouvement léger

Ces deux types de capteurs sont en fait complémentaires. D'une part, ils permettent de répondre à des situations ou des handicaps différents. D'autres part, ils peuvent être combinés (ainsi que des capteurs

classiques) afin de mettre en œuvre la multimodalité. Leur intérêt majeur est de répondre aux objectifs fixés en termes de fiabilité, simplicité et coût.

4.2. Description du système réalisé

L'aide à la communication exploite les possibilités de contrôle décrites précédemment et s'appuie sur des techniques de prédiction permettant de minimiser le nombre d'interactions. De plus, il est indispensable de prendre en compte les paramètres d'environnement et de situation de la communication afin d'adapter au mieux la réponse. Il est bien entendu nécessaire de s'adapter aux capacités cognitives de l'utilisateur. Dans certains cas, l'utilisateur peut avoir perdu l'usage du langage. Il est alors nécessaire d'utiliser une communication iconique. Mais nous allons voir que ce type de communication peut également être indiqué pour des utilisateurs non atteints de troubles du langage.

En effet, les situations de communication peuvent varier en fonction de leur objectif et de leur contexte. Dans certains cas, la communication doit être en temps quasi réel et s'approcher autant que faire se peut d'une conversation. Il est alors nécessaire d'adopter des stratégies rapides, sans par exemple composer des phrases complètes. Dans d'autres cas en revanche, l'interaction se fait en temps différé (par exemple un échange de mails). Il est alors possible d'utiliser le temps nécessaire pour composer ce message. Mais la communication diffère aussi en fonction du contexte. Certaines situations sont en effet très stéréotypées et il n'est pas toujours nécessaire de composer des phrases complètes. C'est par exemple le cas des repas, toilettes, visites médicales, etc. Au total, si la communication verbale écrite est indiquée voire préférable dans les situations où le temps de réaction n'est pas critique, il semble important qu'elle soit complétée voire remplacée par une communication iconique dans les autres cas ou pour les situations stéréotypées.

Il est ainsi possible, compte tenu du type de handicap, mais également des situations de communication, de proposer un support écrit ou iconique. Nous décrivons ici les réponses que nous apportons à ces différentes questions.

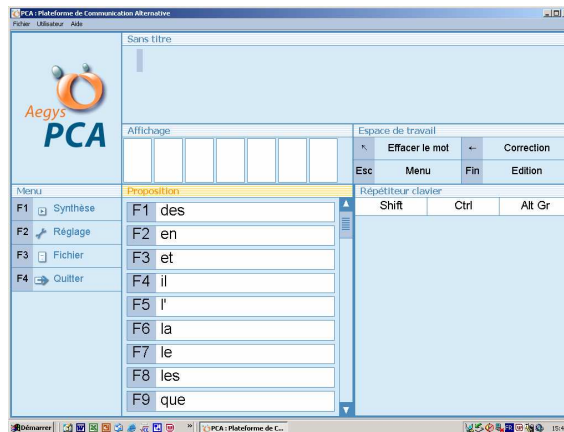
4.2.1. Communication verbale

Le système propose à la base un clavier virtuel pouvant être contrôlé par des capteurs divers. Le principe consiste à sélectionner des lettres. A chaque étape de cette opération, 9 mots sont proposés dans une fenêtre séparée accessible soit par une modalité spécifique, soit par une activation en cas de défilement global. Les mots proposés tiennent compte de critères de fréquence ainsi que d'informations morpho-syntaxiques.

Les informations de fréquences sont contenues dans notre dictionnaire qui comporte 400.000 formes. Ces fréquences ont été acquises par une analyse de corpus et croisement d'informations avec différentes ressources lexicales. Ce lexique représente aujourd'hui une des ressources électroniques les plus importantes pour le français contenant, en plus des indications morpho-syntaxiques de base, des indications de fréquence et une phonétisation des formes.

Le filtrage syntaxique repose quant à lui sur des informations acquises sur la base de corpus annotés syntaxiquement. Des séquences de trigrammes de catégories en sont extraits, permettant de fournir des contraintes morpho-syntaxiques. Le traitement de l'accord s'appuie également sur ces informations. Le résultat de la proposition est une pondération de l'ensemble des critères évoqués.

