



HAL
open science

Le module de reformulation iconique de la Plateforme de Communication Alternative

Philippe Blache, Stéphane Rauzy

► **To cite this version:**

Philippe Blache, Stéphane Rauzy. Le module de reformulation iconique de la Plateforme de Communication Alternative. TALN 2007, Jun 2007, Toulouse, France. pp.519-528. hal-00173546

HAL Id: hal-00173546

<https://hal.science/hal-00173546v1>

Submitted on 20 Sep 2007

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le module de reformulation iconique de la Plateforme de Communication Alternative

Philippe Blache, Stéphane Rauzy
Laboratoire Parole et Langage
CNRS & Université de Provence

pb@lpl.univ-aix.fr, stephane.rauzy@lpl.univ-aix.fr

Résumé Nous présentons dans cette contribution le système de reformulation iconique implanté dans le logiciel d'aide à la communication pour personnes handicapées Plateforme de Communication Alternative (PCA). Il s'agit de générer, à partir d'un message composé d'une séquence d'icônes, une phrase en langage naturel syntaxiquement et sémantiquement correcte. Le module de reformulation de la PCA répond à une double contrainte. Le système doit d'une part proposer une interprétation couvrante, en terme du nombre et du type de messages effectivement reformulés. D'autre part, l'utilisateur généralement non-expert en linguistique doit pouvoir enrichir son matériel lexical par ajout de nouveaux items. Le lexique doit ainsi porter des informations linguistiques minimales accessibles à tous (l'utilisateur, sa famille ou le personnel accompagnant) via une interface simplifiée. Cette double contrainte conditionne en pratique le choix des règles de reformulation implémentées dans le système et les performances du processus de reformulation.

Abstract We present the reformulation system embedded in "Plateforme de Communication Alternative", an assistive communication software destined to impaired persons. The objective is to transform an input message composed of a sequence of iconic items in a well-formed output sentence, both with regard to syntax and semantics. The constrain is herein two-fold. On one hand, the system has to propose a maximal coverage interpretation in the space of reformulated entries. On the other hand, the end user generally non-expert in linguistics may wish to enrich its lexical material by adding new iconic items. The lexicon must then bring minimal linguistic informations accessible to everyone (the end user, its family or support staff) through a simplified interface. This double constrain governs in practice the choice of the reformulation rules implemented in the system and determines indeed the performances of the reformulation process.

Mots-clefs : Communication assistée pour personnes handicapées, Communication non verbale, Système de reformulation

Keywords: Assistive communication for impaired persons, Non verbal communication, Reformulation system

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. Pour d'autres pathologies, certains types d'aphasies par exemple, les capacités linguistiques et cognitives sont affectées et des stratégies alternatives comme la communication non verbale à base d'icônes doivent être utilisées. 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 encore de 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 (voir par exemple Vaillant (1997) et Brangier&Gronier (2000)).

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 (voir par exemple Maurel et al. (2000)).

Quelques systèmes d'aide à la communication proposent une solution globale qui intègre un module de communication verbale et un module de communication non verbale. Citons par exemple pour le verbal : WiViK, clavier virtuel avec prédiction et défilement en option, permettant également le contrôle du système ; Eurovocs Suite, claviers virtuels et prédiction de mots basée sur un dictionnaire contenant 35.000 formes. Et pour la communication non verbale : Clicker 4, outil d'aide à la communication à base d'icônes ; Mind Express, un système de communication non verbale à base d'icônes qui intègre une reformulation rudimentaire. Enfin Axelia, certainement le logiciel le plus avancé pour le français, qui traduit une suite d'icônes en une phrase de la langue naturelle, accessible via une interface graphique évoluée. Axelia base sa reformulation sur l'application du modèle de la grammaire applicative et cognitive (voir à ce sujet Abraham (2000), Abraham (2006)). Il est destiné aux jeunes enfants I.M.C. (Infirmes Moteur Cérébraux) et aphasiques.

Il existe enfin un certain nombre d'applications expérimentales développées dans le milieu académique : par exemple, VITIPI (Boissière et al. (2000)), HandiAS (Le Pevedic (1997)) ou Kombe (Pasero&Sabatier (1995)), mais qui ne sont pas véritablement distribués au grand public.

