

**Représentation des connaissances à l'aide d'une  
qualification floue et de frames dans un environnement  
manipulant des normes**

Virginie Govaere

► **To cite this version:**

Virginie Govaere. Représentation des connaissances à l'aide d'une qualification floue et de frames dans un environnement manipulant des normes. IIIeme Colloque Jeunes Chercheurs en Sciences Cognitives, Apr 1999, Soulac, France, pp.110-115, 1999. <inria-00107589>

**HAL Id: inria-00107589**

**<https://hal.inria.fr/inria-00107589>**

Submitted on 19 Oct 2006

**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.

# Représentation des connaissances à l'aide d'une qualification floue et de *frames* dans un environnement manipulant des normes

Virginie Govaere  
LORIA  
B.P. 239  
Vandœuvre-Lès-Nancy  
F-54 506  
Email : [Virginie.Govaere@loria.fr](mailto:Virginie.Govaere@loria.fr)  
Tel : 03 83 59 20 74  
Fax : 03 83 41 30 79

## Résumé :

Ce travail se positionne dans le domaine des EIAO (Environnements Interactifs d'Apprentissage par Ordinateur). Notre objectif est de mettre en place une évaluation et un guidage d'un apprenant dans un environnement qui propose comme rétroaction une visualisation des paramètres de la parole et ceci pour des non-entendants. La spécificité de notre contribution repose sur le fait qu'a priori, nous n'avons pas une connaissance de référence à acquérir, mais plutôt des connaissances relatives à l'apprenant qui vont être adaptées au fur et à mesure de ses possibilités et des exigences de l'expert. Dans ce cadre, nous préférons au concept de connaissance celui de norme, définie comme l'ensemble des informations qui permettent de constituer la représentation de référence d'un paramètre acoustique. Ces informations seront représentées sous la forme d'ensembles flous et, organisées à l'intérieur de *frames*.

Mots clés : EIAO, aptitude et connaissance, normes, *frames*, évaluation et guidage de l'élève.

## **Introduction**

L'objectif de notre travail est d'évaluer les réponses d'un élève et de le guider dans un EIAO dans l'optique de rendre le système plus interactif et donc mieux adapté à son utilisateur. Dans cette perspective, la première difficulté réside dans le mode de représentation des connaissances manipulées par le système. Par conséquent, nous nous sommes penchés sur les différentes connaissances utilisées par le système d'apprentissage (celles portant sur le domaine de connaissances, celles relatives à l'élève, celles relative à la pédagogie), leur forme et leur organisation. Ici, l'originalité de notre contribution se situe essentiellement au niveau du type de connaissances manipulées. En effet, a priori nous n'avons pas un domaine de connaissances de référence à acquérir comme dans les EIAO de géométrie, de langues, mais plutôt des connaissances qui vont être adaptées au fur et à mesure des possibilités d'un apprenant et des exigences de l'expert. Nous ne nous inscrivons pas dans le même champ d'étude que les travaux actuels de modélisations de connaissances dans les EIAO [Nicaud,88; Leman,96], et c'est pourquoi, nous ne parlerons pas ici de connaissances du domaine à acquérir mais plutôt de normes.

Nous proposons d'aborder cet article par une présentation de Gerev, un système de guidage et d'évaluation de l'élève dans le cadre d'une rééducation vocale qui nous conduira à un exposé de nos propositions de représentation. Finalement, dans une partie conclusion et perspectives, nous présenterons en quoi ces choix nous permettent de proposer une évaluation des productions de l'apprenant.

## **Objectifs et présentation du système**

SIRENE est un logiciel destiné aux jeunes adultes sourds [Haton98]. Il propose une visualisation graphique de plusieurs paramètres de la voix tels que l'intensité sonore, la fréquence fondamentale, le rythme des énoncés, les composantes de l'articulation... Normalement, le contrôle de la parole se fait grâce à un retour auditif. Dans le cas des non-entendants, cette rétroaction ne peut avoir lieu. Le principe du logiciel est de proposer une visualisation des paramètres acoustiques (fréquence fondamentale, rythme des énoncés, intensité, mode et lieu d'articulation...) nécessaires à l'établissement d'une parole intelligible et à une maîtrise durable de celle-ci. Ces paramètres sont regroupés en trois grandes catégories : la voix, l'articulation et la prosodie. Dans l'état actuel, le système fonctionne grâce à l'intervention du spécialiste rééducateur-orthophoniste, qui va choisir l'ordre des exercices à présenter à l'apprenant (chaque exercice met en œuvre un paramètre grâce à

l'utilisation d'exemples illustrant ce paramètre), les calibrer en fonction de son niveau d'exigence et des possibilités du sujet. De plus, l'évaluation et la proposition de conseils sont généraux et, de ce fait, ne sont pas directement adaptés à l'élève.

