

Thèse
présentée par

Vincent VANNESTE

pour l'obtention du titre de DOCTEUR de l'Université de Lille I
Spécialité : Productique, Automatique et Informatique Industrielle



**SYSTEME D'AIDE A L'APPRENTISSAGE
DE LA LANGUE DES SIGNES FRANÇAISE :
DU LANGAGE NATUREL A LA SYNTHÈSE AUTOMATIQUE.**

Soutenue le 19 Octobre 2000 devant le jury composé de :

BERGER-VACHON C. – Rapporteur (LPMA - Hôpital Edouard Herriot Lyon).

LEPOUTRE F.X. – Rapporteur (LAMIH - Université de Valenciennes et du Hainaut Cambrésis).

VASSEUR C. – Président (I³D – Université de Lille I)

TOULOTTE J. M. – Directeur de recherche (I³D - Université de Lille I)

BAUDEL-CANTEGRIT B. – Co-directrice (I³D - Université de Lille I)

RENSONNET G. – Invité (Président de l'association SELOS – LILLE)

Pour m'avoir proposé ce sujet et m'avoir aidé durant ces longues années, je tiens à remercier Jean-Marc TOULOTTE et Brigitte BAUDEL-CANTEGRIT.

Je remercie également Messieurs BERGER-VACHON et LEPOUTRE qui ont accepté d'être rapporteurs de ce mémoire et Monsieur VASSEUR pour avoir présidé mon jury, ainsi que Monsieur RENSONNET pour avoir accepté l'invitation.

Pour leur aide et leur lecture attentive de ce mémoire, merci à Olivier, Edouart, Michèle G., Michèle P, Sharam. Merci aussi aux différents membres de ma famille pour s'être volontiers prêtés au rôle du candide.

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	3
CHAPITRE I. SURDITÉ ET APPRENTISSAGE	5
1.1. SURDITE	6
1.1.1. L'OREILLE	6
1.1.2. LES DIFFERENTES SURDITES.....	7
1.1.3. LES CAUSES	9
1.1.4. LES REMEDES.....	10
1.2. APPRENTISSAGE D'UNE LANGUE	13
1.2.1. LA LANGUE ORALE ET ECRITE.....	13
1.2.2. LA LANGUE DES SIGNES	15
1.3. LES DIFFERENTS MOYENS DE COMMUNICATION.....	17
1.3.1. LECTURE LABIALE [GUI 91]	17
1.3.2. LANGAGE PARLE COMPLETE (LPC).....	18
1.3.3. LE FRANÇAIS SIGNE	19
1.3.4. LANGUE DES SIGNES FRANÇAISE (LSF) [MOO 83]	20
1.4. LES OUTILS D'APPRENTISSAGE.....	21
1.4.1. LES SUPPORTS PAPIER	21
1.4.2. LES BANDES VIDEOS	21
1.4.3. LES OUTILS INFORMATIQUES.....	22
1.5. LES BESOINS	27
1.6. CONCLUSION	28
CHAPITRE II. LAC	30
2.1. CREATION DE LAC.....	31
2.1.1. INTERETS D'UN LOGICIEL MULTIMEDIA.....	31
2.1.2. LA DEMANDE, LES CHOIX.....	33
2.1.3. LAC	37
2.2. LAC : PROJET EUROPEEN.....	51

2.3. CONCLUSION	52
CHAPITRE III. UN TRADUCTEUR AUTOMATIQUE	53
3.1. SIGNEURS VIRTUELS	54
3.1.1. OBJECTIFS DE L'ETUDE	54
3.1.2. LES SIGNEURS EXISTANTS.....	55
3.1.3. NOTRE SIGNEUR.....	56
3.2. UNE TRADUCTION DU FRANÇAIS EN LSF	60
3.2.1. GRAMMAIRE DE LA L.S.F. [MOO 83]	60
3.2.2. PRINCIPE D'UNE TRADUCTION.....	63
3.3. NOTRE TRADUCTION.....	64
3.3.1. LA TRADUCTION AUTOMATIQUE	64
3.3.2. LE PRINCIPE DE NOTRE TRADUCTION	69
3.4 CONCLUSION	84
CHAPITRE IV. RETOUR SUR LAC	85
4.1. REALISATION DU TRADUCTEUR.....	86
4.1.1. LA METHODE	86
4.1.2. ENSEMBLE DE PHRASES POSSIBLES	87
4.1.3. ANALYSE GRAMMATICALE	97
4.1.4. ANALYSE SEMANTIQUE.....	104
4.1.5. GENERATION DE LA LSF	105
4.2. LE NOUVEAU LAC.....	107
4.2.1. LA TRADUCTION	107
4.2.2. GENERATION DU SIGNE.....	108
4.2.3. LIMITES	108
4.3. CONCLUSION	108
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	109
1. BILAN	109
2. PERSPECTIVES	110
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	111
ANNEXES	114

INTRODUCTION

La surdité peut apparaître aujourd'hui comme un handicap reconnu et accepté par tous, la notoriété de l'actrice sourde Emmanuelle LABORIT n'y est certainement pas étrangère. Malgré cela, il faut savoir que, longtemps, les sourds ont été considérés comme des gens attardés intellectuellement, incapables d'apprendre parce qu'incapables de communiquer. La langue des signes (LSF) n'est que récemment considérée comme une langue à part entière. En 1880, suite au congrès de Milan [MOO 83], l'usage des signes a même été interdit pour l'éducation des sourds. Ce n'est qu'en 1981 que le gouvernement français rend possible le bilinguisme LSF-Français à l'école.

Le manque de reconnaissance du problème de la surdité vient de son absence d'extériorité. La déficience auditive est un handicap invisible, mais les difficultés qu'elle entraîne sont énormes. Le taux d'illettrisme dans la population sourde atteint les 45% [TEL 98]. L'écrit est pourtant un support de communication indispensable dans notre société : celui qui ne maîtrise pas la lecture devient vite un exclu. Ce constat nous a amenés à nous intéresser de plus près aux problèmes d'apprentissage rencontrés par les sourds.

Le premier chapitre de notre étude permet de mieux cerner les difficultés liées à la surdité. Dans un premier temps, nous montrons qu'il n'existe pas une surdité mais une multitude de déficiences auditives plus ou moins graves; ceci entraîne des problèmes particuliers et des solutions différentes. Pour notre part, nous avons cherché à étudier les difficultés rencontrées par les personnes dont le handicap entraîne l'utilisation d'un moyen de communication palliatif. Nous présentons notamment un ensemble d'outils qui permet d'étudier la lecture labiale, le langage parlé complété ainsi que la langue des signes. L'analyse de ceux-ci et la rencontre de personnes liées à la surdité nous ont permis d'identifier les besoins qui existaient en terme d'outils d'aide à l'apprentissage.

Le chapitre deux est consacré à la recherche d'une solution qui permette d'étudier le français, la langue des signes, le langage parlé complété et la lecture labiale. A partir des besoins exprimés par les sourds et leur entourage, nous proposons un logiciel multimédia que nous avons appelé LAC.

Afin de développer ce logiciel, nous partons du constat qu'un logiciel d'apprentissage intéresse les personnes chargées de l'enseignement à la condition qu'elles puissent avoir accès à son contenu, c'est-à-dire ajouter, modifier ou supprimer les informations qu'il contient. Le logiciel que nous avons développé n'est donc qu'un contenant qui permet de faire correspondre mots, images, définitions, vidéos et phrases. LAC est ce qu'on appelle un logiciel générique. C'est aux responsables de l'apprentissage qu'il incombe de créer les contenus. Cette souplesse dans la gestion des informations du logiciel redonne à l'enseignant sa place de responsable des apprentissages.

Dans ce chapitre, nous détaillons les caractéristiques de notre logiciel ainsi que son utilisation au sein d'un projet européen.

Suite à la présentation de notre logiciel, deux remarques ont été faites. La première regrette la taille importante occupée par les fichiers vidéos. En effet, malgré les progrès réalisés sur les appareils de stockage, l'enregistrement des données vidéo coûte cher. La deuxième remarque met l'accent sur le temps nécessaire à la création des vidéos qui est estimé trop long.

Afin de remédier à ces problèmes deux projets ont été lancés. Le premier concerne la conception d'un signeur virtuel qui permet de remplacer les lourdes séquences vidéo par une suite d'informations codées qui prend peu de place mémoire. Le deuxième projet concerne la réalisation d'une traduction de phrases écrites en français, en langue des signes française.

Le chapitre trois donne un aperçu de la réalisation d'un signeur virtuel [LOS 00] et présente notre essai de traduction du français en LSF.

Plus qu'un moyen de faciliter la création de séquences vidéo, notre traducteur permet de doter LAC d'un outil d'aide à la traduction. LAC est désormais un véritable logiciel d'apprentissage. Nous présentons dans le chapitre quatre les différents algorithmes que nous avons dû développer afin de réaliser ce nouveau logiciel.

Le logiciel LAC a été mis en œuvre dans le cadre du projet régional STEREOCOM de l'Institut Régional de Recherche sur le Handicap.

CHAPITRE 1.

SURDITE ET APPRENTISSAGE

Ce chapitre est destiné à présenter la surdité, les problèmes qu'elle engendre et les moyens d'y remédier.

Pour commencer, nous décrivons l'aspect technique de la surdité. Pour cela, nous effectuons un inventaire des différents types de surdités, de leurs causes et de leurs remèdes.

Nous indiquons ensuite, les difficultés rencontrées par les parents d'enfants déficients auditifs. Nous montrons notamment la naissance d'une langue chez un enfant sourd.

Il n'est pas impossible de communiquer sans entendre, même si cela semble difficile. Avec le temps, les sourds et des formateurs ont réussi à développer différents moyens de communication pour pallier la déficience auditive. Nous présentons dans ce chapitre ces différentes techniques.

Comme toute matière d'enseignement, ces moyens de communication ont besoin de support d'apprentissage. Nous donnons dans la suite un aperçu des différents outils qui permettent de les étudier.

Enfin, l'expression de l'ensemble des besoins en terme d'enseignement des personnes sourdes et de leur environnement, nous amène à conclure sur l'intérêt de développer un logiciel d'apprentissage des différents moyens de communication pour déficients auditifs.

1.1. SURDITE

En raison de son caractère trop absolu, le Bureau International d'Audio Phonologie (BIAP) préfère parler de déficience auditive [BIA 99] plutôt que de surdité. En effet, dans la plupart des cas, les personnes atteintes de surdité, présentent une audition résiduelle exploitable et rares sont les cas de surdité complète. Comme le dit S. VINTER « Considérer les enfants à audition déficiente comme une population homogène représente une erreur méthodologique grave. » [LEP 96].

Afin de ne pas faire cette erreur, nous commençons par effectuer l'inventaire des différentes surdités. Pour cela, nous partons du son pour arriver aux causes et aux remèdes de la surdité.

1.1.1. L'oreille

Nous rappelons ici quelques termes liés au son et à l'audition.

1.1.1.1. Le son

Le son est une onde caractérisée par sa fréquence et son intensité.

L'oreille humaine peut entendre les sons d'une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz. A titre d'exemples, la chauve souris perçoit des sons allant jusqu'à 130kHz et le chien jusqu'à 40kHz.

L'intensité correspond à l'amplitude de l'onde, elle est donnée habituellement en décibels (dB). L'intensité permet donc de caractériser le niveau sonore que l'on perçoit. Des mesures montrent que l'oreille humaine supporte des sons de 80 dB sans dommage, et qu'au-delà de 120 dB on ressent une douleur. Une conversation « normale » a un niveau sonore de 60 dB, un jet décollant à 65 mètres 130 dB et un bruissement de feuilles 20 dB.

1.1.1.2. Anatomie de l'oreille et parcours du son

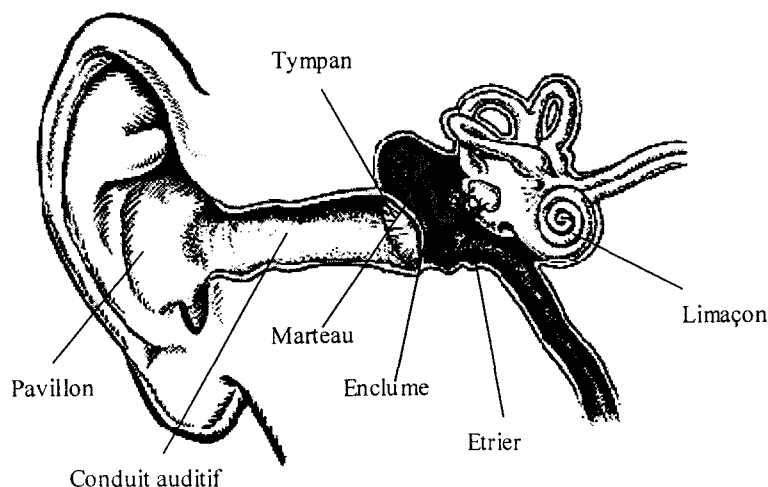


Figure 1.1 : Anatomie de l'oreille.

L'oreille, comme le montre la figure 1.1, est constituée de trois parties : l'oreille externe, l'oreille moyenne et l'oreille interne. Chaque groupe comprend différents éléments :

L'oreille externe : le pavillon, le canal auditif débouchant sur le tympan.

L'oreille moyenne : la caisse du tympan contenant la chaîne des osselets (marteau, enclume, étrier).

L'oreille interne : la cochlée (pour l'audition) remplie d'un liquide (endolymphe), le vestibule (pour l'équilibre)

Tous ces éléments jouent un rôle important dans la transmission du son au cerveau. En effet, le son est capté et amplifié par le pavillon de l'oreille, il suit le canal auditif, frappe le tympan. Le tympan se met à vibrer et actionne la chaîne d'osselets ; l'étrier collé sur le limaçon (cochlée) transforme ces vibrations en vagues dans le liquide cochléaire. Ces vagues couchent et lèvent les cils qui tapissent l'intérieur du limaçon. Les cils libèrent des neuromédiateurs qui transmettent l'information aux neurones cochléaires en les excitant. L'information est ainsi transmise au cerveau.

1.1.2. Les différentes surdités

On peut classer les surdités suivant plusieurs critères :

- Selon l'âge : surdité de l'enfant et surdité de l'adulte. Pour l'enfant on parle de surdité pré, péri ou post natale (avant, pendant ou après l'accouchement).
- Selon l'apparition du langage : surdité pré et post linguale (avant ou après l'apprentissage de la langue).
- Selon l'importance de la surdité : surdité légère, moyenne, sévère, profonde ou totale.
- Selon la localisation lésionnelle : surdité de transmission, de perception ou mixte.

Dans la suite nous détaillons les deux dernières catégories.

1.1.2.1. Mesure de l'importance de la surdité

La classification utilisée dans les pays de langue française est la classification audiométrique élaborée par le BIAP. Cette classification est basée sur le calcul de la perte auditive moyenne obtenue sur la meilleure oreille (perte en décibels par rapport à l'oreille normale (dB H.L.) en référence aux normes ISO.). Selon S. VINTER « elle n'apporte qu'une image tronquée puisque seule la partie quantitative de l'audition résiduelle des sujets est traitée, négligeant les aspects qualitatifs de celle-ci » [LEP 96].

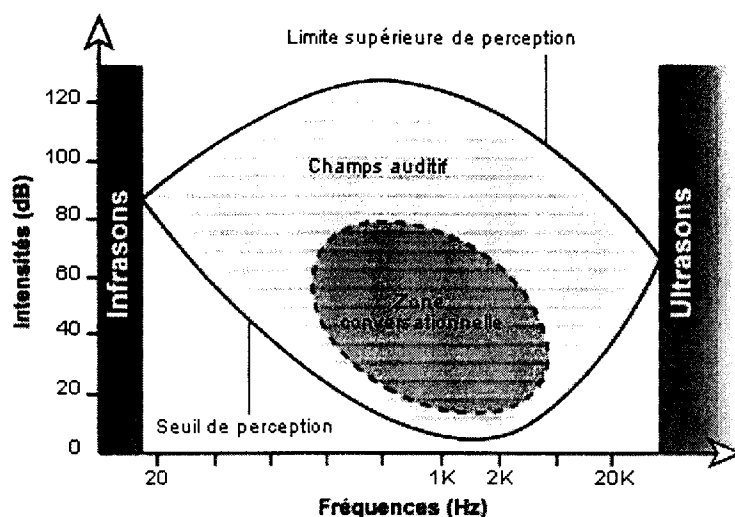


Figure 1.2 : Courbe audiométrique de l'oreille humaine [CRI 99].

Le calcul de la perte auditive se fait sur les fréquences conversationnelles classiques (figure 1.2) de 0.5, 1, 2 et 4 kHz. On effectue une moyenne des pertes obtenues pour chacune de ces fréquences.

Le classement des pertes auditives moyennes nous donne :

- moins de 20 dB : **Audition normale.**
Cette perte n'entraîne pas de problème de perception de la parole.
- 20 à 40 dB : **Déficience auditive légère.**
Bien que la parole d'intensité normale soit perçue, certains éléments phonétiques peuvent échapper dans certaines conditions d'écoute.
- 40 à 70 dB : **Déficience auditive moyenne.**
Cette perte entrave la perception de la parole d'intensité normale. En l'absence d'appareillage, des difficultés sont observées.
- 70 à 90 dB : **Déficience auditive sévère.**
La parole n'est perçue qu'à très forte intensité et de nombreux éléments acoustiques ne sont pas perceptibles.
- 90 à 110 dB : **Déficience auditive profonde.**
Cette catégorie est en fait subdivisée en plusieurs sous-catégories que nous ne décrivons pas. A ce stade la parole n'est pas perçue, seuls des bruits très puissants peuvent être entendus.
- + de 110dB : **Surdité totale.**
Nous rappelons que les surdités dites totales sont extrêmement rares.

1.1.2.2. La localisation

La perte auditive est due à la défaillance d'un ou plusieurs maillons de la chaîne de transmission du son au cerveau. Selon que la défaillance concerne l'oreille externe et moyenne ou l'oreille interne, on parle de surdité de transmission ou de surdité de perception.

Les déficiences auditives de transmission occasionnent principalement des surdités légères et moyennes (moins de 60dB). Celles de perception sont en général plus graves. On appelle surdité mixte, l'association des deux cas.

1.1.3. Les causes

Il existe plusieurs raisons expliquant l'apparition de la surdité : l'âge, la maladie, une blessure, l'exposition au bruit.

1.1.3.1. L'âge

En vieillissant, l'appareil auditif se dégrade. Les cils qui tapissent la cochlée dégénèrent sans se renouveler. Cet état s'appelle la presbyacousie. Les sons aigus sont moins bien perçus et les discussions en milieu bruyant sont plus difficiles à suivre qu'avant.

Il faut ajouter au vieillissement naturel, l'ensemble des autres cas de surdité que la personne a pu, même légèrement, rencontrer auparavant.

1.1.3.2. Maladie et malformations

La plus grande cause de surdité est la maladie. Méningites, oreillons, otites, tumeurs sont autant de cas qui peuvent entraîner une perte de l'audition. Celle-ci peut aller de la surdité passagère à la surdité totale.

Dans un grand nombre de cas, les surdités sont de transmission. En effet suite à une infection, le tympan peut subir un traumatisme. L'atteinte va de la simple perforation de la taille d'une tête d'aiguille, à la destruction presque totale du tympan. Si l'infection n'est pas correctement soignée, la cochlée peut être endommagée, transformant la surdité de transmission en surdité mixte.

Des recherches permettent de mettre en relation le vieillissement prématuré du système auditif avec le mauvais état vasculaire des patients. L'hypertension artérielle, l'hyperglycémie, le diabète, l'insuffisance rénale seraient des facteurs aggravants de la perte auditive.

En parallèle à la maladie, on constate que des médicaments sont responsables de la surdité. On parle de surdité ototoxique. Certains antibiotiques, certaines chimiothérapies anticancéreuses, l'aspirine à forte dose peuvent entraîner des surdités plus ou moins graves.