Le système développé au Laboratoire Parole et Langage et distribué depuis début 2004, la Plateforme de Communication Alternative (PCA), intègre un certain nombre de caractéristiques d'homogénéité et de généricité nécessaires à toute bonne communication assistée (voir Copes-take (1997), Blache&Rauzy (2003), Bellengier et al. (2004), Blache&Rauzy (2004)). Le logiciel PCA permet la composition assistée de messages selon deux modes principaux : le mode verbal et le mode non-verbal. Ces deux types de composition sont accessibles par le clavier, la souris, ou une procédure de défilement, selon le degré de motricité des utilisateurs.

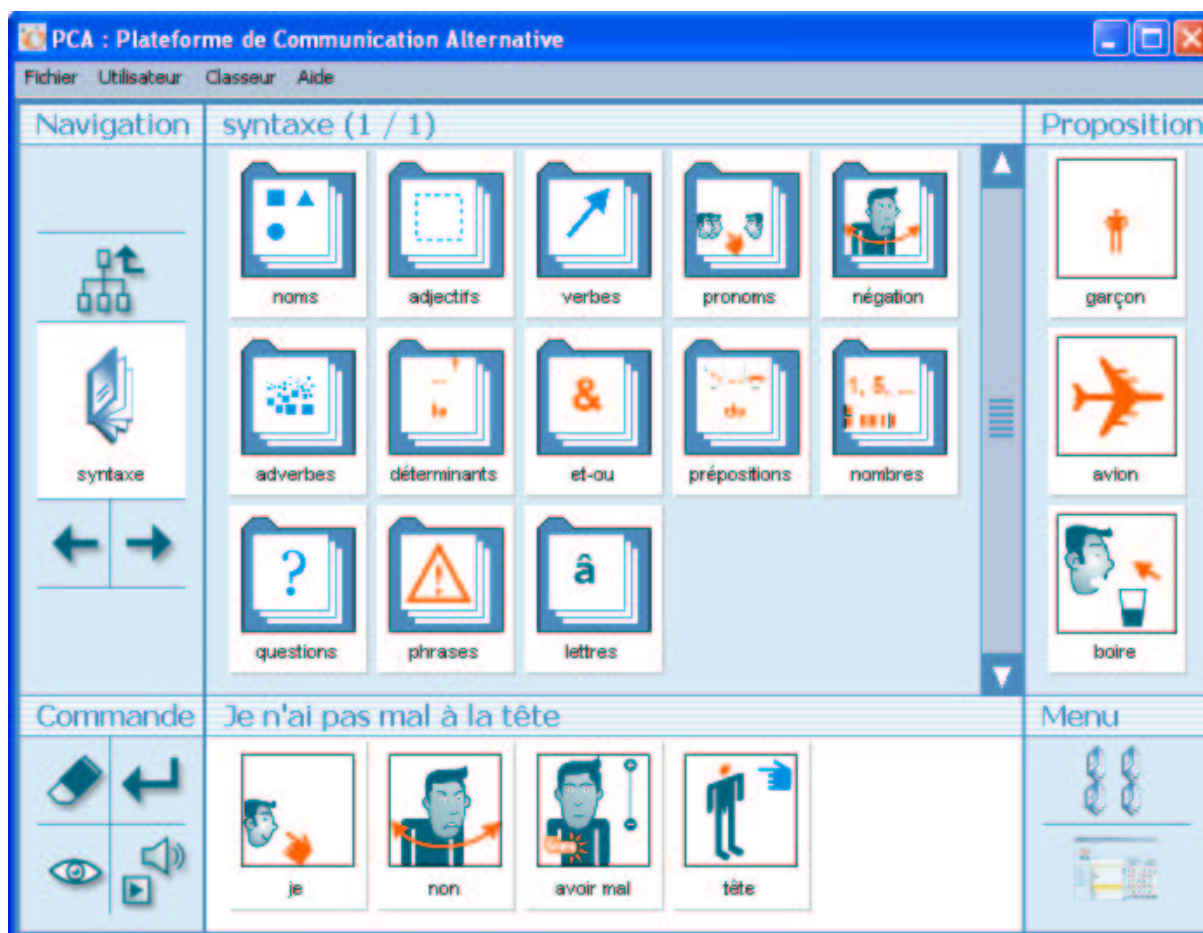


FIG. 1 – L'interface de la Plateforme de Communication Alternative en mode non verbal