Sur la base des techniques évoquées, l'aide à la composition de textes écrits se présente de façon différente selon le type de modalité d'interaction. Dans le cas de possibilité d'utilisation de clavier, les différents espaces de travail proposés concernent la phrase en cours de composition, le mot en cours de saisie, les propositions et les outils d'édition et de contrôle. La particularité de ce mode vient de la possibilité d'associer des fonctions à des touches. Il est ainsi possible de sélectionner un mot proposé grâce aux touches de fonctions associées comme montré dans la figure suivante :



En cas d'impossibilité d'utilisation du clavier, l'interaction reposera soit sur la souris (ou un joystick) soit sur des capteurs. Dans ce cas, l'espace de travail précédemment décrit sera complété par un clavier virtuel. Un système de défilement permettra d'accéder aux cases désirées correspondant soit à des lettres soit à des fonctionnalités.

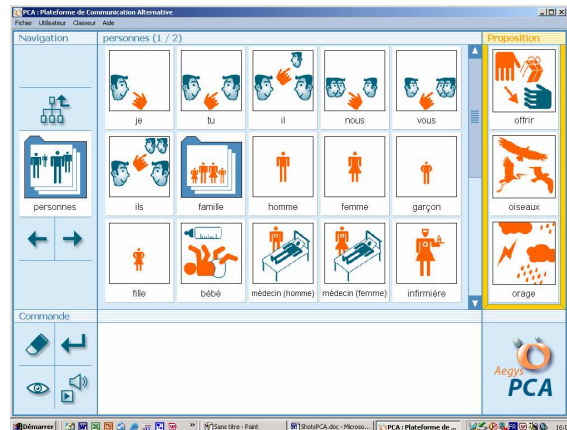


Comme indiqué précédemment, il est possible d'associer des modalités aux différentes modalités d'entrée. Une modalité principale pourra ainsi contrôler le défilement tandis qu'une modalité secondaire implantera par exemple la fonction d'annulation.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail des autres fonctionnalités proposées, notamment en ce qui concerne l'édition. Terminons simplement en indiquant qu'en moyenne, deux caractères suffisent pour pouvoir prédire le mot correct. De plus, pour les mots les plus fréquents, en particulier les catégories mineures, ils sont dans la plupart des cas proposés sans que la saisie de lettre ne soit nécessaire. Enfin, dans la mesure où le modèle utilisateur permet de s'adapter aux habitudes de l'utilisateur, l'état de stabilité du système, rapidement atteint, permet un comportement extrêmement performant de la prédiction en réduisant encore le nombre de caractères à saisir.

4.2.2. Communication non verbale

Dans les cas de trouble du langage ou certains cas de communication stéréotypée, la communication non verbale sera mise en œuvre. Le principe général de composition de message est le même que dans le cas de communication verbale. Différents espaces de travail sont proposés à l'utilisateur, ainsi qu'une fenêtre de prédiction et de contrôle ou d'édition du message constitué. Nous avons donc une homogénéité du système en fonction des modalités de sortie de la communication.



Il est important de préciser que la base d'icônes utilisée dans cette modalité a été entièrement conçue dans le cadre de PCA. En effet, les bases disponibles ne sont pas du tout satisfaisantes pour plusieurs raisons : mauvaise conception, mauvaise qualité graphique, iconographie infantiliste, incohérence dans le vocabulaire graphique, etc. Nous avons donc été amenés à spécifier totalement une nouvelle base d'icônes pour la communication en collaboration avec des graphistes, des psychologues et des rééducateurs. Le résultat obtenu fait de la base PCA une des bases les plus efficaces aujourd'hui pour l'aide à la communication non verbale.

Les icônes, constituants élémentaires du langage non-verbal, sont associées les unes aux autres pour composer les messages. Une icône est constituée des informations suivantes : une image, par exemple un pictogramme représentant une abstraction, une photo numérique, une légende sous forme de texte, un son, par exemple une voix enregistrée ou une synthèse vocale et les informations nécessaires à la reformulation en langage naturel du message constitué d'une séquence d'icônes.

Le système d'aide à la communication en mode non verbal possède une base d'icônes regroupant environ 750 pictogrammes. Chaque utilisateur peut ensuite enrichir son matériel lexical en créant ses icônes personnelles, grâce notamment à une interface d'édition. Les icônes nécessaires à la composition de messages sont rassemblées au sein d'un cahier de communication organisé en dossiers et sous-dossiers regroupant les icônes appartenant à la même catégorie thématique. Chaque utilisateur possède un ou plusieurs classeurs dont la structure va évoluer au fur et à mesure de l'ajout de nouveau matériel lexical.