Des malformations du système auditif sont des causes de surdité de naissance. Certaines anomalies héréditaires telles que l'otospongiose, qui est un blocage de l'étrier, entraînent des surdités de transmission. Deux personnes sur mille naissent avec une otospongiose. Ces malformations peuvent déclencher des problèmes d'audition bien après la naissance. Ce sont les femmes qui sont le plus touchées, généralement, suite à une grossesse. Cette malformation, si elle n'est pas traitée chirurgicalement, peut atteindre l'oreille interne et se transformer en surdité mixte.

1.1.3.3. Fractures et traumatismes

L'oreille est constituée d'un mécanisme fragile. Le marteau, l'enclume et l'étrier sont les garants du bon fonctionnement du système auditif. Un choc violent sur le crâne peut amener le dysfonctionnement de cette belle mécanique. Une chute sur la tête, une gifle sur l'oreille peuvent entraîner des pertes passagères ou durables de l'audition. L'introduction d'objets dans l'oreille (aiguille à tricoter, coton-tige) risque de provoquer une perforation du tympan ou le déplacement des osselets. Comme il a été dit précédemment, si la perforation n'est pas traitée, elle peut conduire à une surdité mixte. La plupart des surdités de naissance sont dues à des traumatismes survenus lors de l'accouchement, en particulier lors de l'utilisation d'appareils médicaux pour l'extraction du bébé.

Les changements brutaux de pression au niveau du tympan sont également dangereux (plongée sous-marine, aviation, explosion).

1.1.3.4. Exposition au bruit

Le bruit est un des facteurs les plus connus de cause de surdité, mais il est aussi le plus sous-estimé. Dans un milieu bruyant l'oreille se fatigue et les cils de la cochlée perdent de leur efficacité. Une personne exposée à une ambiance sonore trop forte doit pouvoir « reposer » son système auditif, afin de récupérer toutes ses capacités. Toutefois la destruction des cils est irréversible.

L'intensité du bruit n'est pas la seule cause de la détérioration de l'ouïe. Les différentes fréquences, la durée, la brusquerie, la répétition ou le milieu dans lequel est émis le son sont des facteurs essentiels de l'importance de la perte auditive.

1.1.4. Les remèdes

Les progrès de la médecine permettent de réaliser de véritables exploits dans la réparation des parties défaillantes du système auditif. Mais dans de nombreux cas, la réparation n'est pas réalisable ou ne permet pas d'obtenir une audition parfaite.

1.1.4.1. Réparation de l'audition

Selon le type de surdité les techniques d'intervention relèvent du geste chirurgical, du traitement médical ou de l'appareillage auditif.

1.1.4.1.1. Traitement chirurgical et médical

Les traitements médicaux sont essentiellement destinés aux inflammations et aux infections de l'oreille (otite moyenne aiguë, oreillons...). Néanmoins, la prise d'antibiotique, d'anti-inflammatoire et autre prescription médicamenteuse doit se faire avec la plus grande prudence. En effet, comme on a déjà pu le dire plus haut, certains médicaments sont toxiques pour l'oreille.

Le traitement chirurgical peut aller de l'ablation d'un kyste sur le nerf auditif, à la fermeture d'une perforation du tympan ou encore au remplacement de l'étrier par une prothèse en téflon. Actuellement aucun acte chirurgical ne permet d'intervenir sur une partie de l'oreille interne.

1.1.4.1.2. Appareils auditifs

Suivant le type de surdité, deux solutions permettent d'améliorer la perception du langage oral par les personnes déficientes auditives : les prothèses conventionnelles et les implants cochléaires.

1.1.4.1.2.1. Amplificateur

Chaque cil de la cochlée capte une certaine fréquence du son. Lorsque l'un des cils est fatigué, l'oreille perd en intensité auditive sur sa fréquence. Le rôle des appareils auditifs est d'amplifier les fréquences des cils abîmés. Ils peuvent aussi transposer certaines zones fréquentielles défectueuses sur d'autres zones valides.

Un appareil auditif est donc constitué d'un ou plusieurs microphones qui captent les sons, d'un amplificateur qui peut filtrer, amplifier, et transposer les sons, et d'un écouteur qui restitue le son à l'oreille. Pour les prothèses numériques, le réglage se fait par l'intermédiaire de l'informatique, ce qui permet d'affiner la réception du son suivant le type de surdité.

Mais les prothèses, même sophistiquées, ne restituent jamais une audition « normale », elles ne peuvent faire autre chose que de tirer le meilleur parti possible des capacités d'audition résiduelle. De plus, la transposition des signaux sonores inaccessibles en signaux utilisables ne s'opère jamais sans distorsion.

1.1.4.1.2.2. Implant cochléaire

Depuis la fin du XIII^{ème} siècle, on sait que l'excitation électrique du nerf auditif crée une sensation auditive. C'est sur ce principe que fonctionne l'implant cochléaire.

Celui-ci n'est pas destiné à l'ensemble des personnes atteintes de surdité. En effet, le recours à cette technique assez lourde est entouré d'un grand nombre de conditions. L'implantation dépend du type de surdité, de la faisabilité chirurgicale et des motivations des personnes concernées et des parents dans le cas d'enfants. L'implant est le dernier recours après avoir échoué avec toutes les autres techniques.

Les adultes « implantables » sont ceux qui sont devenus sourds après avoir entendu et qui maîtrisent le langage oral. Ils doivent être atteints de surdités profondes (perte de plus de 90 dB). Ils doivent également avoir utilisé, sans résultat, pendant plus d'un an, des appareils auditifs conventionnels.

Les enfants doivent avoir déclenché une surdité profonde avant l'acquisition du langage ou être devenus sourds après avoir acquis au moins en partie le langage oral. Pour les enfants atteints de surdité pré linguale, l'âge idéal de l'opération est de 18 à 24 mois. En effet à cet âge la plasticité de l'appareil auditif simplifie l'implantation des électrodes.

La faisabilité chirurgicale est un critère essentiel de la réalisation de l'implantation. Il est nécessaire de vérifier le bon fonctionnement du nerf auditif, en testant la bonne transmission, au cerveau, d'une excitation électrique. Il est aussi important d'éliminer toute infection au niveau du système auditif.

La motivation du patient et de son entourage est un point crucial. C'est avec un ORL, un orthophoniste, un psychologue et un audioprothésiste que le patient prend la décision d'être ou de ne pas être implanté. La motivation du patient est primordiale pour la réussite de sa rééducation. Le réglage de la prothèse et l'apprentissage ou le ré-apprentissage de la langue orale sont des épreuves physiquement et psychologiquement difficiles à supporter. « L'environnement familial, culturel, social est très important pour accompagner le sourd dans sa rééducation » [ATT 97].

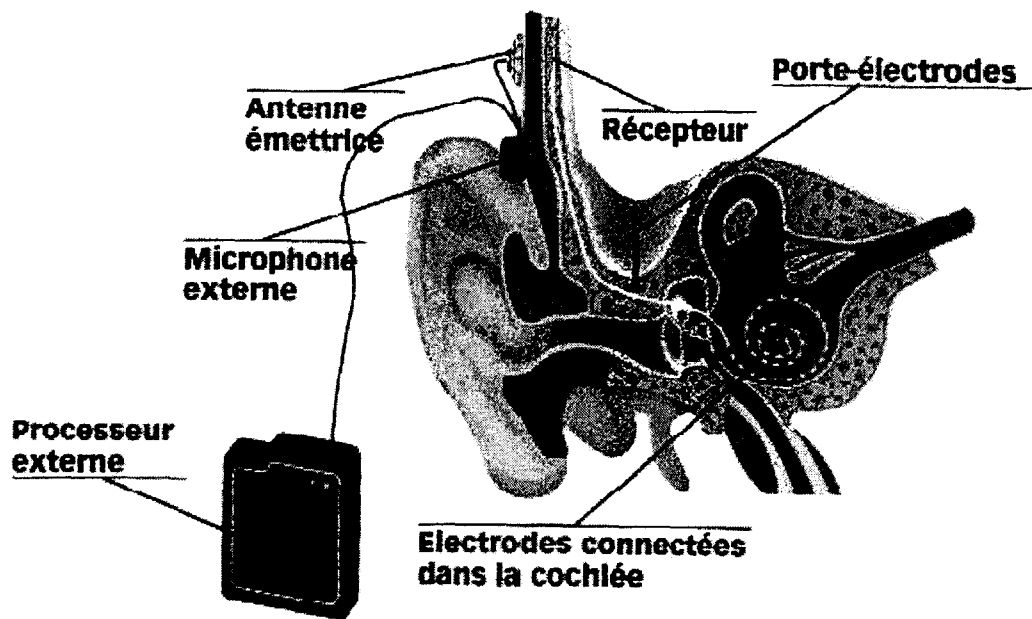


Figure 1.3 : Implant cochléaire [IRP 00].

La figure 1.3. présente le principe d'installation de l'implant cochléaire. Le récepteur est placé chirurgicalement sous la peau derrière l'oreille. Son rôle est d'envoyer les informations qu'il reçoit du processeur externe aux électrodes placées dans la cochlée. « Comme sur le clavier d'un piano, chaque électrode correspond à une bande de fréquences du signal sonore (du grave vers l'aigu) »[URG 97].

Le processeur externe est chargé de traiter le son capté par le microphone placé sur le pavillon de l'oreille. Les informations traitées numériquement sont envoyées au récepteur par l'intermédiaire de l'antenne émettrice. Celle-ci est positionnée en vis-à-vis du récepteur et dissimulée dans les cheveux.

1.1.4.1.2.3. Les vibreurs

On peut citer, comme autre outil d'aide à la perception auditive, les vibreurs tactiles. Ces appareils ont été mis au point à l'intention des enfants à déficience auditive très profonde, chez qui l'apport de prothèses auditives est négligeable. Lorsque leur usage est accompagné d'une éducation appropriée, ces dispositifs donnent une première sensibilisation à l'environnement acoustique. Ils permettent de traiter les signaux sonores afin de délivrer, selon leur complexité, des informations de type rythmique, mélodique ou acoustique par l'intermédiaire d'un vibreur fixé le plus souvent au poignet.

1.1.4.2. Les outils palliatifs

Malgré tous les progrès effectués sur les différents types de prothèses, il faut retenir que le recours à celles-ci, quelles que soient leur nature et leurs caractéristiques, doit impérativement s'accompagner d'une éducation auditive et orale appropriée. De plus les améliorations d'écoute apportées sont souvent loin d'être suffisantes pour obtenir une communication orale normale ou pour suivre une éducation orale classique. Le déficient auditif se doit donc de faire appel à des outils d'aide permettant de pallier son handicap.

1.1.4.2.1. Les langages

La compréhension d'une conversation est très difficile lorsque l'on ne reçoit pas l'ensemble des informations sonores des messages émis. Il existe différentes techniques permettant de suppléer le langage oral. La lecture sur les lèvres, l'utilisation de gestes liés aux sons de la parole sont autant de techniques qui permettent de remplacer la perte de l'audition. Devant la difficulté à communiquer, la communauté sourde a dû développer son propre langage de communication, la langue des signes. Toutes ces techniques sont développées un peu plus loin dans ce chapitre.

1.1.4.2.2. Les outils techniques de communication

La plupart des moyens de communication utilisent l'oral ou l'écrit. La personne sourde ne maîtrisant que peu ou mal ces médias, se retrouve exclue de toute information. Des outils permettent cependant de rendre accessibles quelques données.

Certains journaux télévisés bénéficient d'un sous-titrage et d'une traduction simultanée en Langue des Signes Française (L.S.F.). De nouveaux modes de sous-titrage permettent de donner de l'information complémentaire dans les films, tel que l'intensité ou la localisation des sons. Le minitel et Internet permettent aux sourds qui maîtrisent l'écrit de communiquer à distance. Mais les progrès attendus dans les débits de données informatiques permettront sans doute de dialoguer en L.S.F grâce aux téléphones avec caméra ou aux webcams sur Internet.

1.2. APPRENTISSAGE D'UNE LANGUE

Beaucoup d'études ont montré que l'acquisition du langage oral dépend énormément du babillage effectué par l'enfant dans les premiers mois de sa vie. Des tests réalisés sur des enfants « sauvages » montrent que n'ayant pas été baignés, depuis leur naissance, dans une communication orale, il est très difficile de leur apprendre une langue orale. On montre aussi qu'un enfant sourd développe un babillage gestuel similaire au babillage oral de l'enfant entendant.

1.2.1. La langue orale et écrite

Nous commençons par rappeler les différentes étapes de l'acquisition du langage oral des enfants entendants. Ceci permet de montrer que bien qu'handicapés, les enfants sourds suivent des étapes proches de celles du développement des entendants. Malgré tout, celui-ci est, selon les chercheurs, retardé ou différent.

1.2.1.1. L'enfant entendant

De nombreux travaux s'attachent à retracer le lien entre babillage et langage articulé. Ils tentent de montrer que « c'est dans le « stock », la « réserve » de son babillage, que l'enfant puise les sons apparaissant dans ses premières productions de langage » [LEP 96]. Nous donnons ici les différentes étapes de la construction du langage chez l'enfant entendant.

- 0 à 2 mois : « phonation ». C'est le stade des vocalisations réflexes.
- 2 à 4 mois : « roucoulement ». L'enfant imite les sons émis par l'adulte.
- 4 à 6 mois : « étape explorative ». Des sons très graves et très aigus, appelés aussi babillages rudimentaires, sont produits.

- 6 à 8 mois : « babillage canonique ». La durée des syllabes est d'une durée égale à celle des adultes. Les syllabes sont désormais un mélange de consonnes et de voyelles.
- 8 à 12 mois : « structuration vocale, mélodique et temporelle canonique ». Le rythme de base de la langue maternelle se met en place, la mélodie devient intonation.

Toutes ces périodes ne sont mises qu'à titre de repère afin de les comparer aux différentes étapes suivies par l'enfant déficient auditif. Suivant les études, ces périodes peuvent être légèrement différentes.

1.2.1.2. L'enfant à audition déficiente

L'enfant sourd, tout comme l'entendant, vocalise quelle que soit l'importance de sa déficience auditive. Mais ce babillage canonique est plus tardif.

Une des explications de ce retard est le fait que l'entourage d'un jeune enfant à audition déficiente semble ignorer les productions vocales de celui-ci. L'enfant n'ayant pas de retour sur ses « tentatives de communication » hésite à réitérer ses babillages. De plus, le babillage canonique n'émerge pas en l'absence d'informations acoustiques.

Le meilleur moyen d'augmenter les performances des enfants sourds est le recours à l'appareillage. On remarque que grâce à cet appareillage, les productions s'allongent et deviennent plus variées sur le plan mélodique.

1.2.1.2.1. Développement phonologique

Contrairement aux idées reçues, lors de l'apprentissage de la langue orale, les enfants à audition déficiente sont capables de distinguer les différents phonèmes du langage. Cette identification phonologique ne se fait pas uniquement sur une analyse sonore, mais aussi sur une analyse visuelle. Le travail réalisé avec les orthophonistes consiste à aider l'enfant à distinguer les différents phonèmes de la langue orale à partir de ses résidus auditifs et grâce à d'autres indices tels que le mouvement des lèvres.

Ce n'est pas parce que l'enfant prononce mal qu'il ne construit pas un système cohérent de contrastes phonologiques. Pour certains, les règles d'apprentissage de la phonologie sont aussi différentes pour les enfants sourds que pour les entendants ; pour d'autres, l'apprentissage est identique mais retardé et incomplet.

Différents facteurs permettent d'optimiser le développement phonologique :

- L'usage des prothèses
- L'éducation précoce
- Les informations vibro-tactiles
- La lecture labiale

Des études ont montré que l'on obtient de meilleurs résultats avec des enfants en communication totale (signes associés aux mots). L'association d'un signe manuel et d'une image labiale augmente la faculté à distinguer les différents phonèmes.

1.2.1.2.2. Vocabulaire

De nombreuses enquêtes se sont attachées à évaluer le vocabulaire assimilé par les personnes atteintes de déficience auditive. Elles mettent en évidence la pauvreté de ce vocabulaire chez les adolescents et les adultes sourds.

Les résultats obtenus par des enfants sourds correspondent à ceux d'enfants entendants beaucoup plus jeunes. Des adolescents de 19 ans ayant terminé des études secondaires dans un établissement spécialisé ont obtenu des résultats analogues à ceux d'un enfant de 10 ans.

Une des raisons avancée est l'exposition au vocabulaire. Si le mot n'est pas utilisé régulièrement, il n'est pas retenu. On a pu observer que les meilleurs résultats obtenus par des étudiants sourds sont en relation avec leur cours.

1.2.1.2.3. La syntaxe

Les difficultés principales des jeunes sourds sont d'ordre syntaxique plutôt que sémantique ou lexical. De nombreux travaux se sont attachés à montrer les différences de production écrite entre entendant et sourd.

Durant l'une de ces études, il est demandé à différents enfants de rédiger un texte sur une séquence vidéo qu'ils viennent de visionner. Les résultats montrent que la longueur moyenne (en nombre de mots) des récits ne permet pas de différencier les groupes d'enfants. En revanche, la différence est significative en ce qui concerne la longueur moyenne des phrases. Les enfants sourds, comme les adultes sourds, évitent de produire des phrases composées et complexes.

Pour les jeunes enfants sourds (moins de 7 ans), on constate un faible usage des articles et des pronoms ainsi que des erreurs d'ordre. Mais grâce à l'enseignement intensif qui leur est donné, les défauts tendent à se corriger. En contrepartie, on peut remarquer l'utilisation systématique de phrases toutes faites.

En ce qui concerne la maîtrise de la syntaxe, on ne peut que noter l'infériorité évidente des jeunes sourds. A 17 ans, cette maîtrise semble similaire à celle des enfants entendants de 7 ans.

Un autre point sur lequel les chercheurs se penchent est la différence de maîtrise de la syntaxe orale et écrite. Des travaux tendent à montrer la supériorité de l'oral. Pour d'autres, il y a similitude dans l'acquisition de l'oral et de l'écrit (absence de déterminants, confusion défini/indéfini, absence de préposition, erreurs d'auxiliaire...). Enfin, des travaux montrent au contraire la compréhension moins bonne de phrases présentées oralement par rapport aux phrases de même complexité syntaxique mais présentées par écrit.

Une des raisons de la divergence d'opinion est la difficulté d'évaluer les compétences syntaxiques en langue orale.

Toutefois, on remarque la proportionnalité entre déficience auditive et acquisition syntaxique de la langue orale. Plus la surdité est profonde, plus les difficultés d'acquisition sont grandes.

1.2.2. La langue des signes

Des analyses linguistiques de plus en plus nombreuses ont permis de reconnaître les langues des signes en tant que langues à part entière [NEV 96]. Mais, fait plus récent, des analyses neurolinguistiques confirment la similarité d'analyse par le cerveau du langage oral et de la langue des signes. Comme pour les entendants, des lésions de l'hémisphère gauche chez un adulte sourd signeur entraînent l'aphasie. Les sujets qui en sont atteints ont perdu

l'habileté à s'exprimer en signes, et la maîtrise des usages syntaxiques de l'espace. Toutefois, ils restent capables d'effectuer des gestes d'ordre non linguistique.

La langue des signes est donc reconnue sur le point linguistique et sur le point biologique comme une langue équivalente à une langue orale. Partant de ce constat, des études cherchent à montrer la similitude d'apprentissage entre les deux modes de communication. D'autres études, au contraire, essaient de donner de nouvelles directions à l'apprentissage de la langue des signes.

1.2.2.1. Le babillage gestuel

Chez les jeunes enfants précocement exposés à la langue des signes, on observe que la production des premiers mots est précédée par la production d'un « babil en signes », c'est-à-dire, de séquences gestuelles ressemblant aux signes de la langue adulte. Ces premiers gestes sont constatés chez des enfants (soit sourds soit entendants) de parents sourds, dès l'âge de deux mois environ.