La composition en mode verbal s'effectue à l'aide d'un clavier orthographique statique complété par un clavier dynamique de proposition de mots. Le moteur de prédiction implanté dans PCA utilise un lexique très couvrant du français (320 000 formes fléchies, voir VanRullen et al. (2005)) et propose une prédiction contextuelle incluant l'information sur les traits morphosyntaxiques associées aux entrées du lexique ainsi qu'un modèle utilisateur qui prend en compte les habitudes langagières de l'utilisateur par apprentissage.

La composition en mode non verbal s'effectue à l'aide d'un clavier d'icônes (voir figure 1). La base d'icônes générale partagée par tous les utilisateurs regroupe environ 750 pictogrammes qui ont été dessinés à partir d'une chartre graphique et sémantique élaborée par le Laboratoire Parole et Langage, et testée par de nombreux utilisateurs. Elle couvre des besoins communicationnels variés. La base comprend environ 200 verbes (les verbes les plus courants et des verbes spécialisés utilisés par exemple dans le domaine médical), environ 200 noms communs (désignant des objets, des lieux, des personnes, etc.), une cinquantaine d'adjectifs, les pronoms, les adverbes, les déterminants et les prépositions les plus courants, et les nombres. La base comprend de plus les icônes représentant les lettres et les phonèmes qui permettent de créer des claviers alphabétiques ou phonétiques. Chaque utilisateur pourra ensuite créer et ajouter, via une interface facile d'accès, ses propres icônes (à partir de photos numériques par exemple).

Nous décrivons dans la section suivante le système de reformulation iconique implanté dans la version non verbale du logiciel PCA, c'est-à-dire le module qui génère, à partir d'une séquence d'icônes, une phrase en langage naturel syntaxiquement et sémantiquement correcte.

2 Le module de reformulation iconique

La question de la reformulation en langage naturel d'un message composé d'une séquence d'icônes a été adressée par de nombreux auteurs (voir par exemple McCoy (1997), Abraham (2000), Abraham (2006), Bellengier et al. (2006)). Deux problèmes doivent être abordés. D'une part, quelles sont les informations syntaxiques et sémantiques à associer à chaque icône, ou autrement dit, quelles informations nécessaires à la génération doit-on faire porter sur le lexique ? D'autre part, comment gérer simultanément les contraintes syntaxiques et les contraintes sémantiques dans le cas d'une entrée qui est de fait incomplète, certaines informations étant absentes de la séquence à traiter ?

2.1 Les informations linguistiques nécessaires à la génération

La finesse des informations linguistiques associées aux items du langage conditionne en pratique les performances du module de reformulation. Dans le cas d'un système fermé par exemple, c'est-à-dire un système ne permettant pas l'ajout de nouveau matériel lexical, une description aussi fine que possible des propriétés syntaxiques et sémantiques de chaque item est souhaitable. Dans le cadre de la communication non verbale proposée par la PCA, nous avons opté pour un autre choix. Il nous est apparu indispensable que l'utilisateur puisse enrichir son matériel lexical par des additions ou des modifications de la base d'icônes fournie par défaut. L'ouverture du système conditionne sévèrement les choix d'implémentation des règles de reformulation. En effet, l'utilisateur ou la personne l'accompagnant auront à renseigner, pour chaque nouvel item créé, les informations nécessaires au module de reformulation en langage naturel. La formulation des informations linguistiques doit ainsi être assez simple pour être accessible à tous (c'est-à-dire à des personnes ne possédant pas une expertise particulière dans le domaine de la linguistique).