Le message est composé d'une séquence d'icônes. A chaque ajout d'icônes, le module de reformulation retranscrit la séquence d'icônes composant le message en une sortie textuelle en langage naturel syntaxiquement et sémantiquement correcte, comme l'illustrent les copies d'écran suivantes :



Notre système est un outil de mise en oeuvre d'une communication iconique, facilement adaptable et personnalisable : personnalisation de l'affichage (nombre d'icônes par page, simplification de l'interface, affichage de la légende), personnalisation de l'accès aux icônes (navigation arborescente ou linéaire),

personnalisation de la vocalisation associée à chaque icône (vocalisation redondante, complémentaire, explicative).

Il peut donc être utilisé comme une interface de rééducation et de remédiation, par exemple pour amener l'utilisateur jusqu'au langage écrit. De même, en associant des phrases prédéfinies aux icônes, ce système peut servir d'interface d'accès rapide à une communication stéréotypée (visite du médecin, situation d'urgence, ...).

5. Références

- [Abraham00] Abraham M. (2000), « Reconstruction de phrases oralisées à partir d'une écriture pictographique », in actes de *Handicap'2000*
- [Bellengier04] Bellengier E., S. Rauzy & P. Blache (2004) « La Plateforme de Communication Alternative : Un système d'aide à la communication pour personnes handicapées » in *Travaux Interdisciplinaires du Laboratoire Parole et Langage d'Aix-en-Provence* (TIPA), vol. 23.
- [Bellengier04] Bellengier E., P. Blache & S. Rauzy (2004), « PCA : Un système de communication alternative évolutif et réversible », in actes des *ISAAC-04*
- [Bellengier06] Bellengier E., S. Rauzy & J. Marty (2006) « Système de communication iconique : Reformulation avancée », soumis à *Handicap-06*
- [Bianco02] Bianco A: (2002) « Troubles du langage et atteinte cognitive chez les patients atteints de SLA » in *La Sclérose Latérale Amyotrophique: quelle prise en charge orthophonique?* Bianco A, Robert D., Marseille 2002, pp104-111, Ed. Solal
- [Blache03] Blache P. & S. Rauzy (2003), "Linguistic resources and cognitive aspects in alternative communication", in proceedings of *SICS-8*.
- [Blache04] Blache P. & S. Rauzy (2004), « Une plateforme de communication alternative », in actes des *Entretiens de l'Institut Garches*, Editions Frison Roche.
- [Boissière00] Boissière P., Dours D. (2000), « Un système d'aide à l'écriture basé sur un principe d'auto apprentissage et adapté à tous les handicaps moteurs », in *Handicap 2000*, pp.81-86 IFRATH
- [Brangier00] Brangier E., Gronier G. (2000), « Conception d'un langage iconique pour grands handicapés moteurs aphasiques », in actes de *Handicap'2000*
- [Grizolle04] Grizolle B., E. Bellengier & S. Rauzy (2004) « Application des technologies du TALN à la communication non-verbale : la reformulation de messages pictographiques » in actes du colloque *ARCO 2004*, Alternatives en sciences cognitives Enjeux et débats
- [Copestake97] Copestake A. (1997) , "Augmented and Alternative NLP Techniques for Augmentative and Alternative Communication", in proceedings of *ACL workshop on NLP for Communication Aids*.
- [Maurel00] Maurel D., Fourche B., Briffault S. (2000) « HandiAS : Aider la communication en facilitant la saisie rapide de textes » in actes de *Handicap' 2000*
- [Rauzy06] S. Rauzy & A. Bianco (à paraître), « Prise en charge des troubles de la communication par un système de communication alternative », in revue *Rééducation Orthophonique*, numéro spécial.
- [Richard00] Richard P., Gaucher P., Maurel D. (2000), « Projet CNHL : Chambre Nomade pour Handicapés Lourds », in actes de *Handicap'2000*
- [Pasero95] Pasero R., Sabatier P. (1995), "Guided Sentences Composition : Some problems, solutions, and applications", in proceedings of *NLULP'95*.
- [Vaillant97] Vaillant P. (1997) *Interaction entre modalités sémiotiques : de l'icône à la langue*, Thèse de l'Université Paris XI, Orsay, France.