La question est de savoir si ce « babillage en gestes » représente l'équivalent du « babillage vocal » des enfants entendants.

Chez des enfants de 10 mois, les gestes suivent une organisation syllabique, phonétique et temporelle semblable à celle de la langue des signes. A cet âge, les enfants entendants commencent leur structuration vocale, mélodique et temporelle. Ceci permet à certains de conclure à l'existence d'un programme commun d'acquisition du langage, dont les étapes seraient similaires, en langue des signes et en langue orale.

1.2.2.2. Les premiers signes

Les premiers mots produits par les enfants entendants sont faits de manière isolée (sans article, pronom, adjectif...) vers 13 mois. Ce phénomène se retrouve chez les jeunes sourds. Des variantes « bébé » des signes adultes sont produites, mais elles sont réalisées vers sept et neuf mois, bien avant les premiers mots de l'enfant entendant.

Diverses raisons sont avancées pour expliquer la précocité des signes chez l'enfant sourd. Certains évoquent le caractère iconique d'une partie des signes comme facteur facilitant l'apprentissage. Cependant cette raison est fort controversée. En effet, l'aspect iconique d'un signe peut l'être pour un adulte et non pour un jeune enfant. Par exemple le mouvement de « traire » pour désigner le « lait ». D'autres mettent en avant le fait que le développement de la coordination entre l'œil et la main précède la maîtrise des mouvements de la mâchoire. Enfin, une des raisons avancée est que les parents peuvent donner lors de la production, une aide précise (modelage des gestes), impossible à fournir pour la production des vocables.

1.2.4.3. Un autre apprentissage

L'étude de l'acquisition de la langue des signes en tant que langue maternelle représente un domaine de recherche relativement neuf. Malgré tout, une bonne partie des chercheurs s'accorde à dire que l'apprentissage des enfants sourds suit le même cheminement que celui des enfants entendants (babillage, production de signes isolés).

Beaucoup se préoccupent d'établir des similitudes entre l'acquisition de la langue des signes et la langue orale. Cependant d'autres attirent l'attention sur le fait que des langues différentes peuvent poser des problèmes d'acquisition différents. Certains essaient de mettre en relation le développement de la cognition spatiale avec l'acquisition de la langue des signes, mettant en avant le fait que certains usages de l'espace ont valeur linguistique. Les

résultats de ces recherches modifieront peut-être les modes d'apprentissage actuels de la langue des signes.

1.3. LES DIFFERENTS MOYENS DE COMMUNICATION

Pour communiquer avec une personne étrangère, soit on parle sa langue, soit elle parle notre langue. Pour les sourds, c'est un peu le même problème. Il faut choisir entre utiliser la langue orale ou la langue des signes. Mais, à part une minorité d'entendants, seuls des sourds utilisent la langue des signes. Ceci entraîne une démarche d'oralisation « forcée ».

L'apprentissage d'une langue orale, pour un sourd, n'étant pas une tâche aisée, des retards importants sont constatés chez les enfants atteints de surdité. Toutefois, différentes techniques permettent d'améliorer l'apprentissage de la langue orale. Nous présentons maintenant la liste des outils de communication les plus fréquemment utilisés par les déficients auditifs.

1.3.1. Lecture Labiale [GUI 91]

Quand un sens ne fonctionne plus, il faut pouvoir pallier le handicap à l'aide des autres. La vue devient pour un sourd l'outil privilégié de perception du langage. En effet, « certains mouvements articulatoires qui permettent la production de la parole sont visibles par l'intermédiaire de mouvement labio-faciaux » [GUI 91]. A partir de ces mouvements, la personne déficiente auditive a des éléments lui permettant d'accéder au message oral ; c'est ce que l'on appelle la lecture labiale.

Les premiers écrits concernant la lecture labiale remontent au 16^{ème} siècle. Depuis, plusieurs techniques ont été mises au point pour aider le sourd dans l'apprentissage de cet outil. Malgré cela, l'apprentissage de la lecture labiale reste un art difficile à maîtriser.

1.3.1.1. Principe et difficultés

Les difficultés rencontrées par les labiolecteurs sont en grande partie dues à la complexité du déchiffrement des mouvements labiaux, à la vitesse d'articulation de la parole (souvent trop élevée), aux paramètres d'articulation (ouverture de la bouche, étirement des commissures, protrusion des lèvres) qui varient selon les personnes, mais les difficultés sont surtout dues aux sosies labiaux.

Les sons tels que « ba », « pa » ou « ma » qui correspondent au même visème (unité visuelle de la lecture labiale) sont des sosies labiaux. A la trentaine de phonèmes du français correspond une douzaine de formes labiales. Les mots « poulet », « mulet », « poulain », « pourra » ont les mêmes formes labiales. Le labiolecteur se retrouve donc en face de phrases pouvant correspondre à une multitude de phrases différentes.

Pour obtenir un déchiffrement complet, la simple lecture labiale n'est donc pas suffisante. Le labiolecteur doit superposer à sa lecture d'autres stratégies. C'est ce que l'on appelle « la suppléance mentale ». Il doit s'appuyer entre autres sur ses connaissances de la langue, la situation de communication et les mots clés identifiés afin de lever toutes les ambiguïtés. C'est de la justesse de ces opérations que dépend la capacité du sourd à comprendre la parole.

1.3.1.2. Intérêt et limite

L'apprentissage de la lecture labiale est long et difficile. De plus, le recours à cette technique est très éprouvant physiquement, en effet, l'attention et l'effort mental demandés pour décoder un message sont très importants.

Mais la lecture labiale est le seul moyen actuel permettant au sourd de communiquer avec un entourage d'entendant. En ce sens, la lecture labiale est un passage obligé pour l'insertion sociale des personnes atteintes de surdité.

1.3.2. Langage Parlé Complété (LPC)

Les ambiguïtés apportées par la simple lecture labiale ont amené l'entourage des personnes sourdes à chercher le moyen d'élaborer des systèmes permettant de lever les doutes phonologiques par l'usage d'indices tactiles ou visuels.

C'est en 1967 que le docteur Cornett met au point le Cued Speech qui, importé en France en 1971, devient le Langage Parlé Complété.

Le LPC n'est pas une langue, c'est juste un moyen visuel permettant de lever les ambiguïtés de la lecture labiale. Il permet, par la position et la forme de la main, de distinguer les sosies labiaux.

1.3.2.1. Principe

Le LPC ne se suffit pas à lui-même. En effet, un signe ne correspond pas à un phonème. C'est grâce à la lecture labiale, à la forme de la main et à sa position que l'interlocuteur décode le message émis. La combinaison de ces trois informations permet l'identification de l'ensemble des phonèmes d'une langue.

En français, on distingue huit configurations différentes de la main et cinq positions distinctes autour de la bouche (annexe 1). Les configurations manuelles suppriment les ambiguïtés des consonnes, et les positions de la main celles des voyelles.

On a donc, pour une configuration de la main, plusieurs consonnes possibles et pour une position de celle-ci plusieurs voyelles. Mais chaque groupe est réalisé de telle sorte que le mouvement des lèvres puisse enlever toute ambiguïté. On a ainsi les sons [p](pas) [d](dis) et [ʒ](je) qui constituent la même forme de la main mais qui ont une forme labiale différente. De même [ɛ](sel), [u](loup) et [ɔ](porte) occupent la même position.

La figure 1.4 donne un exemple de phrase en LPC.

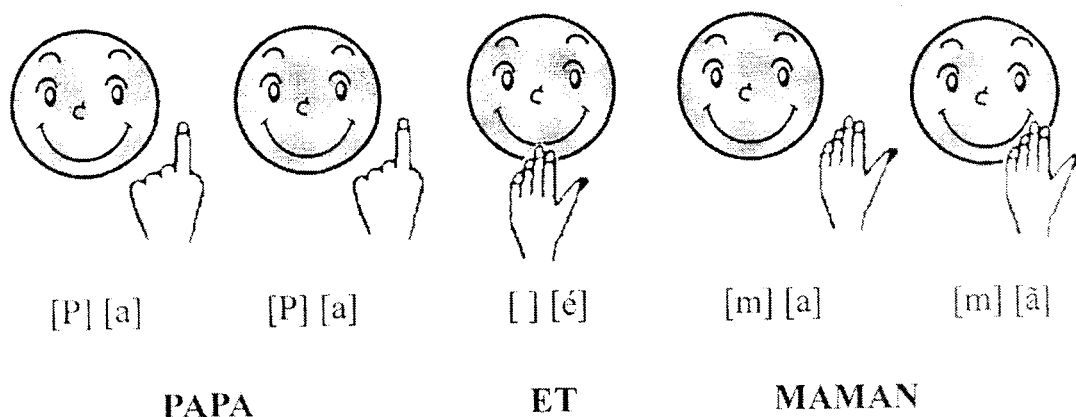


Figure 1.4 : Mots en Langage Parlé Complété.

1.3.2.2. Intérêt et limite

Le LPC peut sembler assez complexe, mais il est en réalité facile d'accès. Après une dizaine d'heures d'entraînement, des adultes réussissent à pratiquer le Langage Parlé Complété quasiment sans ralentir le débit normal de la parole.

Le LPC est surtout connu en tant qu'outil permettant aux sourds d'accéder plus facilement au langage oral. De nombreux tests ont montré que des enfants exposés au LPC obtenaient de meilleurs résultats en ce qui concerne la réception du langage oral. Les mots familiers, mais surtout les mots nouveaux, sont mieux perçus qu'avec la lecture labiale seule.

Ce qui est moins connu, car plus récent, est le fait que les enfants sourds exposés précocement au LPC retiennent mieux les mots, mais également leur morpho-phonologie. En effet, la plupart des enfants sourds retiennent le mot écrit comme une image. Ils ont énormément de mal à retrouver des mots qui riment. Des études faites sur des jeunes exposés au LPC montrent qu'ils arrivent plus facilement à retrouver les rimes. Pour ces enfants, l'acquisition de la lecture et de l'orthographe peut se faire au même rythme que celui des entendants. « Les performances d'apprentissage des enfants exposés précocement au LPC sont attribuées au fait que le LPC permet de transmettre visuellement toute l'information sur les contrastes phonologiques de la langue orale. »[LEP 96].

Il faut bien retenir que le LPC n'est qu'un outil permettant d'accéder plus facilement à l'oralisation. Il ne peut pas être considéré comme une fin en soi. La personne sourde utilisant ce procédé devra s'en extraire lors de communications avec des entendants.

1.3.3. Le Français Signé

Dans les années 60 aux Etats-Unis, le recours aux signes dans les programmes d'éducation pour jeunes sourds était présenté comme une révolution. On attribuait à la communication totale (langue orale accompagnée de signes) le pouvoir de remédier à la pauvreté des acquis scolaires constatée chez la plupart des personnes sourdes.

1.3.3.1. Principe

Le Français Signé appelé aussi « éducation bimodale unilingue », est l'un des nombreux systèmes de communication totale. Il consiste à soutenir la parole par la production de signes empruntés à la langue des signes. Les signes sont émis selon l'ordre syntaxique de la phrase orale. Ceci incite certains à conclure que l'on donne la supériorité à la langue orale sur la langue gestuelle.

Les signes émis en parallèle de la parole ne représentent souvent qu'une version incomplète du message oral. En effet ces signes empruntés à la LSF sont produits sous leur forme « gelée ». Il s'agit de « formes radicales, dépourvues de flexions et de marques de morphologie dérivationnelle commandées par l'usage de la langue des signes » [LEP 96]. Même si elle facilite la compréhension du message, contrairement à la partie orale, la partie signée ne peut se suffire à elle-même. En Français Signé, les signes ne permettent pas de reproduire l'ensemble des particularités sémantiques et syntaxiques des différents éléments composant le message oral.

Pour remédier à ces défauts, plusieurs types de communications totales ont été mis au point. Notamment aux Etats-Unis, différentes formes d'anglais signé sont accompagnées de signes permettant de distinguer les particularités morpho-syntaxiques de la langue anglaise. Ces procédés sont surtout utilisés dans l'enseignement ; leur complexité en font des outils difficiles à maîtriser et peu utilisés.

En France, on peut distinguer plusieurs versions du français signé. Entre autres, « le Français Signé souple » qui se caractérise par le fait que le message signé représente une version simplifiée du message oral émis. « Le Français Signé strict » complète les signes par la dactylogogie. Pour « le Français Signé complet », les signes sont complétés par le LPC.

1.3.3.2. intérêt et limite

Il faut bien reconnaître que les systèmes bimodaux, malgré leurs imperfections, ont permis d'augmenter considérablement les possibilités de communication entre l'entourage entendant (parent, enseignant) et les personnes sourdes.

Toutefois, la critique principale à l'égard de ces systèmes est que leur utilisation ne semble pas avoir permis de relever de façon significative les niveaux de réussite scolaire. Une des explications avancées est la difficulté pour l'enfant à manipuler différents outils de communication (la LSF chez lui, le Français signé en classe et un mélange avec ses camarades). Certains chercheurs se demandent à partir de quel moment et dans quelle mesure les enfants exposés à un mélange de différents moyens de communication deviennent conscients de l'existence de deux langues distinctes dans leur environnement. Ceci entraîne chez eux des retards et des difficultés dans les apprentissages.

1.3.4. Langue des Signes Française (LSF) [MOO 83]

Le geste a certainement été le premier moyen de communication. La preuve en est que la meilleure façon de se faire comprendre, quand on ne parle pas la même langue, est le recours à la gesticulation mimique. C'est à partir de tous ces échanges que, par nécessité et par étapes successives, la communauté sourde a développé son propre moyen de communication qui est aujourd'hui reconnu par tous comme une langue à part entière.

Cette construction d'une langue ne s'est pas faite sans difficulté. Longtemps les sourds ont été considérés comme des parias, l'Eglise attribuant leur handicap à une volonté divine.

Ce n'est qu'au 16^{ème} siècle que l'éducation des sourds est prise en considération. Mais seule l'oralisation est à l'ordre du jour. Il n'y a toujours pas de reconnaissance d'un système gestuel de communication.

C'est dans la deuxième moitié du 18^{ème} siècle que Charles Michel de l'Epée (l'abbé de l'Epée) instaure son système des «signes méthodiques» qui est dans l'esprit comparable au français signé. Ce système instauré par un entendant n'est pas une véritable langue des signes, mais a eu le mérite de faire reconnaître les sourds comme des personnes à part entière et a facilité l'apprentissage de la lecture des étudiants sourds.

L'Abbé Sicar et son filleul Bébien, successeurs de l'abbé de l'Epée, reconnaissent en la langue des signes un meilleur outil que les signes méthodiques pour l'enseignement des jeunes sourds. L'éducation des sourds se fait désormais en langue des signes et en français.

Malheureusement, en 1880, suite au congrès de Milan, les oralistes farouchement opposés à une éducation bilingue, obtiennent l'interdiction de l'utilisation de la langue des signes dans l'éducation des jeunes sourds.

Ce n'est qu'en 1981 que l'enseignement et la pratique de la L.S.F. sont de nouveau autorisés en France. Aujourd'hui, la langue des signes est une langue optionnelle au baccalauréat.

1.3.4.1. Principe

En langue des signes, s'exprimer revient à réaliser devant soi une maquette du discours. En effet toutes les personnes, toutes les choses dont on parle sont localisées dans l'espace. Le signeur positionne ainsi devant lui tous les éléments de son exposé ce qui lui permet de ne pas signer ce qu'il a déjà exprimé. Il lui suffit de le montrer du doigt comme si c'était réellement devant lui. Les verbes de déplacement utilisent aussi la maquette réalisée. Si l'on veut exprimer le fait d'aller au cinéma, le signe ira de nous vers l'endroit où le cinéma a été positionné.

Il ne faut pas pour autant comparer la LSF au pantomime. C'est une langue à part entière, elle possède sa propre grammaire et un vocabulaire précis signé entre le bassin et la tête.

Une description plus précise de cette langue est donnée au chapitre III.

1.3.4.2. intérêt et limite

L'intérêt évident de la langue des signes est la reconnaissance d'une communauté. Un autre avantage de la langue des signes sur les langues orales est sa similitude dans tous les pays. La langue des signes américaine (ASL) possède une origine française, mais les sourds parviennent très rapidement à se faire comprendre dans la majorité des autres pays.

En contrepartie, il faut reconnaître que peu de gens utilisent la langue des signes. Selon les linguistes, une langue ne vit que parce qu'elle est utilisée. De plus les sourds n'arrivent pas à se mettre d'accord pour la création d'une entité équivalente à l'Académie Française, référence pour une langue des signes française commune à l'ensemble du pays. Ceci permettrait d'éviter la disparité entre les régions.

1.4. LES OUTILS D'APPRENTISSAGE

Dans cette partie, nous faisons un rapide aperçu des différents outils d'apprentissage des techniques de communication de la communauté sourde. Nous partons des documents papier pour finir sur les logiciels multimédia.

1.4.1. Les supports papier

Il existe plusieurs documents qui traitent de l'apprentissage de la L.S.F.. En 1897, Ferrand édite « le dictionnaire des sourds-muets » [FER 97]. Aujourd'hui, l'ouvrage qui fait référence est le dictionnaire d'IVT (International Visual Théâtre) [MOO 83 86 90]. Mais d'autres ouvrages permettent aux débutants de s'initier à la langue des signes. Des dictionnaires classiques tels que « Dictionnaire 1200 Signes » [MON 98a] ou de poche comme « Fais-moi un signe » [MON 98b] et « Dictionnaire technique de poche Langue des signes française ». Des livres à thème « Bon appétit » [MON 99a], « Couleur » [MON 99b] ou « Un animal...des animaux » [MON 99c] traitent de la nourriture, des couleurs et des animaux.

1.4.2. Les bandes vidéos

Le problème des documents écrits est que le mouvement y est très difficile à représenter. C'est pourquoi différents éditeurs présentent des dictionnaires sous forme vidéo [CAR 97].

1.4.3. Les outils informatiques

L'informatique permet d'amener l'interactivité qui manquait aux bandes vidéo. Des logiciels multimédia permettent ainsi de faciliter l'apprentissage des techniques de communication des déficients auditifs. L'accès ne se fait plus séquentiellement, mais on peut désormais aller chercher directement l'information qui nous intéresse.

1.4.3.1. Apprentissage de l'oral

Plusieurs logiciels permettent d'étudier la langue orale. Certains étudient l'émission de sons, d'autres servent à travailler la réception de sons.

La production de la parole peut être contrôlée à l'aide d'analyseurs fréquentiels. Sur un écran, l'utilisateur visualise une courbe sonore correspondant à un mot ou une phrase, et une autre courbe lui présente ce qu'il vient de dire. Son travail consiste à se rapprocher au plus près de la courbe modèle. L'IBM Speech Viewer III en est un bel exemple.

La compréhension de la parole, quant à elle, peut être étudiée par le logiciel ALLAO [GUI 91] qui permet de s'entraîner à la lecture labiale, et le logiciel « J'apprends le LPC ».

ALLAO

Langue : Français, Lecture Labiale

Support : Vidéodisque

Matériels : Lecteur vidéodisque, téléviseur

Ce logiciel a été réalisé pour les personnes qui désirent étudier la lecture labiale.

Il est composé de deux parties. L'une est destinée à l'élève, l'autre au professeur.

Le module élève contient une partie d'enseignement de la lecture labiale, des tests d'évaluations et des exercices notés. L'ensemble est réalisé à l'aide de séquences vidéo filmées.

Le module professeur permet de créer ou de modifier les contenus. Son travail consiste à sélectionner l'ensemble des mots que l'utilisateur va étudier. Ce travail se réalise par l'intermédiaire d'un utilitaire qui lui présente l'ensemble des séquences vidéo disponibles sur le vidéodisque. De plus, l'enseignant peut accéder à une base de données où sont stockés les résultats de l'élève aux exercices. Il a la possibilité d'y adjoindre des commentaires.