Nom	Les noms propres et les noms communs
Verbe	Les verbes
Locution verbale	Les verbes suivis d'une locution, ex. "prendre garde"
Adjectif	Les adjectifs qualificatifs
Préposition	Les prépositions, ex. "à", "de", "avec", etc.
Adverbe	Les adverbes, ex. "souvent", "très", "facilement"
Déterminant	Les articles définis, indéfinis, démonstratifs, possessifs
Pronom	Les pronoms personnels et démonstratifs
Et/ou	Les conjonctions de coordination "et" et "ou"
Négation	La négation "ne...pas"
Question	Les unités interrogatives du type "Quand", "Comment", "Qui", etc.
Nombre	Les chiffres et les nombres
Lettre	Les lettres ou groupes de lettres
Phrase	Les phrases ou parties de phrases qui ne sont pas reformulées

FIG. 2 – La liste des catégories syntaxiques du module de reformulation de PCA

Le module de reformulation implanté dans PCA se base ainsi sur un lexique comportant des informations linguistiques minimales. A chaque icône est associée une des catégories syntaxiques listées figure 2. Les informations sémantiques associées à chaque entrée du lexique sont très limitées. Il s'agit principalement de spécifier la nature des noms communs (personne, objet, lieu

ou transport) et les prépositions associées aux verbes. Deux exemples de l'interface de saisie des informations de reformulation sont présentés figure 3.

FIG. 3 – L'interface de saisie des informations nécessaires à la reformulation. Lorsque un nouvel item est ajouté au matériel lexical de l'utilisateur, les champs correspondant à la catégorie syntaxique de l'item doivent être renseignés.

2.2 Le processus de génération

La chaîne de traitement entrant dans l'algorithme de génération comporte 4 étapes :

- Etape 1 : Chaque icône de la séquence est traduite, via le lexique, en une catégorie syntactico-sémantique et son label associé.
- Etape 2 : Les catégories sont regroupées en pré-syntagmes (le pré-syntagme est une version sous-déterminée du syntagme final, i.e correctement et totalement reformulé).
- Etape 3 : Les pré-syntagmes sont traités comme des arbres adjoints sur-spécifiés (voir section suivante), ce mécanisme permettant d'instancier complètement les traits syntaxiques des catégories terminales.
- Etape 4 : Les règles de gestion des phénomènes linguistiques particuliers sont appliquées (élision, contractions, déplacements, etc.).

2.3 Les arbres adjoints sur-spécifiés

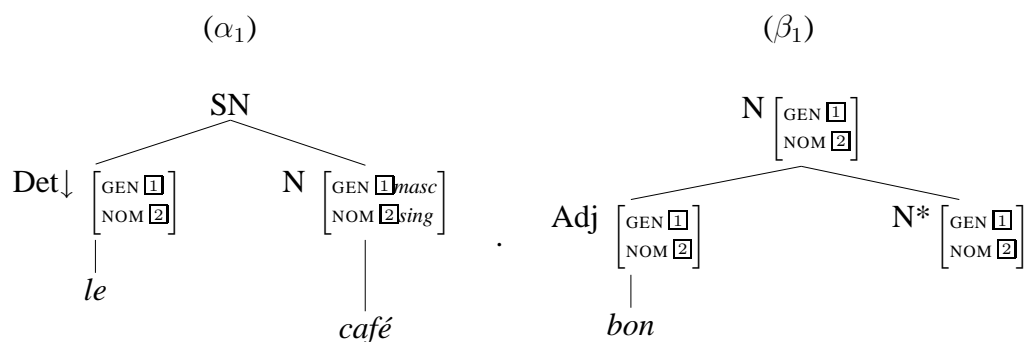
Dans l'étape 3 du processus de génération, des informations morpho-syntaxiques de plus haut niveau sont associés aux icônes afin de prendre en compte le contexte de production. Il est également nécessaire de proposer des mécanismes de gestion de ces informations. La solution décrite ici repose sur une adaptation des grammaires d'arbres adjoints (TAG, cf. (Joshi87)). Dans notre approche, les labels sont les ancres d'arbres élémentaires dans lesquels nous ajoutons

un mécanisme de valeurs par défaut permettant d'une part l'insertion de mots manquants et d'autre part la gestion de la flexion.

2.3.1 Les arbres élémentaires associés aux icônes

Les arbres élémentaires utilisés sont, classiquement, de deux types (arbres initiaux et arbre auxiliaires) en fonction du rôle qu'il jouent dans la construction de la structure. Les têtes de ces arbres, correspondant aux étiquettes des icônes, sont des lemmes qui devront, nous le verront plus loin, être fléchis. Leur structure de traits peut être indexée, ce qui autorise la représentation du partage de structure.