Afin de proposer aux utilisateurs de SIRENE, un système autonome qui leur permette un entraînement régulier, des conseils adaptés et un guidage dans le logiciel, nous proposons GEREV, un logiciel en cours d'implantation. Il a pour fonction de proposer une évaluation immédiate des performances de l'apprenant et un guidage adaptés et ceci, de manière autonome. Dans la mesure où une parole intelligible ne peut être caractérisée par des données minimales nécessaires et suffisantes, nous ne proposons pas à l'élève de produire une valeur d'un paramètre acoustique (comme une intensité ou une fréquence fondamentale...) compris dans un intervalle mais plutôt de tendre vers une norme en tenant compte de ses déficits. Une parole intelligible résulte de la combinaison de plusieurs paramètres. L'analyse physique du signal de parole peut révéler des déficiences de certains paramètres qui, néanmoins, ne sont pas perturbantes pour l'intelligibilité de la parole. Effectivement, des phénomènes compensatoires peuvent se mettre en place et donc masquer des déficiences. Nous définissons une norme comme une connaissance du domaine de référence vers laquelle il faut tendre. Cette norme n'est pas fixe et limitée par un intervalle de valeurs possibles ; elle varie en fonction de l'utilisateur et de l'évolution de ses performances.

Pour être un système autonome, GEREV contiendra, notamment, des connaissances sur l'élève (les aptitudes) et des connaissances sur le domaine de référence (les normes). Ce que nous appellerons aptitude dans la suite du texte est l'ensemble des données relatives à un paramètre acoustique, tel que l'intensité, recueilli pour un sujet donné. L'orthophoniste paramètrera le système en entrant des données sur l'apprenant telles que le sexe, le degré de déficit sur les différents groupes de paramètres, etc, qui permettront d'instancier le modèle de l'élève. Dans certains EIAO, le système dispose d'une modélisation théorique des comportements de l'apprenant. L'instanciation de cette modélisation pour un apprenant donné entraîne la création du profil de cet élève à partir duquel le système va extraire des informations pour singulariser ses interactions [Self88]. En fonction de ces données et des observations courantes, le logiciel proposera certains exercices, des conseils et pourra offrir un niveau d'exigence différent selon les compétences du sujet, ce qui se traduira, au niveau du domaine de référence, par une adaptation de la norme.

## **Caractéristiques des connaissances manipulées**

Comme nous l'avons vu précédemment, les connaissances que l'on manipule porte sur la parole. Le spécialiste énonce les connaissances du domaine à l'aide de propositions qualitatives de la forme "l'intensité est faible". La manière de contrôler, de mesurer rationnellement l'état de la parole est de faire référence à l'analyse physique des paramètres acoustiques. Les mesures quantitatives constituent une première étape de traitement puisque ces données brutes ne sont pas directement utilisables dans la mesure où à chaque valeur numérique d'un paramètre ne correspond pas une évaluation qualitative de la même forme que celle utilisée par l'expert. Il faut donc transformer ce quantitatif en des données qualitatives. A cet effet, il faut constituer des groupes de valeurs numériques qui correspondent à des données qualitatives. Néanmoins, l'utilisation d'intervalles stricts de valeurs ne peut convenir. En effet, nous devons pouvoir tenir compte de la proximité des valeurs; il est tout à fait inconcevable que deux valeurs proches comme 40 dB et 41 dB soient catégorisées comme appartenant à deux groupes de données qualitativement différents. Il faut donc avoir recours à un mode de représentation des données qui permettent de transformer du numérique en qualitatif tout en tenant compte de la proximité des valeurs numériques, et cela, afin de pouvoir utiliser une image fidèle de la production du sujet et d'obtenir des informations suffisantes qui rendent compte de l'évolution de ses compétences. Cependant, notre objectif n'est pas de collecter le maximum de données sur l'élève [Self94], mais plutôt de constituer une base d'informations suffisante à laquelle le système va se référer pour individualiser le guidage de l'apprentissage en réactualisant la norme initialement visée.