J'apprends le LPC

Langue : Français, Langage parlé complété

Support : CD-ROM

Matériels : P.C

Ce logiciel est un dictionnaire interactif dédié à l'apprentissage du langage parlé complété. Il propose la traduction de 800 mots accessibles par ordre alphabétique ou par thème, un historique et une présentation de la technique du LPC ainsi que différents jeux.

1.4.3.2. Apprentissage de l'écrit

L'acquisition de l'écrit est très difficile pour les déficients auditifs. Le taux important d'illettrisme chez les sourds en est une preuve. Des logiciels comme GASPARD [TEL 98] permettent d'aider à remédier au problème.

GASPARD

Langue : Français, L.S.F., L.P.C., L.L.

Support : CD-ROM

Matériels : P.C

GASPARD est un logiciel d'apprentissage de la lecture destiné aux jeunes déficients auditifs.

C'est un outil générique, c'est-à-dire qu'il est composé de deux parties, l'une qui permet d'apprendre la lecture, l'autre qui permet de créer les contenus du logiciel.

Les enfants peuvent l'utiliser en toute autonomie. Pour permettre à l'enseignant de suivre les travaux et l'évolution des résultats de ses élèves, l'ensemble des actions de ceux-ci est enregistré. Sont pris en compte, par exemple, les paramètres de durée, les demandes d'assistance satisfaites ou non, les performances, etc.

Le logiciel élève est constitué de quatre parties : « RACONTE », « LECTURE », « EXERCICES » et « JEUX ».

La partie « RACONTE » accompagne les textes d'une séquence vidéo de traduction en langage signé (LPC, LSF, Lecture labiale, etc.).

La partie « LECTURE » présente des textes aux enfants sans traduction, mais accompagnés d'un dictionnaire pour l'enrichissement du vocabulaire.

La partie « EXERCICES » donne accès à des évaluations notées que l'enseignant pourra visionner.

La partie « JEUX » est plus ludique que la partie « exercices » et ne donne pas de note.

Le logiciel des enseignants donne la possibilité d'entrer ses propres textes, ses propres exercices et de gérer l'ensemble de ses élèves. Les enseignants ne sont pas forcément des experts dans la maîtrise de l'informatique, c'est pourquoi une attention particulière a été portée à la conception des interfaces et à la transparence dans la gestion de la base de données.

1.4.3.3. Apprentissage de la LSF

L'écrit est peu adapté à l'enseignement de la LSF. Il existe des outils multimédia comme « Fais-moi un signe », Cybersign et « j'apprends la LSF » qui utilisent la vidéo pour faciliter cet apprentissage.

Fais-moi un signe

Langue : Français, Langue des signes Belge (légèrement différente de la L.S.F)

Support : Vidéodisque

Matériels : Lecteur vidéodisque, téléviseur

« Fais-moi un signe » est l'équivalent en L.S.F, mais moins élaboré, de ALLAO. Il permet d'étudier du vocabulaire en langue des signes Belge.

Le principe du logiciel est de sélectionner une liste de dix mots parmi un corpus important de séquences vidéo. Ensuite, il y a la possibilité de réaliser des exercices de thème ou de version. Le principe est toujours le même, un mot est tiré au sort dans une liste. Soit le logiciel présente le mot écrit et il faut alors retrouver le geste. Soit, il présente la séquence vidéo du geste et il convient de retrouver l'écriture du mot.

Cybersign

Langue : Français, L.S.F

Support : Internet

Matériels : Ordinateur personnel branché à Internet

Cybersign est un dictionnaire « on-line » de la langue des signes. Il est hébergé et conçu par l'université de Lyon II.

En remplissant différents champs d'un masque de saisie (mot, abréviation ou catégorie grammaticale), on obtient les dessins de signes présentés dans le dictionnaire d'IVT.

J'apprends la LSF

Langue : Français, L.S.F.

Support : CD-ROM

Matériels : P.C

Développé par le même éditeur que « j'apprends le LPC », ce logiciel propose la traduction en séquences vidéo du vocabulaire le plus courant de la vie quotidienne, un historique et un précis grammatical complet de la LSF ainsi que différents jeux.

1.4.3.4. Apprentissage mixte

Certains logiciels sont à la fois des logiciels d'apprentissage des moyens gestuels de communication, mais aussi des logiciels d'apprentissage de la langue écrite ou orale.

SYMBOL

Langue : Français, Anglais, Allemand, Espagnol, L.S.F, Lecture Labiale.

Support : CDI

Matériels : Lecteur CDI, téléviseur

SYMBOL permet aux sourds ou aux entendants de découvrir un environnement et d'apprendre le vocabulaire qui s'y rattache, dans différentes langues : Français, Anglais, Allemand et Espagnol. Il est surtout dédié aux enfants

L'exemple proposé est une maison (Figure 1.5) dans laquelle on se déplace à l'aide de la souris. Il suffit de sélectionner les pièces à découvrir. Si on sélectionne la cuisine, l'écran présente une image de la cuisine dans laquelle on peut évoluer. Toutes les zones

sélectionnables de la maison donnent accès à leur traduction dans l'ensemble des langues du logiciel.

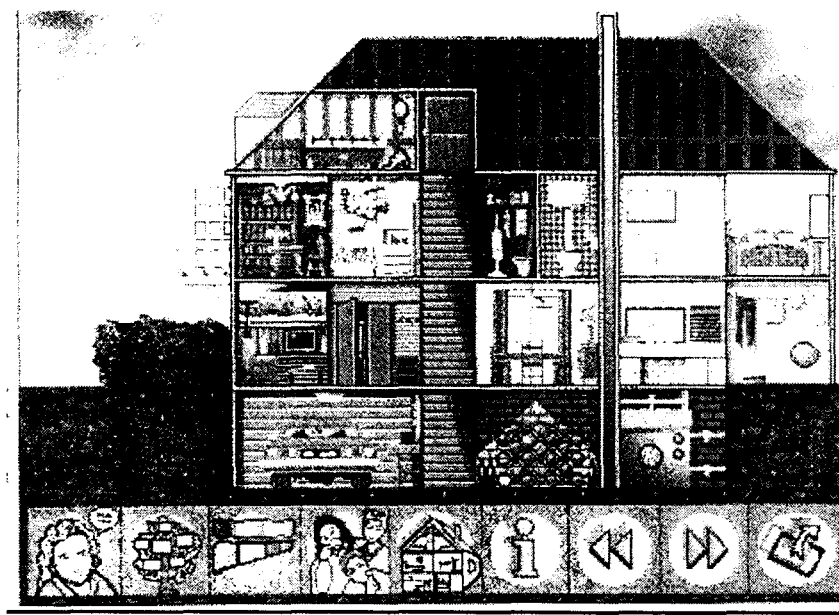


Figure 1.5 : Interface de Symbol.

LEXICA.

Langue : Français, L.S.F, L.P.C, Lecture Labiale.
Support : CD-ROM
Matériels : P.C

LEXICA est un logiciel d'apprentissage de vocabulaire structuré par secteur professionnel. L'objectif principal est de favoriser la mémorisation de concepts en Français écrit. Il utilise plusieurs modes de représentation : le signe, la lecture labiale du mot, la phonétique et l'image. Il est donc destiné aux déficients auditifs qui désirent se perfectionner au vocabulaire d'un secteur d'activité professionnel précis. Mais il sert aussi comme validation du vocabulaire signé présenté. En effet, la plupart des signes n'existaient pas auparavant. Ce logiciel permet donc de faire valider les mots nouveaux par la communauté sourde francophone.

Le FOURNIER signé.

Langue : Français, L.S.F.
Support : CD-ROM
Matériels : P.C

Le FOURNIER signé est un dictionnaire multimédia Français \ LSF et LSF \ Français. Il est destiné à l'ensemble des personnes qui désirent étudier la L.S.F. ou aux utilisateurs de la L.S.F. qui désirent apprendre du vocabulaire français.

Ce logiciel est l'équivalent de LEXICA pour sa partie Français \ LSF. Son originalité est la possibilité de retrouver un mot à partir d'une description du signe. En effet le geste est décrit à l'aide de paramètres physiologiques qui sont les équivalents des phonèmes pour les langues orales : Chiries (Figure 1.6), Tropies (Figure 1.7), Topies (Figure 1.8), Kinesies (Figure 1.9).

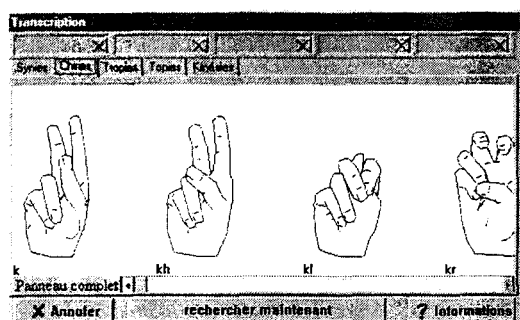


Figure 1.6 : Chiries.



Figure 1.7 : Tropies.



Figure 1.8 : Topies.



Figure 1.9 : Kinesies.

Dils (Dictionnaire illustré de la langue des signes)

Langue : Français, Langue des signes Française
 Support : CD-Rom
 Matériels : P.C

Le Dils est équivalent au Fournier signé. C'est un dictionnaire français \ LSF qui fonctionne dans les deux sens. Leur différence se situe dans la manière de décrire le geste.

Le geste est décrit à l'aide de quatre paramètres (Figure 1.10) : la configuration de la main, la localisation du geste, la direction de la paume et des doigts de la main, et l'action générale du geste.

Tous ces paramètres sont définis grâce à une interface graphique. Il suffit de sélectionner la forme représentative d'un signe. A chaque choix, la liste de mots proposés diminue. Lorsque la définition du signe est terminée, il ne reste que quelques mots dont on obtient une définition et la vidéo en LSF.

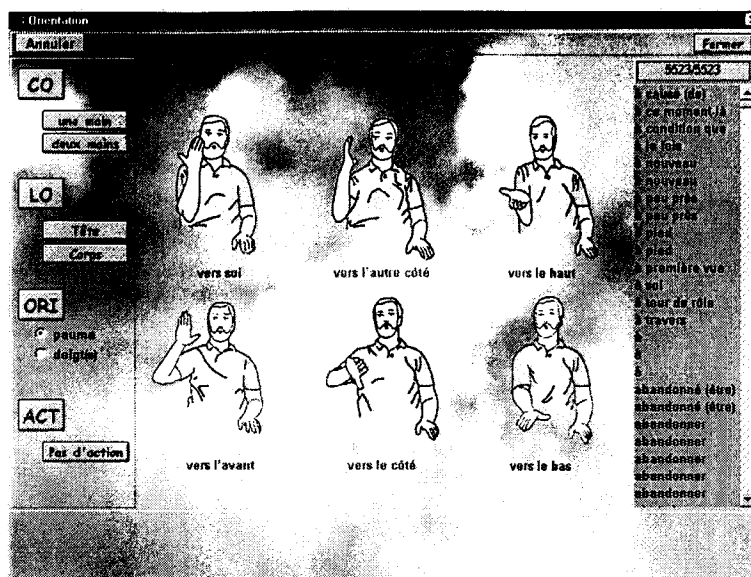


Figure 1.10 : Interface du DILS [CEP 98].

1.5. LES BESOINS

Malgré l'ensemble des instruments de formation que nous avons présentés ci-avant, les déficients auditifs « réclament » encore d'autres logiciels d'apprentissage. Afin de créer un outil utile aux personnes concernées par la surdité, nous avons collecté l'ensemble des besoins exprimés par plusieurs associations liées aux problèmes de la déficience auditive. La lecture de quelques sites Internet parlant de surdité nous a aussi permis de cerner une partie des problèmes rencontrés par les personnes sourdes. Nous présentons dans la suite les différentes attentes en terme de logiciel d'apprentissage que nous avons recueillies.

Dictionnaire multimédia : L.S.F, L.P.C, L.L, Français

L'usage du papier pour représenter le mouvement est source d'erreur et demande beaucoup de place. Aujourd'hui, tous les grands dictionnaires papier de langue orale ont leur équivalent multimédia. Ces outils permettent un accès plus rapide à l'information ainsi que l'utilisation du son et de la vidéo. Un dictionnaire multimédia classique ne nécessite que très peu d'aménagement pour être accessible aux déficients auditifs. L'usage de l'écrit doit être suppléé par l'image et la vidéo afin de mettre à disposition une traduction en langue des signes ou une lecture labiale.

Le mot dans son contexte

Plus qu'un simple dictionnaire de traduction, les utilisateurs demandent un outil qui permette de visualiser le mot dans son contexte.

Pour la langue des signes, il est intéressant de voir comment se place le mot dans la phrase et comment il interagit avec les autres signes. En effet, en langue des signes, les verbes de direction changent selon le point de départ et d'arrivée ; sans contexte ce principe est difficilement représentable.

Pour la lecture labiale, apprendre un mot isolé est beaucoup plus simple que de le retrouver dans une chaîne de mouvements labiaux. Il est donc intéressant de pouvoir visualiser des phrases. De plus, les liaisons entre mots sont aussi des difficultés qui ne sont pas représentables sans phrase.

Logiciel pouvant être utilisés par les sourds et les entendants.

La plupart des logiciels sont destinés à une cible bien précise. Il y a les logiciels pour les sourds qui désirent apprendre une langue orale, les logiciels pour les entendants qui veulent apprendre la langue des signes, les logiciels pour les devenus sourds qui cherchent à apprendre la lecture labiale etc. Les familles réclament des outils permettant aux enfants sourds et aux parents entendants de pouvoir utiliser le même support. Il faut que chacun puisse sentir que l'autre a besoin de lui et que lui-même a besoin de l'autre. L'apprentissage couplé des parents et des enfants est un moteur important dans le développement des apprentissages.

Aide à la traduction

Le rêve de beaucoup d'acteurs concernés par le problème de la surdité est la réalisation d'un traducteur automatique français – L.S.F.. Un tel outil permettrait d'accéder facilement à l'ensemble des informations de la langue orale : plus de problème de communication donc plus de problème d'insertion. En attendant un tel dispositif, il paraît raisonnable d'envisager l'utilisation d'un outil qui traduise des phrases simples pour permettre l'étude de la grammaire de la L.S.F..

Logiciel pouvant être enrichi

La plupart des dictionnaires Français – L.S.F. sont des outils figés. L'utilisateur n'a pas la possibilité de façon simple et accessible au plus grand nombre d'enrichir le corpus de mots fournis. La plupart des éducateurs réclament que l'on puisse modifier les contenus, l'ordre des mots, simplifier certaines définitions, changer des images... en d'autres termes, ils désirent un contenant dont le contenu puisse être modifié.

1.6. CONCLUSION

Comme on a pu le voir, il n'y a pas d'un côté les sourds et de l'autre les entendants, mais des personnes atteintes plus ou moins de surdité. Cette constatation entraîne, entre autres, qu'il n'y a pas un problème, mais des problèmes d'apprentissage.

Les différentes techniques de communication sont différentes suivant le degré de surdité, le milieu familial (parents sourds ou entendants) et l'âge d'apparition de la déficience auditive.

Pour communiquer, le sourd a deux moyens : soit l'oral, soit le geste. Comme il a été présenté précédemment, pour capter un message oral, le sourd utilise la lecture labiale. Cette technique étant difficile à maîtriser, il peut avoir recours, lors de son apprentissage, au langage parlé complété. La langue des signes, quant à elle, est le moyen naturel de communication de la communauté sourde.

Lecture labiale, Langage parlé complété et langue des signes sont donc les trois moyens de communication pour des personnes à audition déficiente. Comme on l'a vu, un logiciel d'apprentissage de ces techniques doit être un dictionnaire multimédia, qui présente le mot dans son contexte. Il doit être utilisable par toute la famille et si possible proposer un traducteur automatique. Les contenus d'un tel logiciel doivent pouvoir être réalisables par les acteurs de l'enseignement et non pas seulement par des informaticiens.

L'analyse des besoins émis par les personnes liées à la surdité est présentée dans le chapitre suivant, ainsi que le logiciel correspondant.

CHAPITRE 2.

LAC

Le geste étant le principal vecteur de communication de la communauté sourde, l'écrit se trouve inadapté dans les moyens d'apprentissage qui lui sont proposés. Ce constat nous a amenés à créer un **logiciel multimédia** que nous avons appelé LAC.

Dans un premier temps, nous montrons que l'utilisation des techniques multimédia permet non seulement de pallier les lacunes de l'écrit mais aussi de mettre en place des outils d'apprentissage tout à fait adéquats pour une population qui ne suit pas une scolarisation dite normale.

Dans un deuxième temps, nous effectuons l'analyse des besoins, rapidement présentés au chapitre précédent. Ceci nous permet de faire le bilan des composants d'un logiciel destiné à des déficients auditifs ou à des personnes qui désirent apprendre la LSF ou le LPC. En réponse à ce bilan, nous présentons le logiciel LAC.

Enfin, nous montrons que, loin d'être un simple outil de recherche en laboratoire, LAC a désormais une destinée européenne. En effet, nous présentons le logiciel CORPUS qui est une nouvelle version de LAC destinée à l'apprentissage de corpus lexicaux professionnels en langue des signes.

2.1. CREATION DE LAC

L'objectif de notre travail est de créer un logiciel multimédia destiné à tout public désireux de se familiariser avec la lecture labiale, le langage parlé complété et la langue des signes [VAN 96]. Il nous a d'abord fallu effectuer une analyse des besoins de façon à proposer un cahier des charges répondant aux attentes des déficients auditifs et de leur entourage. Sa validation a été faite par les utilisateurs eux-mêmes.

2.1.1. Intérêts d'un logiciel multimédia

L'accroissement constant des connaissances, des informations et des moyens d'y accéder, oblige chacun à être capable de s'auto-former. La maîtrise de l'outil informatique est désormais obligatoire et son usage indispensable.

Le « Multimédia » est donc un outil appelé à occuper une place de plus en plus importante dans le monde de l'éducation. Certains pensent qu'il fera « partie de l'environnement de travail quotidien des enseignants et des élèves, au même titre que des outils plus anciens comme les livres ou le duplicateur à alcool » [PUI 95].

La possibilité de combiner texte, image, son et vidéo accorde au multimédia d'innombrables vertus : individualisation, responsabilisation devant la tâche et devant son propre apprentissage, outil contre l'échec, démocratisation...

Tout ceci, comme nous allons le développer, tend à prouver que l'usage d'un logiciel multimédia n'a pas comme seul intérêt de « montrer » des gestes.

2.1.1.1. Individualisation

Un des problèmes de l'enseignement est la diversité des niveaux au sein d'une même classe. Le dilemme est de savoir s'il faut enseigner aux plus forts au détriment des plus faibles ou s'il faut freiner les meilleurs. Malgré la somme des travaux sur les différentes techniques de pédagogie différenciée, les cancrs continuent à se plaindre et les génies à s'ennuyer. « Une pédagogie différenciée ne peut se faire que si la classe ne possède pas trop de différences dans le suivi, dans la capacité de chaque élève à apprendre. Or dans une classe beaucoup trop hétérogène, les rythmes d'apprentissage sont très différents, aussi l'outil multimédia révèle-t-il là une parfaite efficacité. L'élève travaille à son rythme » [SOM 96]. L'usage du multimédia dans l'apprentissage permet à chacun de travailler à son rythme, de suivre son propre parcours de réflexion, de revenir sur ses points faibles, « d'accélérer » sur ses points forts sans contrainte extérieure, « Les façons d'appréhender le savoir sont véritablement propres à chacun... C'est l'un des grands problèmes à résoudre pour le système éducatif de demain les nouvelles technologies semblent pouvoir y répondre » [GIO 94].