Une première caractéristique essentielle distingue cependant nos arbres élémentaires : ils peuvent contenir plusieurs feuilles lexicales, en plus de la tête. Cette propriété nous permettra d'indiquer par exemple les spécifieurs par défaut.



L'arbre initial (α_1) indique un noeud à substitution pour lequel un descendant est spécifié. Il s'agit d'indiquer de cette façon la valeur des compléments éventuellement non spécifiés dans la suite d'icônes. En l'occurrence, cette valeur permettra de rétablir un déterminant s'il est absent. La feuille constitue donc une valeur par défaut, elle ne correspond pas à une forme mais, nous le verrons dans la section suivante, à un ensemble de formes possibles. La gestion de l'accord est assurée par un mécanisme de partage de valeur entre les traits concernés (indiqué par la coindexation).

L'arbre auxiliaire quant à lui permet de préciser les adjoints potentiels. Dans cet arbre, il faut remarquer la gestion simplifiée de l'accord qui consiste seulement à reporter du noeud racine au modifieur les traits d'accord et à les copier sur le noeud pied. On notera au passage que les traits d'accord de l'adjectif ne sont pas spécifiés : comme dans le cas du déterminant de l'arbre (α_1), l'ancre lexicale correspond au lemme, non à la forme. Il est donc nécessaire de préciser le fonctionnement de la flexion permettant de calculer la forme générée.

2.3.2 Les valeurs de traits faibles et fortes

Le mécanisme de base consiste à spécifier d'une part des lemmes par défaut, mais également des formes par défaut pour ces lemmes ainsi que des valeurs de traits par défaut. Cependant, un mécanisme supplémentaire est nécessaire pour gérer la substitution de traits permettant la propagation de l'accord ou le rétablissement de formes correctement accordées. Les exemples suivants illustrent ce phénomène. Ils indiquent à gauche de la flèche les étiquettes des icônes utilisées (avec leur valeur lexicale par défaut) et à droite la reformulation.

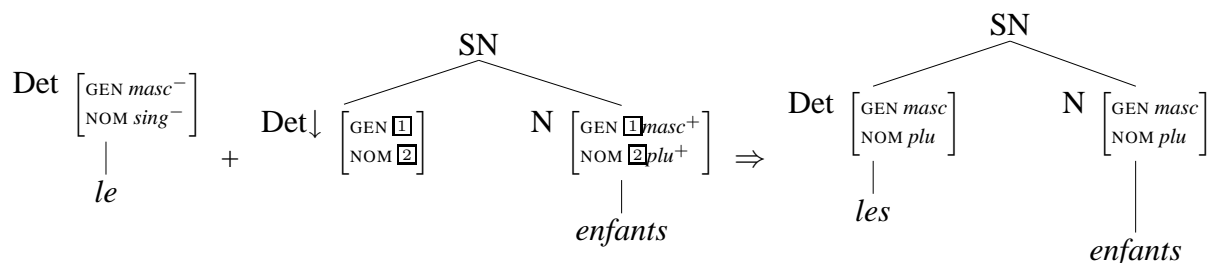
- (1) a. le + enfants → les enfants
 b. la + homme → l'homme
 c. les + homme → les hommes

Dans ces exemples les étiquettes des icônes ne correspondent pas à des formes correctement accordées. Il est donc nécessaire d'établir un mécanisme qui, en plus des valeurs par défaut, permettra à certains traits de se propager.