La représentation d'une norme ne contient pas que des valeurs numériques. D'autres informations comme celles relatives à sa dénomination, l'unité de mesure, la catégorie cible, les conseils font partie de sa représentation. Il est nécessaire de structurer l'intégralité de ces informations. Cette structuration des données est commune à toutes les normes. Il pourrait donc être pertinent d'utiliser des prototypes que l'on instancierait d'une part pour chaque norme en entrant leurs données relatives et d'autre part pour chaque élève en entrant les valeurs de sa ou ses productions.

Nous avons présenté précédemment les caractéristiques et les besoins essentiels des connaissances manipulées dans notre système. A partir de ceux-ci, dans la section suivante, nous exposons les modes de représentation retenus.

## **Modes de représentation dans GEREV**

### ***Du quantitatif au qualitatif***

Pour le spécialiste-orthophoniste, les connaissances du domaine sont énoncées sous la forme "l'intensité doit rester à un niveau moyen" par exemple. Nous avons choisi dans GEREV de représenter les aptitudes langagières sous une forme proche, voire identique si possible, de celles manipulées par le spécialiste, qui nous permette de transformer du quantitatif en qualitatif tout en maintenant une information sur les distances entre les valeurs numériques. Par conséquent, il est apparu que le moyen le plus adapté à ce type de représentation est l'utilisation de qualifications floues. C'est ainsi que, pour chaque paramètre acoustique, sont définis des ensembles flous comme "faible", "normal", "fort". Les catégories de paramètres construites à l'aide de ces ensembles flous constituent les connaissances de référence à partir desquelles le système travaille. L'utilisation d'ensembles flous permet d'une part de représenter les aptitudes langagières du sujet de la même manière que le spécialiste, et d'autre part, de bénéficier du type de catégorisation des ensembles flous. Ce dernier point revêt une importance toute particulière pour la fiabilité de la représentation d'une donnée. Par ce mode de qualification des données, on obtient une image précise au sens où l'on va donner un degré d'appartenance de la production du sujet et cela pour tous les ensembles flous définis pour cette aptitude. On a donc, en quelque sorte, une image sous différents angles de la même production ce que facilite ce mode de représentation. De plus, l'utilisation des ensembles flous permet de prendre en compte l'évolution des compétences dans la mesure où chaque réponse du sujet donne lieu à une estimation précise. Par conséquent grâce à la comparaison de deux productions, on a une idée de l'évolution de la compétence concernant ce paramètre acoustique. En outre, l'utilisation de ce mode de représentation permet de couvrir l'intégralité des réponses possibles des élèves et par conséquent, de catégoriser toutes les réponses du sujet même si celles-ci divergent beaucoup d'une cible qui serait globalement idéale pour un sujet donné. Dans une perspective rééducative, et non pas uniquement d'acquisition de connaissances, ce dernier point ne manque pas d'intérêt.

### ***Représentation et organisation d'une aptitude ou norme***

Comme nous l'avons évoqué dans la section « Caractéristiques des connaissances manipulées » la représentation d'une norme contient d'une part des informations sur la valeur de la production, sa dénomination et son type, et d'autre part une organisation commune à toutes

les normes. Ces deux notions (structurations de différentes informations et structuration identique à toutes les normes) nous ont fait choisir d'utiliser des *frames*. Le formalisme des *frames* représente des prototypes d'objets que l'on pourrait comparer à des formulaires comportant des cases à remplir et des cases remplies par défaut [Minsky88]. Un *frame* possède un certain nombre de propriétés essentielles et notamment celles de valeurs par défaut associées à un attribut lorsque la valeur réelle est inconnue, de contraintes que doivent satisfaire les attributs, de procédures qui se déclenchent lorsque la valeur de l'attribut est requise ou nouvellement apparue [Haton91]. L'idée de prototype est intéressante dans notre système; il intervient d'une part au niveau de chaque norme en entrant les données spécifiques à chaque paramètre (son unité de mesure, les conseils, la catégorie cible,...) et d'autre part au niveau du sujet lorsque le système est instancié par l'entrée d'une valeur numérique transformée par la suite en qualitatif.