2.1.1.2. Responsabilisation devant son propre apprentissage

M. Albertini précise qu' « en tant qu'ancien cancre, je sais qu'on ne retient jamais ce qu'on vous enseigne, mais seulement ce qu'on apprend par soi-même. Autrement dit : le travail individuel est une solution d'avenir, et les nouvelles technologies aujourd'hui ont toutes les chances parce qu'elles favorisent ce type de travail » [ALB 94]. Il est estimé que l'on retient 10% de ce qu'on lit alors que l'on retient 90% de ce que l'on fait et exprime en même temps ; l'auto-formation est, semble-t-il, un moyen efficace d'apprendre. « C'est bien dans l'opportunité offerte à l'apprenant de construire son propre savoir que réside l'intérêt majeur

de cet apprentissage. » [ARQ 96]. De plus les niveaux de qualification professionnelle nécessaires pour trouver un emploi sont de plus en plus élevés et de plus en plus spécialisés. L'enseignement public ne peut pas faire face à une demande aussi vaste des différents secteurs d'activité. « Nous entrons dans une phase où la formation nécessaire aux hommes pour vivre et travailler devra être de plus en plus souvent renouvelée, transformée, réadaptée aux nouvelles connaissances et aux nouveaux savoir-faire qui en découlent » [GIO 94]. Le multimédia est, là encore, un des moyens pour pallier l'afflux des sollicitations en matière d'apprentissage.

2.1.1.3. Contre l'échec

« C'est un moyen qui ne « gronde » pas, comme disent les élèves. La complémentarité des rôles de l'enseignement et des nouvelles technologies doit certainement tenir compte de cette composante psychologique importante » [GIO 94]. L'image qu'une personne a de soi est un paramètre important dans l'apprentissage, beaucoup d'élèves sont en échec scolaire parce qu'ils sont en repli sur eux-mêmes. « Des élèves réservés se révèlent. Certains s'expriment pour la première fois. Ceux qui, devant la classe, n'osaient pas parler se livrent sans problème « se débloquent » devant un appareil (ils sont jugés par une machine et non pas en proie aux critiques de camarades)... Des élèves qu'on ne pouvait intéresser à un sujet une heure de suite deviennent captivés » [SOM 96]. « Le rapport à une machine est très intéressant, car elle permet souvent de dédramatiser le rapport à l'écrit, lieu d'échec et de conflit particulièrement prégnant pour les sourds. La machine est un médiateur qui n'est pas « humain » : pas de négociation, pas de jugement a priori, des réponses claires » [BAR 94].

2.1.1.4. Démocratisation

L'ordinateur ne méprise pas, ne juge pas. Les logiciels multimédias sont les mêmes pour tous, pas d'élitisme, pas de paternalisme, pas de racisme. « Les nouvelles technologies vont donc dans le sens d'une démocratisation des savoirs, et ce mouvement s'inscrit dans les enjeux des évolutions sociologiques déjà évoquées, c'est-à-dire l'avènement d'une citoyenneté et le besoin d'un enseignement continu et autonome » [GIO 94].

2.1.1.5. Bilan

Ceci est une liste non exhaustive des différentes vertus que l'on prête au multimédia. BIBEAU pourrait conclure que « Dans le modèle industriel de l'école, l'enseignant était le travailleur et l'élève le « produit », dans l'école des technologies de l'information, l'enseignant sera le gestionnaire des apprentissages, l'élève sera le travailleur et le logiciel l'instrument de production, l'outil de traitement des connaissances et le moyen d'apprentissage » [BIB 94].

L'utilisation de logiciels multimédias pour une frange de la société en difficulté d'insertion est sans aucun doute profitable. Pour les sourds, eu égard au peu de moyens scolaires attribués à leur handicap, l'auto-formation semble être un très bon moyen d'insertion. Ceci permettrait d'enrayer l'illettrisme important de la communauté sourde et lui ouvrirait les portes à une ère nouvelle de la communication.

2.1.2. La demande, les choix

Plus qu'un simple dictionnaire, la communauté sourde attend un véritable outil d'apprentissage de vocabulaire, de phrases, une aide à la traduction, accessible aux sourds comme aux entendants, ainsi que la possibilité de pouvoir enrichir le dictionnaire. Dans la suite, nous détaillons ces besoins afin de trouver les moyens de les satisfaire.

2.1.2.1. Dictionnaire multimédia : L.S.F, L.P.C, L.L, Français

Il existe une multitude de dictionnaires multimédia pour les langues orales. Leur principe d'utilisation est sensiblement le même, la navigation se fait au travers d'une liste de mots accompagnés de différentes informations telles qu'une définition, une illustration sous forme d'image et parfois sous forme vidéo.

Un logiciel pour déficient auditif doit s'inspirer de ces dictionnaires tout en modifiant les éléments qui ne sont pas adaptés ainsi qu'en ajoutant les outils indispensables dus au handicap.

2.1.2.1.1. La navigation

Le corpus de mots est, dans la majeure partie des cas, présenté sous forme alphabétique. Cette logique n'est pas la plus recommandée pour des personnes qui ne manipulent pas aisément l'écrit. Il nous faut donc trouver un moyen efficace pour permettre aux utilisateurs de retrouver rapidement un mot sans pour autant en connaître l'écriture.

L'informatique permet de réaliser différents types de navigation : une navigation hiérarchique thématique, hiérarchique sémantique ou encore graphique. Dans la suite nous explicitons ces termes ainsi que les outils qu'ils font intervenir.

2.1.2.1.1.1. Hypertexte, hypermédia

D'abord avec l'hypertexte, ensuite avec l'hypermédia, l'informatique a profondément modifié les systèmes d'apprentissage. En effet, dans la grande majorité des cas, l'enseignement s'effectue séquentiellement sur le principe linéaire cours, exercice, évaluation et remédiation. Le chemin d'accès au savoir est le même pour tout le monde. Ce système qui a fait ses preuves est désormais bousculé par l'interactivité des logiciels multimédia.

L'hypertexte est l'une des composantes essentielles des dictionnaires multimédias. Il donne la possibilité, dans un texte, d'associer à un mot ou à un groupe de mots un autre hypertexte. Pour l'utilisateur, l'accès se fait en cliquant simplement sur le mot ou le groupe de mots choisi.

L'hypermédia est une fonction comparable à celle de l'hypertexte, mais étendue à d'autres médias que le texte tels que l'image, la vidéo ou le son.

Comme le fait remarquer LEVY « Le multimédia interactif se prête particulièrement aux usages éducatifs... grâce à sa dimension réticulaire et non linéaire, qui favorise une attitude exploratoire, voire ludique, face au matériau à assimiler et que c'est donc un instrument bien adapté à une pédagogie active » [LEV 90].

Grâce à l'hypertexte et à l'hypermédia, nous avons le moyen de réaliser différents systèmes de navigation.

2.1.2.1.1.2. Navigation hiérarchique thématique

Comme il est dit plus haut, l'ordre alphabétique n'est pas le moyen le mieux adapté pour retrouver un mot dans un corpus lorsque l'on ne maîtrise pas l'écrit. Une présentation thématique des mots semble plus adaptée.

Le principe est de regrouper les mots par liens de « parenté » ou de contenu-contenant. Par exemple, pour le thème de la maison, on présente l'ensemble des pièces d'une maison (Figure 2.1), ensuite pour le thème de la cuisine, on parle du contenu de la cuisine, pour le thème du frigo on énumère les aliments et ainsi de suite. Pour des animaux, la lionne amène le lionceau...

Ce principe est repris dans le logiciel SYMBOL présenté au chapitre précédent. L'auteur se déplace sur le plan d'une maison et accède ainsi à l'ensemble des pièces. Dans ce cas, l'image est le support de la navigation. Ce principe correspond aussi, un peu, à celui du rangement des dossiers sur un ordinateur. Un dossier comporte d'autres dossiers qui sont des sous-thèmes du premier.

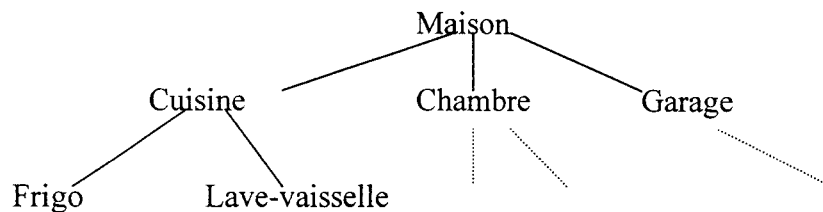


Figure 2.1 : Arborescence hiérarchique thématique.

Le déplacement d'un thème à l'autre se fait grâce à l'hypertexte ou à l'hypermédia. Ce moyen de recherche permet d'accéder aux informations sans connaître la langue dans laquelle sont écrits les mots. Mais un des problèmes de ce système est la difficulté à classer certains mots. L'exemple célèbre de l'œuf et de la poule illustre bien les limites de la méthode.

2.1.2.1.1.3. Navigation hiérarchique sémantique

La navigation hiérarchique sémantique diffère de la précédente par le fait que les mots sont liés plus par leur sens que par un thème défini au début. Dans l'exemple précédent l'ensemble des mots était relié au thème de la maison. Ici, chaque mot peut dévier sur un autre thème. Par exemple, la forêt amène à parler des arbres puis des métiers du bois, des charpentiers, ensuite des techniques de fabrication de toiture (Figure 2.2).

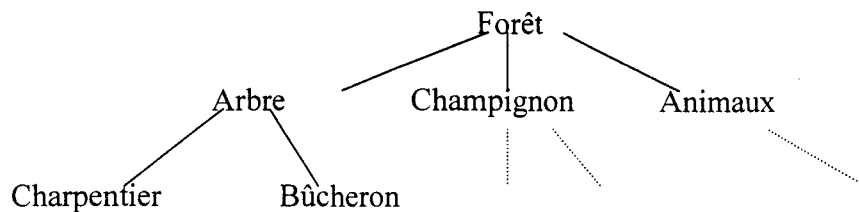


Figure 2.2 : Arborescence hiérarchique sémantique.

Qu’elles soient thématique ou sémantique, ces deux techniques permettent d’étudier une langue sans la connaître a priori. Le tout est que l’utilisateur soit prévenu de la méthode de navigation. Sinon, le risque est qu’il se perde dans l’arborescence.

2.1.2.1.1.4. Navigation graphique

Un des exemples les plus connus de la navigation graphique est Internet. Surfer consiste à parcourir différents nœuds d’information qui amènent à rechercher d’autres informations. On peut visiter un site qui parle de voyage, pour se retrouver ensuite, soit sur un site de gastronomie, soit sur un site de moyen de locomotion (Figure 2.3).

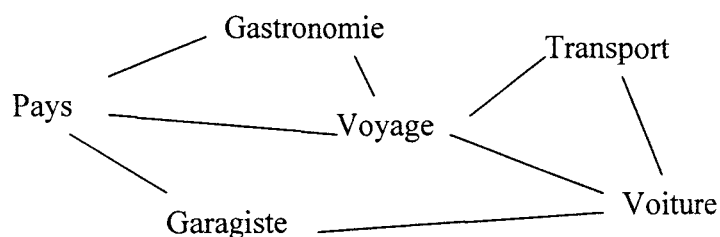


Figure 2.3 : Représentation graphique.

La difficulté de cette navigation est qu’il n’y a pas un seul chemin entre deux points. On peut aussi bien errer que rester bloquer dans une boucle. Comme dit MAYES « Un choix non guidé peut-être aussi inefficace que pas de choix du tout. » [MAY 93].

Toutefois la dextérité avec laquelle les adolescents « surfent » sur Internet montre l’intérêt indéniable de la navigation graphique.

2.1.2.1.2. La vidéo

La possibilité d’utiliser la vidéo impose l’ordinateur comme le support incontestable de l’enseignement des langues gestuelles. Un logiciel destiné aux sourds doit donc présenter des séquences vidéo.

La majeure partie des outils informatiques destinés aux sourds utilise la vidéo. Mais la remarque qui nous a été faite, est que l'on donne rarement la possibilité aux utilisateurs de « jouer » avec elle. En effet, il semble indispensable de pouvoir régler la vitesse de défilement, ainsi que de pouvoir répéter la séquence plusieurs fois et sélectionner la partie intéressante.

Plus qu'une simple vidéo, il faut un lecteur de vidéo avec l'ensemble des commandes de lecture.

2.1.2.2. Le mot dans son contexte

Présenter les mots simplement dans leur forme « primaire » ne permet pas d'étudier pleinement leur sens. Les utilisateurs sourds réclament de pouvoir observer le mot dans son contexte. Des phrases doivent illustrer le mot et doivent être présentées suivant les diverses techniques de communication de la communauté sourde.

Pour présenter le mot dans son contexte, des logiciels comme GASPARD [TEL 98] utilisent des textes de plusieurs lignes, mais dans ce cas le but recherché est plus un apprentissage de la lecture qu'un apprentissage du vocabulaire.

D'autres logiciels utilisent souvent la place réservée à la définition, mais celle-ci est rarement présentée dans toutes les langues.

Il convient de réaliser le lien entre les mots et une liste de phrases présentées en lecture labiale, en langage parlé complété et en langue des signes. Cette liste doit être aussi importante que l'image ou la définition des mots.

2.1.2.3. Logiciel pouvant être utilisé par les sourds et les entendants.

Une des demandes issues des familles d'enfants déficients auditifs est que le logiciel puisse être utilisé par les enfants et les parents. Le logiciel doit donc pouvoir être utilisé par des sourds et par des entendants. Comme nous l'avons vu plus haut, la navigation logique pour un entendant est l'utilisation de l'écrit ordonné alphabétiquement, tandis que pour le sourd, l'image est le support principal de compréhension.

Le logiciel doit pouvoir fournir l'ensemble des navigations présentées plus haut. Il doit faire apparaître l'écrit, l'image, la vidéo, et chacun d'eux doit permettre la compréhension du mot sans l'utilisation des deux autres. L'image ou la vidéo donne au sourd la traduction de l'écrit ; et à l'entendant la traduction de la vidéo.

2.1.2.4. Aide à la traduction

L'aide à la traduction est le point le plus compliqué à satisfaire. Le manque d'homogénéisation des différentes langues des signes fait qu'une traduction ne peut être universelle. Malgré cela, on peut remarquer que pour des phrases simples, il y a peu de variation ; les divergences se rencontrent surtout sur le vocabulaire. Notre logiciel se voulant un dictionnaire d'apprentissage, les mots présentés doivent être validés par la majorité de la communauté sourde.

La réalisation d'une aide à la traduction peut donc être envisagée pour des phrases simples qui utilisent le vocabulaire du dictionnaire. La réalisation de cet outil est présentée dans le chapitre suivant.

2.1.2.5. Logiciel pouvant être enrichi

Le problème de la plupart des logiciels multimédias est leur manque de souplesse. Les éditeurs vendent à la fois le contenant et le contenu. On a vite fait le tour du logiciel et il faut en acheter un autre.

Le logiciel SYMBOL en est un exemple. Son utilisation est très ludique ; elle permet d'étudier le vocabulaire de la maison en se promenant agréablement dans des images, mais le problème est que pour créer un nouveau contenu, il faut refaire l'ensemble de la maquette.

Cette absence de possibilité d'intervention sur les logiciels multimédias est une des raisons essentielles de leur rejet par une grande partie des enseignants. Un outil d'apprentissage doit pouvoir donner la possibilité de modifier son contenu par les acteurs principaux que sont les formateurs et les parents.

Un logiciel d'apprentissage doit donc être composé de deux éléments : un générateur et un lecteur de contenu. Le générateur doit être le plus simple possible afin d'être utilisé par l'ensemble des formateurs qui ne sont pas forcément des spécialistes de l'outil informatique.

2.1.3. LAC

La création d'un logiciel multimédia destiné à tous ceux désireux de se familiariser aux différentes techniques de communication chez les personnes sourdes correspond à une nécessité [CAN 99].

Il faut faire correspondre, à chaque mot d'un corpus lexical, son expression vidéo en langue des Signes Française (L.S.F), lecture labiale (L.L) et Langage Parlé Complété (L.P.C), et accompagner chacun des mots d'une image, d'une définition et de phrases. Le logiciel doit contenir deux parties, l'une « utilisateur » qui permette d'étudier les contenus, l'autre « éditeur » qui permette de les créer.

Dans la suite, nous présentons les deux parties de notre logiciel, résultats de l'analyse précédente. Le cahier des charges a été validé par l'ANPEDA, par SELOS, par l'IRHOV (liège) et par l'Institut des Jeunes Sourds d'Arras. Mais dans un premier temps, nous étudions la notion de corpus lexical.

2.1.3.1. Contenu du corpus

Avant de réaliser le logiciel, il faut définir l'organisation de son contenu. Le but du logiciel étant d'étudier un corpus lexical de mots accompagnés d'images, de définitions et de vidéos, nous donnons dans la suite la structure de notre corpus.

2.1.3.1.1. Hiérarchie

Afin de permettre une navigation hiérarchique, notre corpus est défini de façon arborescente (figure 2.4). Le thème principal de notre corpus est le tronc au bout duquel poussent des branches contenant d'autres branches.

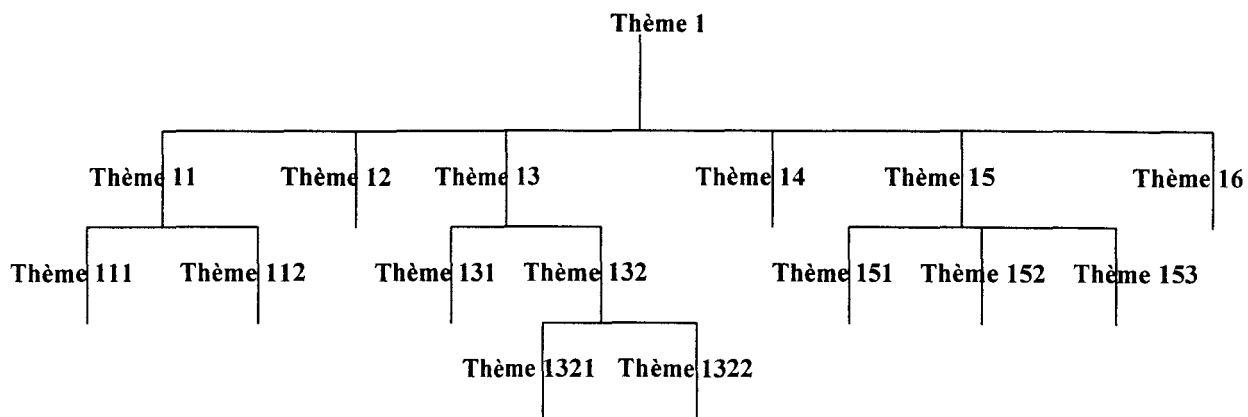


Figure 2.4 : Représentation hiérarchique des thèmes du corpus.

2.1.3.1.2. Les liens

Chaque thème contient différentes informations. La figure 2.5 en donne une représentation.

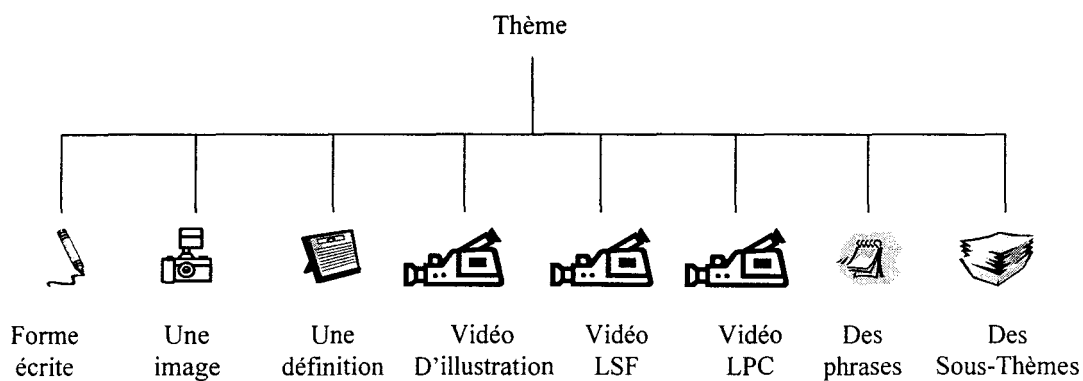


Figure 2.5 : Contenu d'un thème.