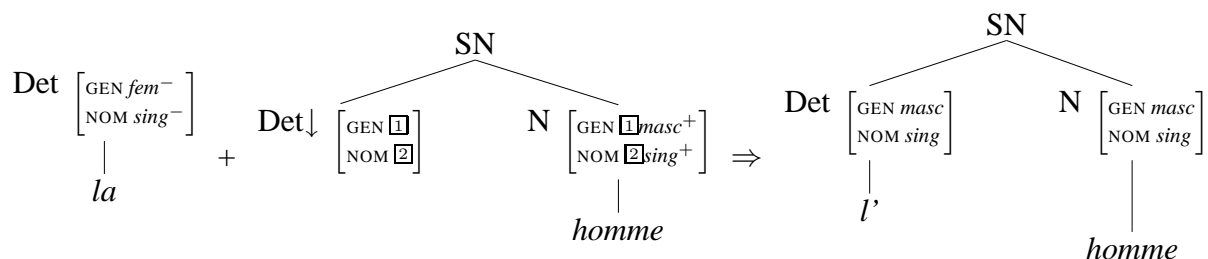
Nous introduisons pour cela deux types de valeurs : *forte* et *faible*. Les valeurs fortes correspondent à des valeurs généralement marquées (en particulier du point de vue morphologique) et qui devront se propager : les valeurs faibles ont vocation à éventuellement être substituées par des valeurs fortes.

Nous notons par la suite les valeurs faibles par un exposant négatif ([GEN masc⁻]) et les fortes avec un exposant positif. En cas d'unification entre deux traits, l'un comportant une valeur faible et l'autre une valeur forte, cette dernière remplacera la faible à l'issue de la substitution. Ce mécanisme permet de traiter directement les valeurs marquées.

Dans l'exemple (1a), la substitution entraîne un conflit de valeur du trait de nombre. La valeur forte du trait de nombre de l'arbre *enfants* se propage au déterminant qui comporte une valeur faible de trait nombre. Le résultat est donc la propagation du pluriel au déterminant. Les arbres suivants illustrent le mécanisme (nous ne notons pas ici, pour des raisons de lisibilité, les valeurs par défaut associées aux substantifs, qui n'interviennent pas dans le traitement des ces exemples).



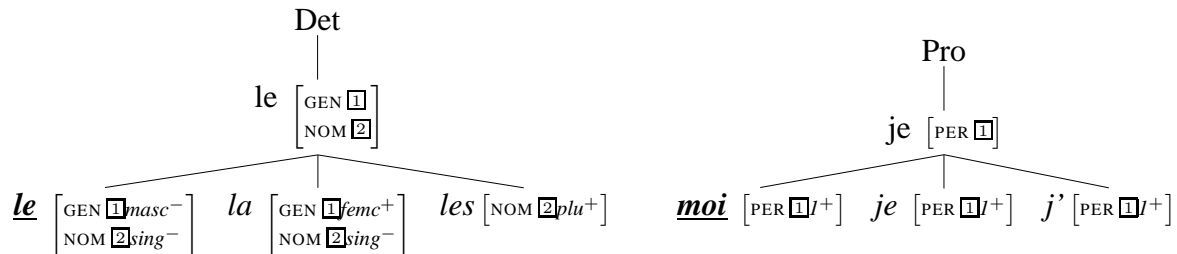
Les arbres suivants illustrent un mécanisme comparable concernant le trait de genre : le trait genre du nom étant fort, il se propagera vers le déterminant. Celui-ci étant faible, la valeur du trait genre du déterminant deviendra masculin, la forme correspondante sera donc forte.



2.3.3 La flexion

Le mécanisme de propagation de traits forts entraînent, nous l'avons vu dans les exemples précédents, une modification éventuelle de la forme du lemme de l'étiquette de l'icône. Ce pro-

cessus est pris en charge par un mécanisme particulière : chaque lemme est associé à un certain nombre de formes, l'une d'entre elle étant une forme par défaut. Lors de la sélection d'une icône, la valeur par défaut (et ses traits associés) est affichée. Nous introduisons une nouvelle relation de sélection entre le lemme et ses formes, distincte d'une relation de dominance.



Le principe consiste à établir une relation fluctuante entre le lemme et l'une des ses formes. La forme affichée sera celle dont les traits s'unifient avec ceux du lemme. Dans le cas où un lemme n'a pas de traits instanciés, ce sera bien entendu la valeur par défaut qui sera choisie, faisant ainsi remonter à la racine (par coindexation) ses propres valeurs, en maintenant leur caractéristique forte ou faible. Si, après une substitution, une de ces valeurs est modifiée, la structure de traits du lemme en sera affectée. La forme sélectionnée sera donc éventuellement modifiée en faveur de celle dont les traits sont unifiables avec ceux de la nouvelle structure.

FIG. 4 – Les règles de reformulation implantées dans PCA.