## **Conclusion et Perspectives**

D'autres implications comme les effets sur l'architecture logicielle de GEREV et le développement de ce mode de représentation sont présentés dans [Govaere99]. Pour conclure cet exposé, nous proposons de présenter succinctement les avantages de nos choix représentationnels pour l'évaluation et le guidage des apprenants.

Au cours de cet article, nous avons plusieurs fois évoqué la nécessité d'adapter les normes à nos sujets et à leurs possibilités. Grâce à l'utilisation d'ensembles flous, en plus des avantages représentationnels que nous avons décrits dans la section « Du quantitatif au qualitatif », nous pouvons singulariser le système en déplaçant les normes en fonction des performances possibles du sujet à un moment donné. En effet, si un élève présente une intensité très faible, le système acceptera comme « bonne intensité » une intensité entre 30 et 40 dB plutôt qu'entre 50 et 60 dB. Cet exemple est théorique puisqu'aucune expérimentation ou étude n'a actuellement été réalisée pour permettre d'ajuster les normes à un sujet donné et à un moment donné. On peut donc, à l'aide de ce mode de représentation, offrir différents niveaux d'exigence aux sujets, et pour un sujet donné, différents niveaux d'exigence à des moments rééducatifs différents. Néanmoins, cela ne relève pas uniquement de l'utilisation des ensembles flous. En effet, le matériel sur lequel porte le système, en l'occurrence des données quantitatives continues que l'on a organisées en catégories qualitatives, intervient dans ce processus.

Nous venons de voir que les normes sont adaptables aux performances du sujet à un moment donné. Toutefois, lorsque l'on parle d'acquisition de connaissances, il faut envisager

le problème de l'incomplétude du système de représentation ainsi que celui de l'évolution des connaissances [Paiva et al 94]. Grâce à l'utilisation de *frames*, on peut résoudre ces deux limitations ; en effet, les *frames* permettent d'utiliser un système malgré des connaissances incomplètes sur le sujet (les valeurs par défaut ou des valeurs attendues [Minsky88] ). Il est donc tout à fait possible d'instancier la modélisation d'un élève, de commencer à interagir avec l'élève avec des données incomplètes sur ses aptitudes, et de le compléter et de le réviser en cours de fonctionnement du système. A un instant donné, le profil de l'élève est le reflet le plus fiable possible de ses aptitudes mais dans lequel les valeurs peuvent toujours être considérées comme des valeurs passagères qui peuvent et vont évoluer.

## **Bibliographie**

- Haton, J-P ; Bouzid, N ; Charpillet, F ; Haton, M-C ; Laasri, B ; Marquis, P ; Mondot, T ; Napoli, A (91). Le raisonnement en intelligence artificielle. InterEditions.
- Haton, M-C (98). Issues in self evaluation and correction of speech. In K.Ponting, editor, Computational Models of speech Pattern Processing. Springer-Verlag.
- Govaere, V (99). A combination of representation style for the acquisition of speech skill, AI-ED'99.
- Leman, S ; Marcenac, P ; Giroux, S (96).Reconnaissance et modelisation du raisonnement d'un apprenant ; Une approche multi-agent, RFIA : reconnaissance des formes et intelligence artificielle, volume 1, 367-376.
- Minsky, M (88). La societe de l'esprit. InterEditions, Paris.
- Nicaud J-F and Vivet, M (88). Les tuteurs Intelligents : realisations et tendances de recherches, Techniques et Sciences Informatiques volume 7 (1), 21-45.
- Self, J-A (88). Bypassing the intractable problem of student modelling. In Frasson C and Gauthier G (Ed), Intelligent Tutoring Systems : At the crossroads of AI and Education.
- Self, J-A (94). Formal approaches to student modelling. In Greer J.E and MacCalla G.I, (Ed, Springer-Verlag), Student Modelling : the key to Individualized Knowledge Based Instruction, 295-354.