2.1.3.1.3. Les phrases

Chaque thème contient des phrases qui permettent de l'illustrer. Chacune de ces phrases contient différentes informations (Figure 2.6).

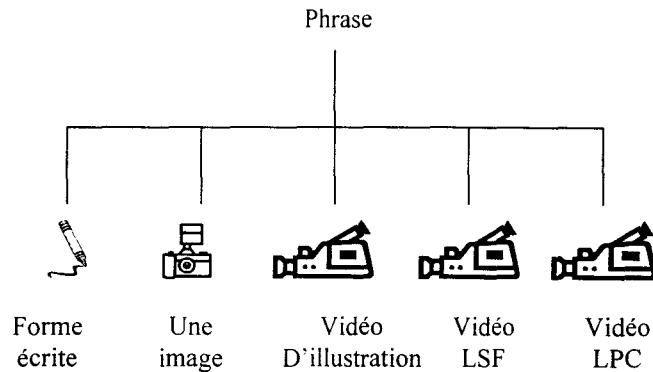


Figure 2.6 : Contenu d'une phrase.

2.1.3.2. Partie utilisateur

Nous avons voulu que notre logiciel (Figure 2.7) soit le plus simple possible. C'est pourquoi il n'est composé que d'un seul écran. Toutes les informations y sont disposées dans différentes fenêtres. On retrouve ainsi les fenêtres corpus, vidéo, image, définition et phrase. Dans la suite, nous explicitons le choix de ces différentes fenêtres ainsi que l'ensemble des icônes présents à l'écran.

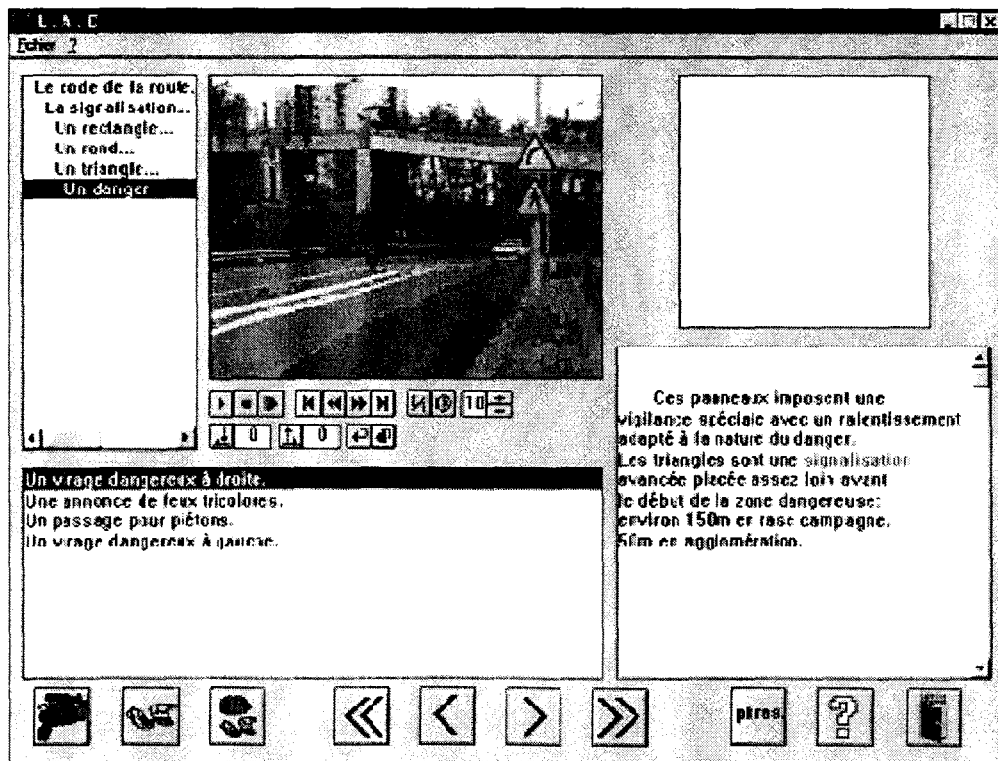


Figure 2.7 : Interface utilisateur du logiciel LAC.

2.1.3.2.1. Corpus

Le logiciel doit être accessible aux entendants comme aux sourds. C'est pourquoi il contient une fenêtre CORPUS (Figure 2.8) qui présente les mots dans leur forme écrite.

Le principe que nous avons retenu est la forme hiérarchique. Nous partons du thème de notre corpus et chaque mot qui en découle est placé sous celui-ci et décalé d'un rang vers la droite. Chacun de ces mots devient alors un nouveau thème, sous-thème du précédent. Les nouveaux mots ainsi créés peuvent avoir à leur tour des sous-thèmes et ainsi de suite. Par exemple, lors de la recherche du mot *rectangle*, celui-ci est placé sous le mot *signalisation* qui lui-même est placé sous le thème *code de la route*.

Comme on peut le voir à partir de l'exemple, chacun des sous-thèmes est décalé d'un espace vers la droite par rapport à son thème, de plus, trois petits points indiquent si le thème contient des sous-thèmes.

Le déplacement au sein de la liste s'effectue soit à l'aide de la souris en sélectionnant le mot ou à l'aide d'icônes de déplacement placés dans le bas de l'écran. En cliquant deux fois sur un mot, l'ensemble de ses sous-thèmes apparaît. Cette procédure correspond à celle des explorateurs de fichiers, ce qui permet de rendre cette fenêtre d'un usage familier pour les utilisateurs de logiciels informatiques.

Le positionnement sur un mot de la liste met à jour l'ensemble des informations le concernant, c'est-à-dire l'image, la définition, les phrases, les vidéos.

Cette présentation permet de réaliser une navigation hiérarchique thématique ou sémantique.

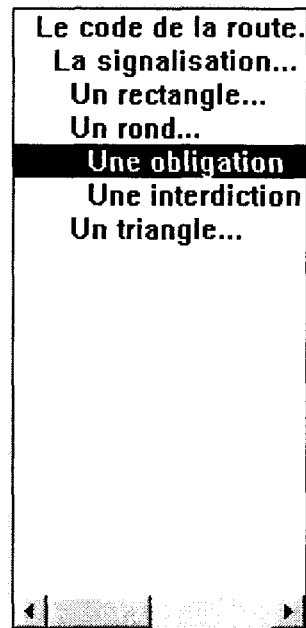


Figure 2.8 : Fenêtre corpus.

2.1.3.2.2. Image

L'image doit permettre aux sourds de comprendre immédiatement le mot sélectionné, sans être pour autant le média principal.

Des logiciels comme « SYMBOL » ont fait le choix d'utiliser l'image comme moyen de recherche du mot, d'autres logiciels naviguent à travers une liste d'icônes.

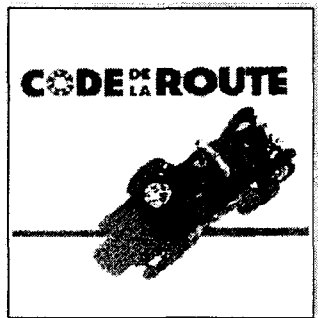


Figure 2.9 : Fenêtre image.

Nous avons fait le choix de mettre l'image comme un complément d'information (Figure 2.9). Elle n'apparaît pas dans la fenêtre du corpus, mais à côté. Il nous semble important de distinguer les deux informations. L'image est une aide au même titre que la vidéo. Ceci permet de donner plus d'importance à la fenêtre corpus et ainsi d'amener l'utilisateur à employer l'écrit comme moyen de recherche.

Une des difficultés communes à tous ceux qui ont voulu utiliser l'image comme fenêtre de traduction est la complexité à représenter une idée, une odeur, un goût... en général, tout ce qui est abstrait. Tout l'art de l'éditeur est alors de rendre compréhensible l'ensemble des mots du corpus.

2.1.3.2.3. Vidéo

Le logiciel doit pouvoir présenter des vidéos en langue des signes, en langage parlé complété et en lecture labiale.

Une des remarques que l'on nous a faite est que, dans la plupart des logiciels, il n'y a pas la possibilité de « jouer » avec la vidéo.

Pour répondre à cette attente et ainsi permettre un meilleur apprentissage du signe ou de la lecture labiale, une barre d'outils, ressemblant à un magnétoscope, permet de jouer les séquences au ralenti, en boucle ou image par image (Figure 2.10).

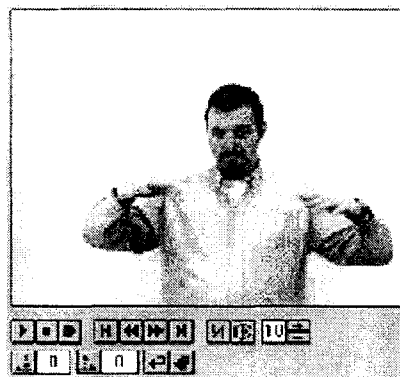


Figure 2.10 : Fenêtre vidéo.

Cette barre propose différents gadgets (Figure 2.11). Le logiciel donne la possibilité de visualiser les vidéos à la vitesse que l'on désire. Pour cela, il suffit de modifier la vitesse à l'aide de symboles « plus » et « moins » (Figure 2.12).

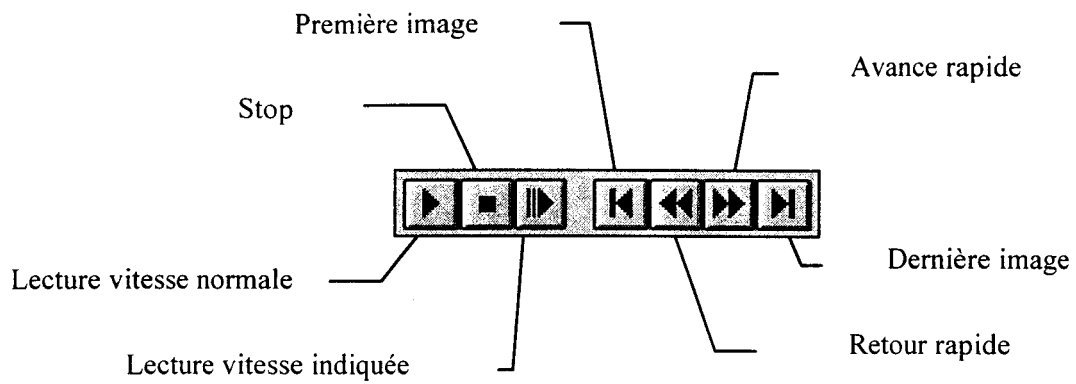


Figure 2.11 : Barre lecture vidéo.

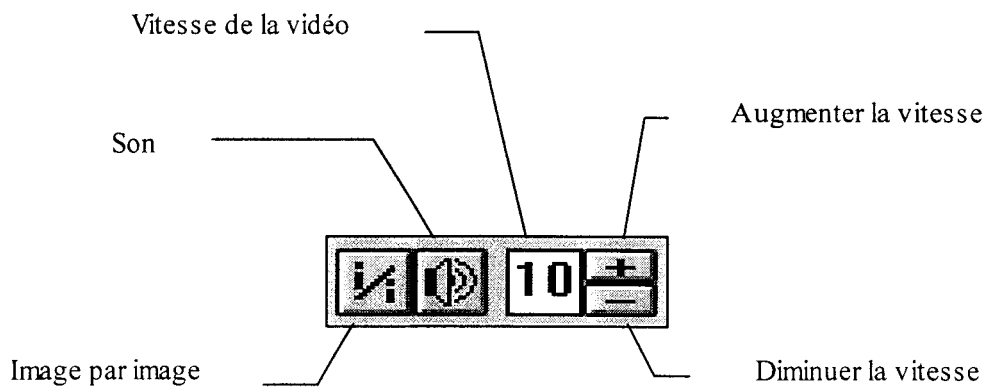


Figure 2.12 : Barre vitesse et son de la vidéo.

Il peut paraître intéressant de visionner seulement une partie du film. Ceci s'effectue en lançant la vidéo puis, au moment choisi, en sélectionnant l'image de début puis de fin (Figure 2.13). La séquence obtenue peut ainsi être lue en boucle.

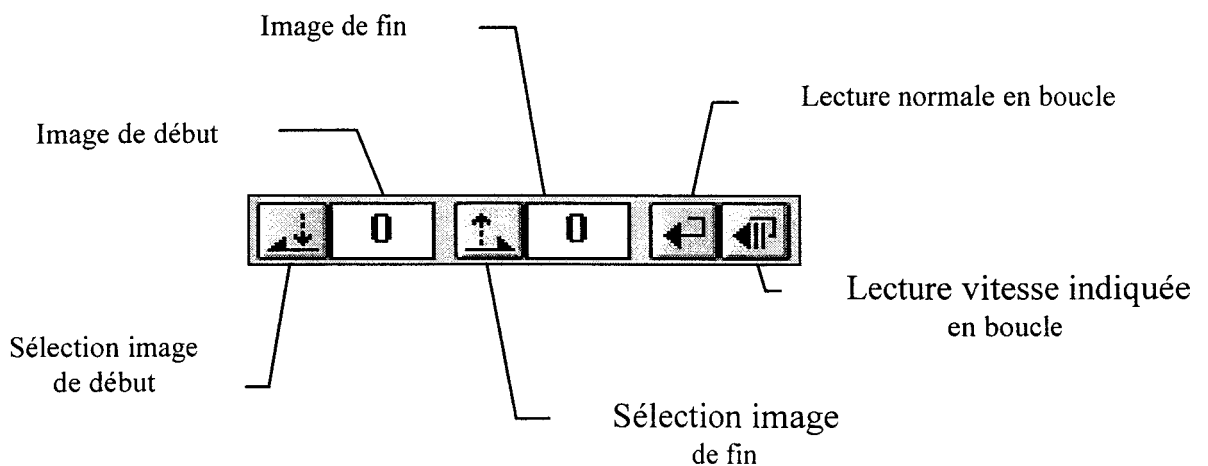
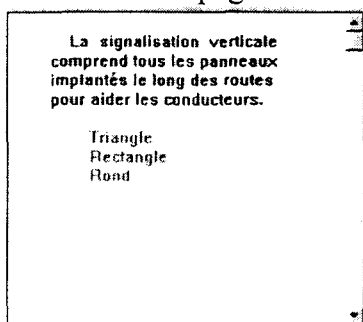


Figure 2.13 : Barre lecture en boucle.

2.1.3.2.4. Définition

D'après l'analyse que nous avons faite des besoins, le logiciel doit donner la possibilité de naviguer hiérarchiquement mais aussi sous forme de graphe. C'est pour cela que tous les mots du logiciel sont accompagnés d'une définition en hypertexte. L'hypertexte est un moyen



supplémentaire fourni à l'utilisateur de se déplacer dans le corpus. L'utilisateur peut ainsi étudier le corpus en visionnant les mots qui lui sont inconnus. L'hypertexte lui donne ainsi la possibilité d'accéder rapidement aux mots du corpus se trouvant dans la définition.

Figure 2.14 : Fenêtre définition.

Pour chaque mot, il faut donc réaliser une définition en hypertexte qui permette de comprendre le sens du mot. La difficulté est que la plupart des utilisateurs possèdent une maîtrise assez pauvre de l'écrit. Les définitions doivent

donc être exprimées dans un langage simple, accessible au plus grand nombre.

Dans l'exemple de la Figure 2.14, le simple clic sur les mots triangle, rectangle ou rond permet d'accéder directement à leur représentation.

2.1.3.2.5. Phrase

La possibilité d'accompagner chaque mot de phrases est le point le plus original du logiciel. En effet, dans la plupart des logiciels qui permettent d'étudier du vocabulaire, celui-ci n'est jamais mis en situation. Comme il a été demandé, chaque phrase donne accès à sa traduction en LSF, sa présentation en LPC et à une illustration.

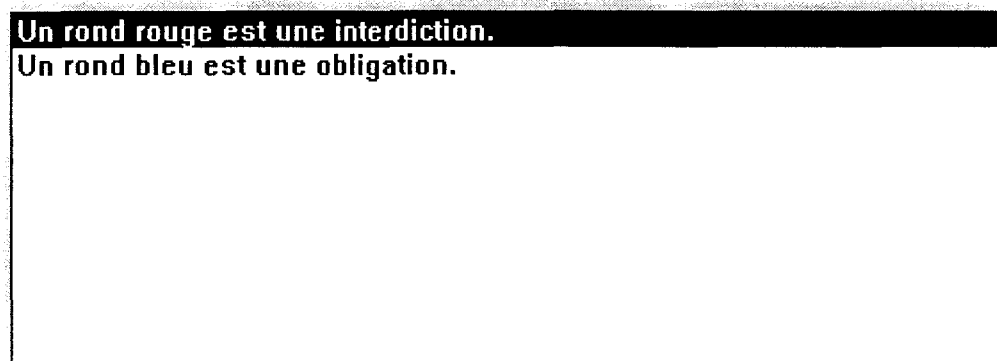


Figure 2.15 : Fenêtre phrase.

Afin de simplifier l'utilisation du logiciel, la fenêtre phrase (Figure 2.15) fonctionne sur le même principe que la liste de mots. Les déplacements s'effectuent à l'aide de la souris ou des icônes de déplacement. La sélection d'une phrase met à jour une partie des autres média, c'est-à-dire l'image et les vidéos.

2.1.3.2.6. Les icônes

Quelques boutons facilitent l'usage du logiciel. Ils ont été regroupés au bas de l'écran. On y trouve tout d'abord les icônes de vidéo.

Afin que l'utilisateur puisse visionner les mots soit en LSF, en LPC ou voir l'illustration, trois icônes (Figure 2.16) permettent de passer d'une représentation à l'autre.

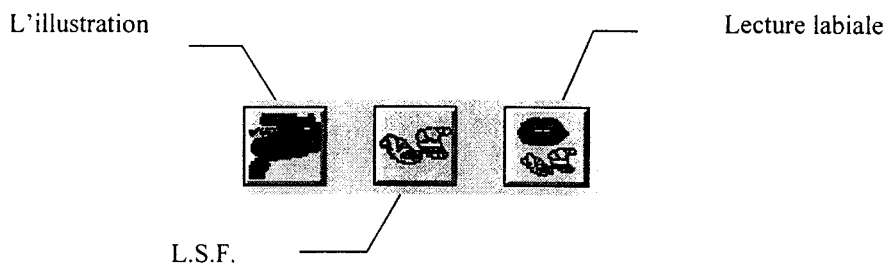


Figure 2.16 : Icônes de choix des vidéos.

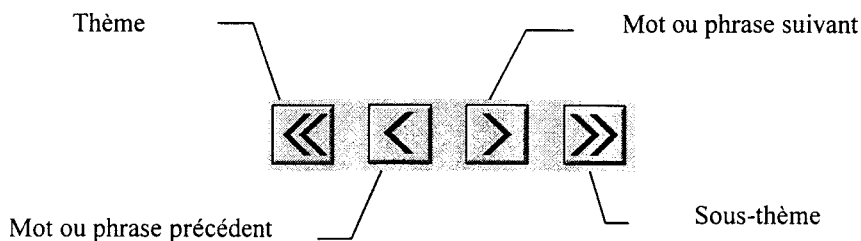


Figure 2.17 : Icônes de déplacement.

Le déplacement dans la liste de mots peut se faire par sélection à l'aide de la souris. Toutefois, l'écrit n'étant pas le support principal de navigation pour le sourd, quatre icônes de déplacement ont été adjoints au logiciel (Figure 2.17). La navigation s'effectue donc en passant du thème au sous-thème par simple clic sur des icônes. L'utilisateur peut ainsi accélérer sa recherche en faisant abstraction de l'écrit. Ces quatre boutons servent aussi bien pour les mots que pour les phrases.