<i>Ajout d'une unité lexicale</i>
Le déterminant devant un nom commun : "père" + "et" + "mère" ⇒ " <u>le</u> père et <u>la</u> mère"
Le pronom sujet : "vouloir" + "dormir" ⇒ " <u>je</u> veux dormir"
Une préposition entre le verbe et le complément : "il" + "entrer" + "chambre" ⇒ "il entre <u>dans</u> la chambre"
La préposition "de" entre deux noms : "clé" + "voiture" ⇒ "la clé <u>de</u> la voiture"
La préposition "de" entre le nom et le pronom : "lit" + "je" ⇒ " <u>mon</u> lit" (littéralement "le lit <u>de</u> moi")
<i>Gestion des accords</i>
Accord déterminant-nom : "fruits" ⇒ " <u>les</u> fruits"; "les" + "enfant" ⇒ " <u>les</u> enfants"
Accord nom-adjectif : "beau" + "fille" ⇒ "la <u>belle</u> fille"
Accord sujet-attribut : "elles" + "être" + "gentil" ⇒ "elles sont <u>gentilles</u> "
Accord sujet-verbe : "vous" + "vouloir" + "journal" ⇒ "vous <u>voulez</u> le journal"
<i>Formation de la négation</i>
Positionnement de la négation : "Pierre" + "non" + "venir" ⇒ "Pierre <u>ne</u> vient <u>pas</u> "
<i>Déclinaison des pronoms</i>
Nominatif (pronom sujet) : "ils" + "mange" ⇒ " <u>ils</u> mangent"
Accusatif (pronom COD) : "je" + "voir" + "elle" ⇒ "je <u>la</u> vois"
Oblique (pronom introduit par une autre préposition que à) : "je" + "aller" + "chez" + "tu" ⇒ "je vais <u>chez toi</u> "
Datif (introduit par la préposition à) : "je" + "parler" + "à" + "il" ⇒ "je <u>lui</u> parle"
<i>Gestion des phénomènes linguistiques particuliers</i>
Elision : "le" + "enfant" ⇒ " <u>l'</u> enfant"
Contraction : "je" + "aller" + "à" + "le" + "cinéma" ⇒ "je vais <u>au</u> cinéma"
<i>Concaténation des chiffres en nombre</i>
Concaténation et transformation en déterminant : "je" + "avoir" + "1" + "5" + "an" ⇒ "j' <u>ai 15</u> ans"
<i>Concaténation des lettres ou groupe de lettres</i>
Si le message est exclusivement composé de lettres : "b" + "on" + "j" + "ou" + "r" ⇒ " <u>bonjour</u> "

2.4 Les règles de reformulation

Les règles de reformulation implantées dans PCA sont issues d'un compromis entre la volonté d'interpréter le maximum de messages iconiques composés tout en demandant un minimum d'informations nécessaires pour caractériser les propriétés syntaxique et sémantique des icônes. De plus, nous avons été amenés à effectuer certains choix d'interprétation pour les situations présentant une ambiguïté sémantique. Nous avons opté pour les règles de reformulation décrites figure 4. Une illustration de message reformulé est présentée figure 5.

Ces règles ont été isolées dans des fichiers ressources externes au programme. Cette architecture nous offre ainsi une certaine souplesse pour faire évoluer la caractérisation et le degré de couverture de l'ensemble des messages interprétables.



FIG. 5 – Une illustration de message iconique reformulé

3 Conclusion

Nous avons présenté dans cet article le module de reformulation implanté dans le mode non verbal de la Plateforme de Communication Alternative. Nous avons choisi de faire porter sur le lexique des informations linguistiques minimales, afin de permettre à l'utilisateur généralement non-expert en linguistique d'enrichir son matériel lexical par ajout de nouveaux items. Ce choix conditionne en pratique les performances du module de reformulation et les règles de génération retenues.

Une cinquantaine de systèmes PCA munis du module de reformulation ont été distribués à ce jour, équipant des particuliers, des professionnels et des structures d'accueil (une version de démonstration est disponible sur le site www.aegys.com). Il est encore trop tôt pour avoir une évaluation fiable de l'apport du module de reformulation aux besoins communicationnels des utilisateurs. Néanmoins, les retours qui nous sont parvenus sur l'utilisation du module sont encourageants. Il apparaît que l'oralisation du message reformulé par la synthèse vocale offre à l'utilisateur un contrôle naturel de sa production. Le phénomène est observé aussi bien dans le cadre d'une utilisation de la PCA comme outil de communication que dans le cadre d'une utilisation de la PCA au sein d'un protocole de rééducation.

Références

- Abraham M. (2000), “Reconstruction de phrases oralisées à partir d’une écriture pictographique”, Actes de la conférence Handicap 2000, European Journal of Automation, vol. 34, num. 6-7, p. 883-901
- Abraham M. (2006), “Altérations de la communication dialogique : Le statut de la langue dans la palliation des troubles de la parole”, Actes de la conférence IFRATH, Handicap 2006 (2006 juin 7-9 : Paris, FRANCE).
- Bellengier E., Blache P., Rauzy S. (2004), “PCA : un système d’aide à la communication alternatif évolutif et réversible”, in Actes de la conférence ISAAC 2004, p. 78-85, 6-8 mai 2004, Neuchâtel, Suisse
- Bellengier E., Rauzy S., Marty J. (2006), “Système de communication iconique : Reformulation avancée”, Actes de la conférence IFRATH, Handicap 2006 (2006 juin 7-9 : Paris, FRANCE).
- Blache P., Rauzy S. (2003) “Linguistic resources and cognitive aspects in alternative communication”, in proceedings of SICS-8, Santiago de Cuba : ISCS. 2003, p. 431-436.
- Blache P., Rauzy S. (2004) “Une plateforme de communication alternative”, in Actes des Entretiens Annuels de l’Institut Garches, 26-27 novembre 2004, p. 82-93, Issy-Les-Moulineaux, France
- Boissière P., Dours D. (2000) “VITIPI : Un système d’aide à l’écriture basé sur un principe d’auto-apprentissage et adapté à tous les handicaps moteurs”, in Actes de la conférence IFRATH, Handicap 2000 (2000 juin 15-16 : Paris, FRANCE) p. 81-86
- Brangier E., Gronier G. (2000) “Conception d’un langage iconique pour grands handicapés moteurs aphasiques”, in Actes de la conférence IFRATH, Handicap 2006 (2000 juin 15-16 : Paris, FRANCE) p. 93-100
- Copestake A. (1997) “Augmented and Alternative NLP Techniques for Augmentative and Alternative Communication”, in proceedings of ACL workshop on NLP for Communication Aids, Madrid, Spain. July 12th, 1997.
- Joshi⁸⁷ Joshi A. (1987) “Introduction to Tree Adjoining Grammars”, in A. Manaster Ramer (ed), *The Mathematics of Language*, Benjamins.
- Le Pedevic B. (1997) “Prédiction Morphosyntaxique évolutive dans un système d’aide à la saisie de textes pour des personnes handicapées physiques”, Thèse de Doctorat I.R.I.N. (No. ED-82-269)
- Maurel D., Fourche B., Briffault S. (2000), “Aider la communication en facilitant la saisie rapide de textes”, in Actes de la conférence IFRATH, Handicap 2000 (2000 juin 15-16 : Paris, FRANCE) p. 87-92
- McCoy, K.F., Demasco P.W., Pennington C.A., Luberoff Badman A. (1997) “Some Interface Issues in Developing Intelligent Communication Aids for People with Disabilities” ; *Intelligent User Interfaces 1997* : p. 163-170
- Pasero R., Sabatier P. (1995), “Guided Sentences Composition : Some problems, solutions, and applications”, in proceedings of NLULP’95, Lisbonne, Portugal, pp 97-110
- Vaillant P. (1997), “Interaction entre modalités sémiotiques : de l’icône à la langue”, Thèse de l’Université Paris XI, Orsay, France.
- VanRullen T. , Blache P. , Portes C. , Rauzy S. , Maeyhieux J.-F. , Guénot M.-L. , Balfourier J.-M. , Bellengier E. (2005) “Une plateforme pour l’acquisition, la maintenance et la validation de ressources lexicales”, in actes de TALN, pp. 41-48 (Juin 2005 : Paris, France)