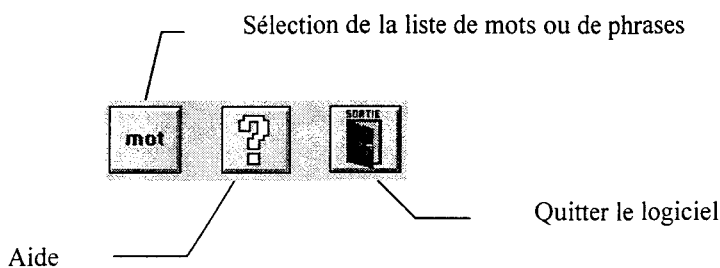


Figure 2.18 : Icônes mots/phrases, aide et sortie.

Pour accéder à l'une ou à l'autre de ces listes, il faut cliquer sur le premier icône de la figure 2.18. Il apparaît alors sur le bouton le nom de la liste choisie.

Comme dans beaucoup de logiciels, un icône d'aide transforme le curseur en point d'interrogation, ce qui permet, en cliquant sur une zone de l'écran ou un icône, d'obtenir une aide sur la partie sélectionnée.

2.1.3.3. Partie éditeur

Les formateurs rencontrés lors de l'établissement du cahier des charges de notre logiciel souhaitaient pouvoir être les acteurs de leur enseignement en ayant la possibilité d'établir leur propre contenu.

Le choix que nous avons fait est de reprendre la présentation du logiciel d'utilisation. Seuls quelques icônes de création ont été ajoutés afin de créer les contenus. Ceci permet au créateur de visionner en temps réel son corpus. L'éditeur (Figure 2.19) est donc à la fois un lecteur et un générateur.

Dans la suite, nous présentons les différentes étapes qui permettent de réaliser un corpus de mots, en particulier la partie concernant l'éditeur.

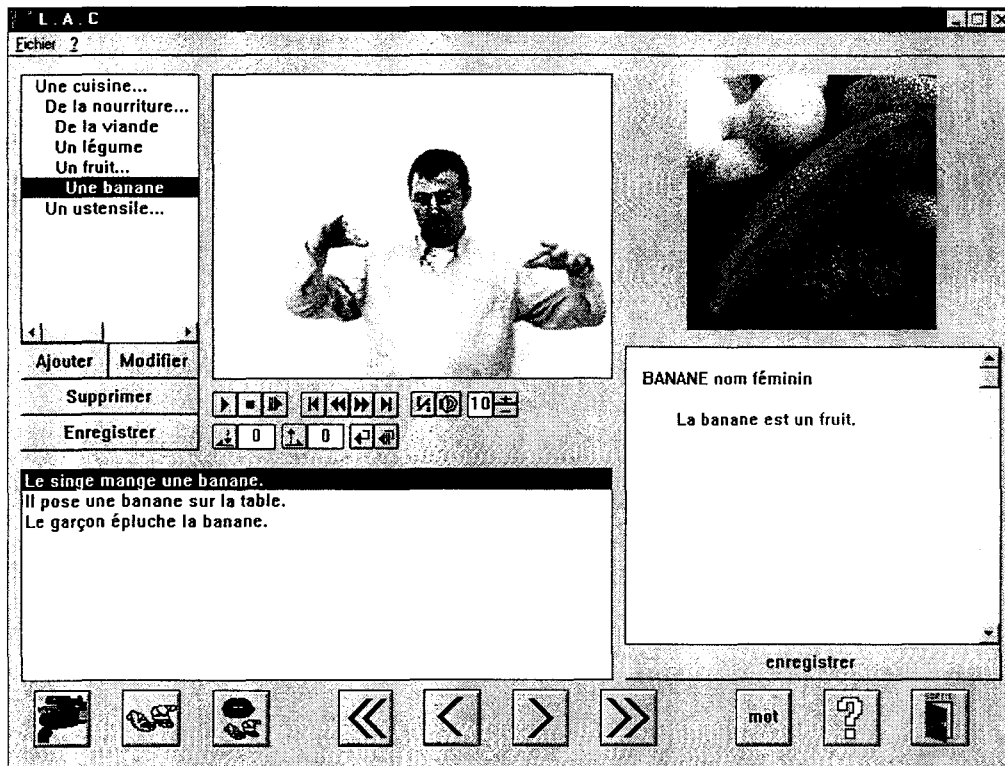


Figure 2.19 : Interface de l'éditeur de L.A.C.

2.1.3.3.1. Principe

La création d'un nouveau corpus s'effectue en quatre étapes :

- choisir et réaliser le corpus de mots (mots, phrases, définitions) ;
- réaliser les séquences vidéos et les images ;
- transformer en fichiers informatiques les images et les vidéos ;
- utiliser l'Editeur de L.A.C. pour créer les liens entre les mots et les différents fichiers créés.

La première étape est généralement réalisée par des enseignants. Ils doivent choisir le thème et l'ensemble du vocabulaire ordonné en thèmes et sous-thèmes, écrire une définition simple et trouver des phrases qui illustrent chaque mot.

La deuxième étape doit être réalisée par des graphistes. En effet, l'image est le support de navigation pour les utilisateurs sourds et doit être la traduction la plus illustrative possible du sens du mot. La réalisation des séquences vidéos d'illustration demande aussi un certain goût artistique. Quant aux séquences vidéos de langue des signes et de langage parlé complété, elles relèvent plus de compétences cinématographiques. Les lumières et le cadrage sont importants pour bien faire ressortir toutes les subtilités du signe.

La troisième étape consiste à réaliser l'ensemble des fichiers informatiques d'images et de vidéos. Notre logiciel fonctionne pour le moment avec des images au format BMP et des vidéos au format AVI. Les problèmes de création de ces fichiers seront évoqués dans la suite. Ces difficultés sont à l'origine des travaux de recherche présentés en fin de chapitre.

2.1.3.3.2. Utilisation de l'éditeur

Le cahier des charges imposait que la création d'un corpus devait être la plus simple possible, sans connaissance approfondie en informatique. C'est pourquoi les seules connaissances informatiques nécessaires à la création du corpus sont l'utilisation de la souris et la recherche de fichiers dans des répertoires. Le logiciel guide le créateur pas à pas dans la fabrication de son fichier.

Un des avantages de notre éditeur est la possibilité de vérifier le corpus en direct. L'éditeur se présente comme une partie utilisateur, avec en plus des outils de création.

2.1.3.3.2.1. Nouveau corpus

Le logiciel LAC a été développé sur un environnement WINDOWS, la création d'un fichier s'effectue donc comme dans tous les logiciels par la sélection du thème « Nouveau » dans le menu « Fichier » (Figure 2.20). Une fenêtre demande alors le nom du fichier, avec son emplacement sur le disque (Figure 2.21).

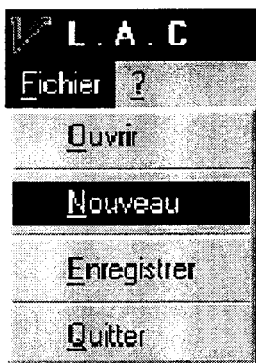


Figure 2.20 : Menu fichier.

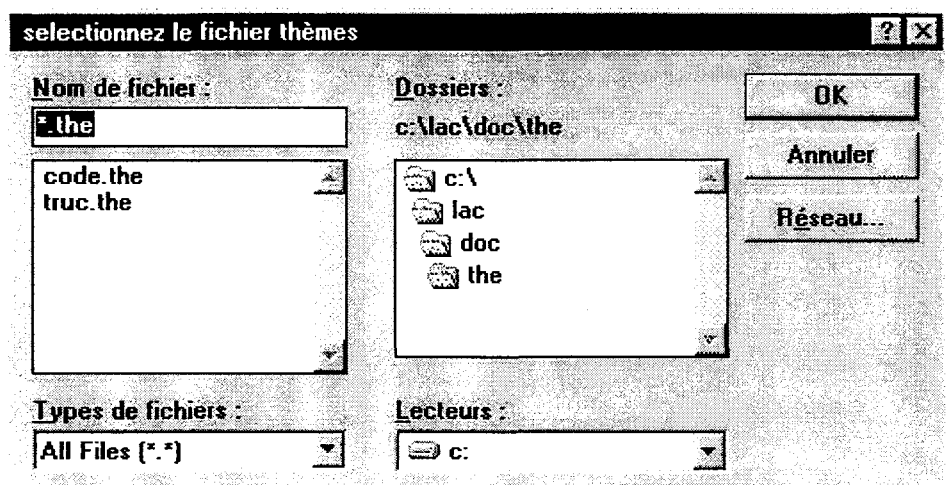


Figure 2.21 : Fenêtre de sélection de fichiers.

Maintenant, il reste à ajouter les mots et les phrases de la liste de ce thème.

2.1.3.3.2.2. Créer le corpus

Pour simplifier l'utilisation, nous avons fait le choix d'effectuer l'ajout, la modification ou la suppression de la même façon et avec les mêmes icônes (Figure 2.22) qu'il s'agisse d'un mot ou d'une phrase. Afin que le logiciel sache sur quelle entité porte l'action, il faut sélectionner l'icône « mot-phrase » (Figure 2.18). Dans tous les cas, les fenêtres de travail indiquent si le travail se fait sur un mot ou sur une phrase.

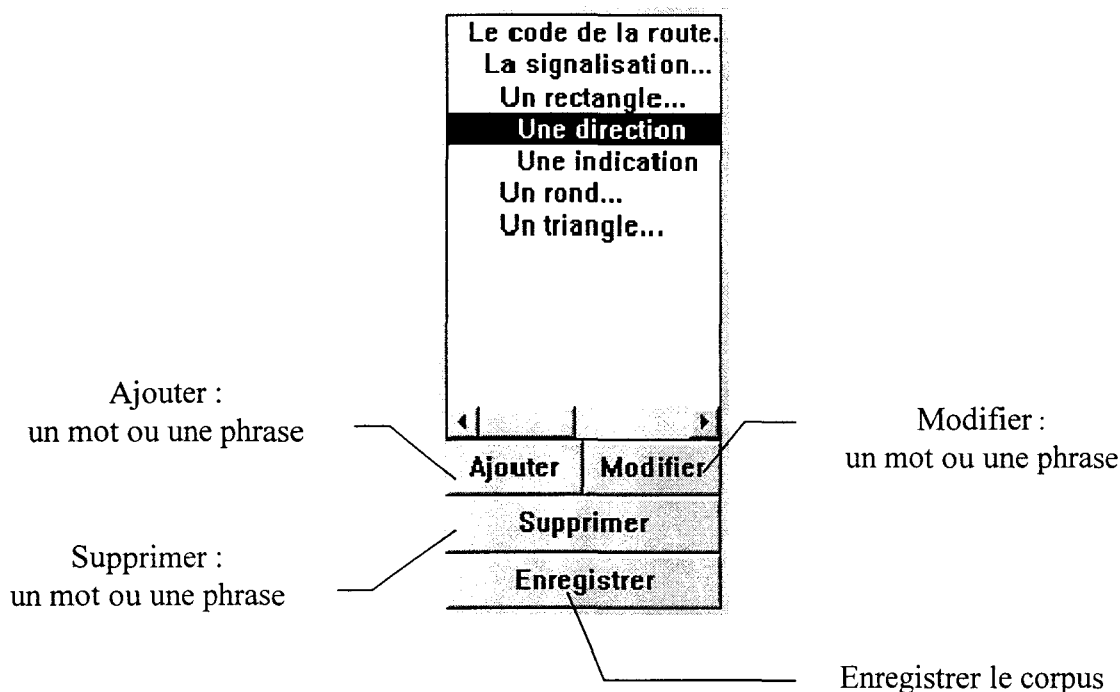


Figure 2.22 : Icônes de création de corpus.

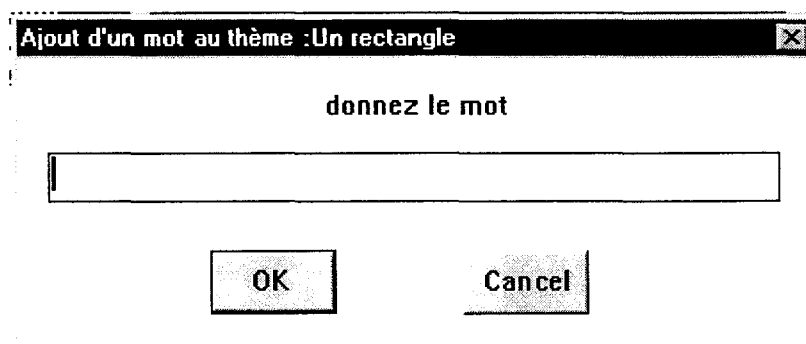


Figure 2.23 : Fenêtre d'ajout de mot.

La sélection de l'icône « ajouter » ouvre la fenêtre de la figure 2.23, dans laquelle on vient écrire le mot que l'on veut ajouter. Ce mot devient sous-thème du mot sélectionné dans la liste (ce mot est rappelé dans la barre de menu de la fenêtre).

Après avoir validé, il faut sélectionner l'ensemble des fichiers image, vidéo d'illustration, vidéo LSF et vidéo LL correspondant à cet élément. Pour cela, une fenêtre (Figure 2.24) propose l'ensemble des images préalablement installées.

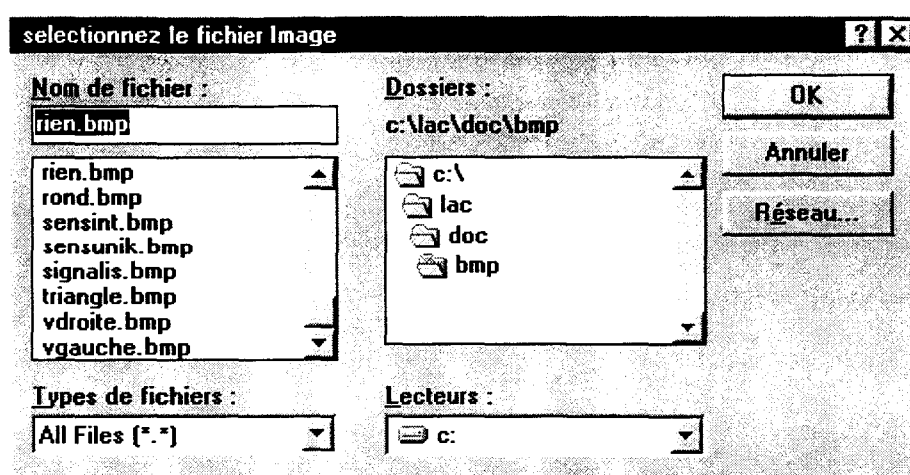


Figure 2.24 : Fenêtre de sélection des fichiers d'images.

Des fenêtres équivalentes apparaissent pour les différents fichiers vidéo.

Pour ajouter une phrase, le principe est sensiblement identique. Il suffit de se positionner sur le thème auquel on veut ajouter une phrase et de sélectionner l'icône « mot-phrase ». on effectue Ensuite la même démarche que celle utilisée pour ajouter un mot.

Modifier un mot ou une phrase

Pour modifier un mot ou une phrase, il faut se positionner sur l'objet à modifier et sélectionner l'icône « modifier ». La démarche devient identique à celle utilisée pour ajouter un mot.

Supprimer un mot ou une phrase

Pour supprimer un mot ou une phrase, on se positionne sur le mot ou la phrase et on sélectionne l'icône « supprimer ». La suppression d'un mot entraîne la suppression de tous ses sous-thèmes.

2.1.3.3.2.3. Créer les définitions hypertextes

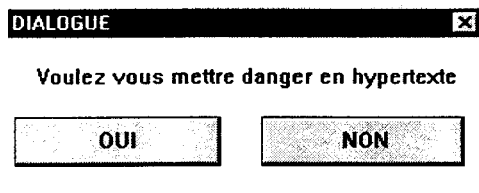


Figure 2.25 : Choix de l'hypertexte.

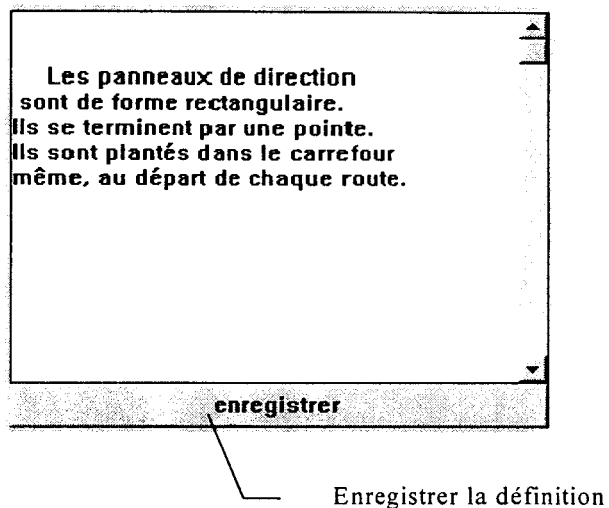


Figure 2.26 : Fenêtre de définition.

Les définitions hypertexte sont l'un des moyens donné à l'utilisateur de naviguer sur le corpus. Leur saisie se fait directement dans la fenêtre « définition » (Figure 2.26). La partie hypertexte se réalise automatiquement. Lors de la sélection de l'icône « enregistrer » qui se trouve sous la fenêtre, si dans la définition apparaissent des mots se trouvant dans le corpus, une fenêtre (Figure 2.25) propose de les mettre en hypertexte. La réalisation du corpus doit donc commencer par la saisie de tous les mots de la liste et se terminer par la saisie des définitions.

2.1.3.3.2.4. Enregistrer le corpus

Quand toute la saisie est terminée, pour enregistrer le corpus, il suffit de sélectionner l'icône « enregistrer » se trouvant sous la liste de mots (Figure 2.22). Comme dans la plupart des logiciels de création, une fenêtre (Figure 2.27) demande de donner un nom au nouveau corpus.

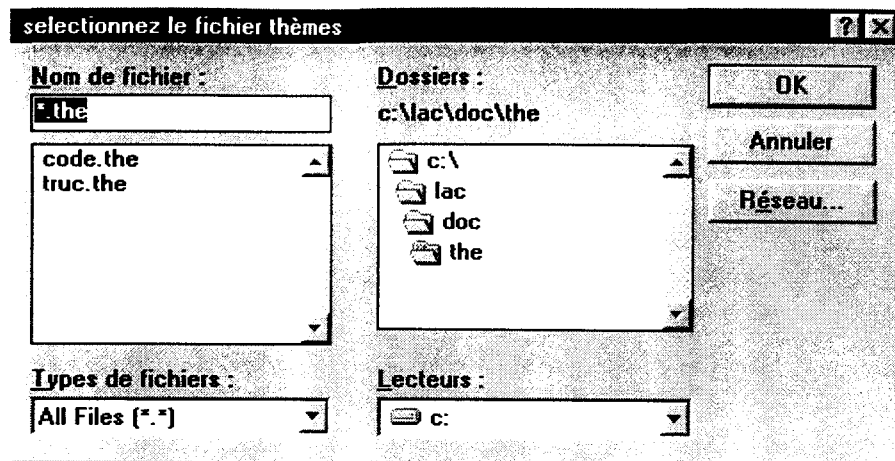


Figure 2.27 : Fenêtre d'enregistrement du corpus.

2.1.3.3.2.5. Autre méthode

Une des critiques faite aux logiciels d'apprentissage est leur trop grande rigidité. La plupart des logiciels ne permettent pas à l'enseignant de modifier les contenus. Pour notre logiciel, nous avons essayé de rendre accessible au plus grand nombre la fabrication de contenus. Les compétences nécessaires à la création de leur propre liste de mots sont facilement accessibles aux personnes non expertes en informatique. Toutefois, nous sommes conscients que la réalisation des séquences vidéos, ainsi que celle des images, demandent beaucoup de temps.

Mais le principe de création des contenus donne la possibilité de modifier un contenu déjà créé. Comme on a pu le voir, la réalisation d'un fichier représentant le corpus, n'est que la création de liens entre un mot et des fichiers d'image et de vidéo. Il suffit donc d'utiliser des fichiers provenant d'un autre corpus et il ne reste alors que la dernière étape à réaliser.

Cette méthode de création de contenu est très intéressante quand on souhaite simplifier une liste de mots. Il suffit d'utiliser l'éditeur, d'ouvrir le fichier correspondant au corpus et de supprimer les mots à effacer. La création de ce nouveau corpus ne prend que quelques minutes.

Cette possibilité permet au professeur d'être maître de l'apprentissage qu'il désire amener à sa classe. Sans aucun matériel supplémentaire, juste avec son ordinateur et un CD-ROM, celui-ci peut créer son propre corpus. Les contenus peuvent ainsi être adaptés au public visé.

2.2. LAC : PROJET EUROPEEN

SELOS est une association dont l'objectif est de promouvoir l'utilisation des nouvelles technologies auprès des publics handicapés ayant des difficultés d'insertion. Le laboratoire I3D auquel j'appartiens travaille depuis longtemps en étroite collaboration avec cette association. C'est dans le cadre de cette relation privilégiée qu'un projet européen a été lancé.

L'objectif du projet est d'utiliser notre logiciel LAC afin de créer des corpus lexicaux professionnels en langue des signes, le but étant d'enrichir et d'uniformiser les signes utilisés en formation professionnelle dans l'ensemble de la Communauté Européenne.

Afin de réaliser ce projet, le travail a été réparti et distribué dans plusieurs pays de la CEE. Ainsi des Grecs, des Anglais et des Belges ont à charge la création de divers corpus professionnels.

Pour la partie visualisation des contenus, le logiciel LAC, rebaptisé CORPUS, a été réécrit sous Windev et légèrement modifié, afin de répondre plus précisément au cahier des charges du projet Européen. CORPUS (Figure 2.28) est désormais multilingue. Le logiciel propose, dans sa version actuelle, l'affichage des textes en anglais, en français ou en grec. L'origine des différents signes proposés dans le corpus est signalée par l'apparition du drapeau du pays concerné. De plus, les listes de mots proposées peuvent être affichées par thème, comme dans LAC ou présentées par ordre alphabétique. Le reste du logiciel est similaire au logiciel d'origine.

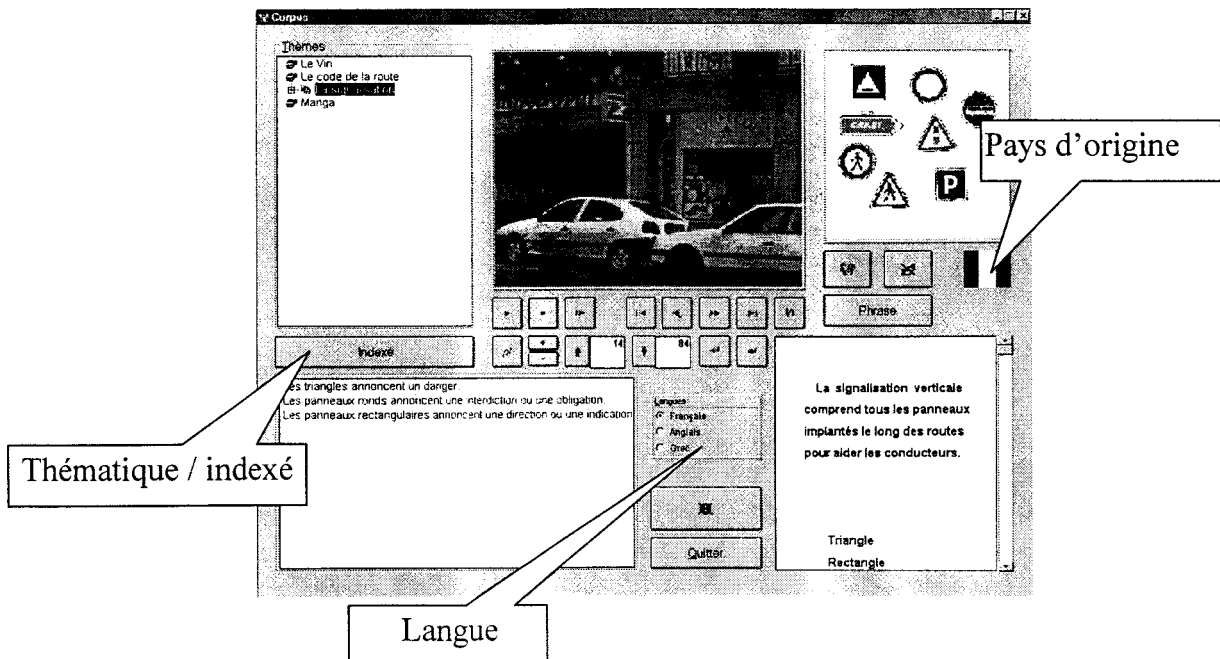


Figure 2.28 : Interface utilisateur du logiciel CORPUS.

Comme pour LAC une partie éditeur (Figure 2.29) a été développée. Nous retrouvons le même principe de création de contenus. Néanmoins, dans cette version, les différents

éléments entrant dans la composition d'un signe (image, texte, vidéo, phrase) doivent être validés séparément. Le créateur du contenu n'est plus guidé, ce qui lui donne plus de liberté dans la création de ses fichiers.

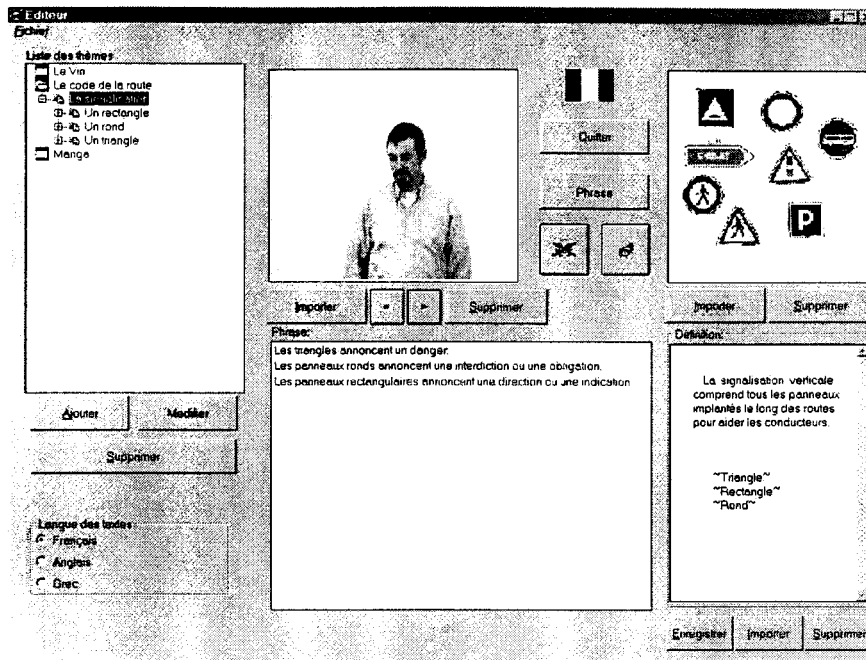


Figure 2.29 : Interface éditeur du logiciel CORPUS.

2.3. CONCLUSION

Ce chapitre nous a permis de démontrer l'utilité d'un logiciel d'apprentissage des différents moyens de communication destinés aux déficients auditifs.

Suite à l'analyse des besoins exprimés par les personnes liées au handicap de la surdité, nous avons proposé le logiciel LAC.

Par l'intermédiaire de l'association SELOS, LAC est devenu un projet européen. Cet intérêt porté à notre logiciel confirme bien le besoin en logiciels multimédia que nous avons décelé au sein de la communauté sourde. Le projet CORPUS doit permettre l'uniformisation des signes utilisés dans le milieu professionnel. La création de signes communs à l'ensemble de la communauté européenne va bien dans le sens d'une meilleure insertion des déficients auditifs dans le monde du travail.

Malgré l'enthousiasme apporté par le projet CORPUS, il convient d'ajouter un bémol aux qualités de notre logiciel. En effet, la création de contenu n'a pas trouvé le même accueil dans toutes les associations. Une des raisons évoquées est le temps trop important nécessaire à la création des vidéos. C'est pourquoi nous avons cherché à simplifier la procédure de création de ces séquences. Le chapitre suivant est consacré à ce projet.

CHAPITRE 3.

UN TRADUCTEUR AUTOMATIQUE

Le chapitre précédent nous a montré l'intérêt porté au logiciel LAC. Malgré cela la réalisation des contenus est difficile à obtenir. L'une des explications est le temps trop long nécessaire à la création des séquences vidéos.

Ce chapitre est consacré à l'étude d'une solution qui permettrait de remédier en partie à ce problème.

Dans un premier temps, nous analysons les difficultés rencontrées par les utilisateurs de LAC dans la création des séquences vidéos. Cette analyse nous amène à proposer la réalisation d'un signeur virtuel capable de traduire des phrases écrites en français. Après avoir donné un rapide aperçu des différents systèmes existants, nous présentons notre signeur.

Le but de notre étude est de réaliser un traducteur du français en LSF, c'est pourquoi nous présentons dans un deuxième temps les grandes lignes de la grammaire de la langue des signes française. Cette présentation nous permet de trouver l'ensemble des éléments importants à détecter dans le texte en français.

Enfin, après une présentation de la traduction automatique, nous exposons la méthode que nous avons employée pour réaliser notre traducteur.

3.1. SIGNEURS VIRTUELS

Le signeur virtuel que nous devons réaliser doit pouvoir signer la traduction de phrases écrites en français. Ce projet est trop vaste pour être étudié d'un seul bloc. Nous avons donc découpé la recherche en deux thèmes.

Le premier projet consiste à réaliser un signeur virtuel [LOS 98 99] capable de générer des phrases en langue des signes à partir d'une suite codée de termes.

Le deuxième projet doit permettre de traduire en langue des signes, des phrases écrites en français. Cette traduction doit correspondre aux termes codés du premier projet.

3.1.1. Objectifs de l'étude

Cette partie permet de présenter l'origine de notre problématique ainsi que la solution proposée pour offrir un meilleur outil de création aux réalisateurs de contenus.

3.1.1.1. Problème des séquences vidéos

L'un des objectifs principaux du logiciel était de pouvoir créer le plus facilement possible un corpus de mots. Comme on a pu le voir dans le chapitre précédent, la réalisation des fichiers représentant le corpus est assez simple à fabriquer et ne nécessite pas de connaissance informatique. Il faut toutefois préalablement préparer l'ensemble des images et des séquences vidéos qui forme une partie importante du contenu du logiciel.

Après avoir présenté rapidement le principe de création des séquences vidéos, nous montrons où se situent les difficultés rencontrées.

3.1.1.1.1. Le principe

La réalisation de photos requiert la connaissance d'un logiciel de dessin et l'usage d'un scanner ou d'un appareil photo numérique. L'ensemble de ces outils est d'un usage courant pour un utilisateur régulier de l'outil informatique. La création de séquences vidéos quant à elle n'est pas encore d'un usage courant. En effet, la visualisation de la vidéo sur ordinateur a longtemps nécessité l'utilisation d'une carte spécifique de décompression et très peu d'utilisateurs en avaient fait l'acquisition. Aujourd'hui la puissance des ordinateurs personnels fait que l'on obtient une très bonne qualité d'image sans l'utilisation de carte. De plus les cartes d'acquisition d'images analogiques sont de plus en plus abordables pour le particulier. Ceci laisse penser que l'acquisition de séquences vidéos deviendra bientôt aussi simple que l'utilisation du scanner.

Pour notre logiciel, nous avons cherché le moyen de rendre la réalisation des fichiers la plus simple et la moins onéreuse. La création des fichiers nécessite au moins un caméscope analogique et une carte de compression de séquences vidéos au format AVI. L'achat d'un caméscope numérique peut simplifier le travail, mais l'utilisation d'une carte de compression permet d'éviter les surcoûts.

Afin de réaliser les montages, l'utilisateur doit apprendre à utiliser un logiciel d'acquisition de séquences vidéos. La difficulté de ces logiciels réside en grande partie dans le paramétrage des différentes variables de compression d'image et de taille d'image. La manipulation de ces paramètres permet de diminuer la taille des fichiers qui est le plus gros souci des logiciels utilisant la vidéo.

3.1.1.2. Problèmes rencontrés

La création d'un corpus de mots représente un nombre important de séquences vidéos. Pour un seul mot il faut une vidéo d'illustration, une vidéo en LSF et une vidéo en Lecture Labiale. De plus, chaque mot est accompagné d'au moins deux phrases, c'est à dire six vidéos, ceci représente un total de 9 vidéos par mot. Ce qui donne pour un corpus d'une trentaine de mots un gros volume de travail.

Comme nous avons pu le signaler, la création de séquences vidéos numériques n'est pas des plus complexes. Les problèmes rencontrés ne concernent pas la difficulté de réalisation mais plutôt le temps nécessaire à cette réalisation.

Pour filmer une séquence de traduction, il nous faut trouver au même moment un signeur, un studio, un réalisateur. Le peu de contenu que nous avons pu réaliser pour la présentation de notre logiciel, nous a montré que trouver une personne susceptible de réaliser la traduction de notre corpus n'était pas des plus simples. En effet, le peu de reconnaissance du handicap des sourds, est à l'échelle du peu de moyen financiers, matériels et humains qui leurs sont dédiés.

Le deuxième problème de la vidéo est qu'elle est très gourmande en place mémoire. La taille mémoire est fonction de la qualité de la vidéo. Pour obtenir une vidéo correcte, le coût est d'environ 1 Mo pour 5 secondes. Sachant qu'un mot, avec l'ensemble de ses phrases, représente une vingtaine de Mo, un cédérom ne peut contenir qu'une trentaine de mots.

L'intérêt de notre logiciel réside dans le fait que n'importe qui, avec un minimum de matériels et de connaissances informatiques, peut réaliser des contenus. Malgré cela peu de gens prennent le temps de réaliser des séquences vidéos. Un autre intérêt de notre logiciel est de pouvoir facilement modifier l'ordre de présentation des mots. A partir d'une base de données il est facile d'organiser son propre corpus.

Avec un peu de temps et de persuasion, il est fort probable que l'on arrivera à montrer aux différentes associations la simplicité d'utilisation de notre logiciel et la grande facilité à créer des contenus. Les nouveaux supports de données, pour ordinateurs personnels, permettront, sans aucun doute, d'augmenter le nombre de mots que l'on pourra inscrire dans notre dictionnaire.

Mais en attendant, nous avons préféré chercher le moyen de rendre la réalisation de contenus encore plus simple.

3.1.1.2. Une solution

Comme on vient de le montrer, toutes ces difficultés font que beaucoup de personnes sont rebutées par le développement de contenu du logiciel. Notre travail est donc de trouver un moyen de pallier ces inconvénients. Il faut donner la possibilité à nos différents partenaires de créer leur corpus en un minimum de temps tout en diminuant la taille mémoire des vidéos.

Une des solutions que nous avons trouvée ne concerne que les vidéos de traduction en signes. **Le projet est de remplacer les séquences vidéos par des animations graphiques.**

Il nous incombe donc de réaliser un signeur virtuel capable de traduire des phrases écrites en français.

3.1.2. Les signeurs existants

L'utilisation d'un signeur virtuel pour interpréter la langue des signes est une solution intéressante. Le volume de données que représente la génération d'un signe est bien moins importante que pour une séquence filmée. Il existe actuellement plusieurs méthodes pour

représenter un signeur sous forme de dessins animés. Nous présentons dans la suite certaines de ces méthodes, ainsi que la problématique de la génération de signe à partir d'un langage.

3.1.2.1. Images animées

Les premières représentations de la langue des signes sur ordinateur se sont faites à l'aide d'images fixes sur lesquelles on ajoutait des flèches pour montrer le mouvement [KAW 85] [HAR 82]. Le projet H.A.N.D.S. (Hamburg Animated Dictionary of Sign Language) [PRI 90] permet quant à lui de générer des signes à partir de successions d'images fixes.

Ces représentations ne permettent pas de visualiser correctement le mouvement. De plus, chaque signe doit être dessiné, ce qui représente un travail contraignant.

3.1.2.2. Génération à partir de positions

Afin de ne pas devoir dessiner chaque signe, plusieurs équipes de recherche ont travaillé sur la synthèse tridimensionnelle. Les travaux de Shantz et Poizner [SHA 82] sont les pionniers. A partir de la description des angles articulaires, ils génèrent une représentation filaire des bras. D'autres travaux comme ceux développés par Xu, Aoki et Zheng [XU 91] présentent la génération de signes également à partir de variations angulaires.

3.1.2.3. Génération à partir d'un langage

Dans les logiciels utilisant les angles comme moyen de génération l'ensemble des coordonnées nécessaires est obtenu à partir de capteurs positionnés sur le corps d'un traducteur.

L'intérêt de ces systèmes est leur faible coût de stockage par rapport aux séquences vidéos. L'inconvénient majeur est qu'il faut enregistrer tous les signes un à un. De plus la génération d'une phrase se résume à la juxtaposition de signes sans lien entre eux.

L'étape suivante, dans la représentation du signe, consiste donc à réaliser la génération à partir d'un langage. Dans ce cas, les signes ne sont pas préenregistrés, mais ils sont générés à partir d'une suite codée de termes.

Plusieurs langages ont été créés pour représenter la langue des signes sous forme écrite. William C. Stokoe [STO 78] est le premier linguiste à donner une description de l'ASL. Il existe aujourd'hui d'autres systèmes de représentation. A titre d'exemple, on peut citer HamNoSys (Acronyme d'Hamburg Notation System) [PRI 90] [HAM 98] ou encore la description segmentale de Liddell et Johnson [LID 90].

Toutes ces représentations ont permis d'effectuer d'énormes progrès dans la connaissance structurelle des langues signées, mais elles ont montré leurs limites dans leur utilisation pour une synthèse du signe.

Il faut donc réaliser un langage capable de tenir compte de l'ensemble des paramètres de la langue des signes.

3.1.3. Notre signeur

Nous donnons ici un aperçu de l'utilisation de notre signeur virtuel développé par Olivier LOSSON [LOS 00]. Le but de l'étude était de réaliser un signeur capable de générer une phrase de la LSF à partir d'un texte. Nous donnons un exemple du langage créé.

S'il pleut vendredi, je ne reste pas à la maison, je vais à la bibliothèque.

`\CND2 JOUR_SEMAINE(VENDREDI) IL_PLEUT \NO3 JE RESTE MAISON ALLER BIBLIOTHEQUE JE`

Ce langage permet de tenir compte de l'ensemble des paramètres de la langue des signes. Il donne la possibilité de générer l'épellation, la localisation, les flexions sur les signes, le contexte.

3.1.3.1. Epellation

Lorsqu'un mot n'a pas de correspondant signé, la langue des signes utilise l'alphabet dactylogologique. Les noms propres, par exemple, sont épelés (Figure 3.1).

Pour réaliser cette caractéristique de la langue des signes, nous positionnons un « % » avant le mot.

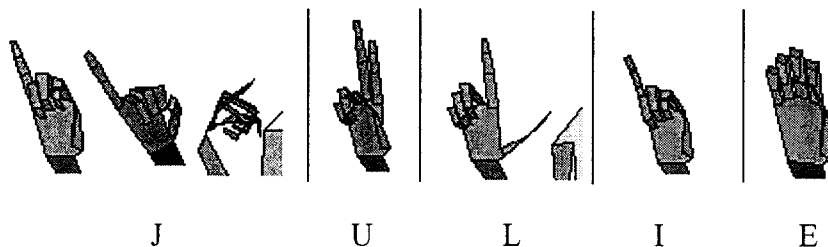


Figure 3.1 : Epellation du prénom Julie en LSF : %JULIE

3.1.3.2. Localisation

En langue des signes les objets et les personnes dont on parle doivent être localisés dans l'espace comme sur la figure 3.2.

Le système réserve deux emplacements : « gauche » et « droite ». Suivant les signes à positionner on peut avoir :

- Un décalage du signe dans l'espace.
- Un pointage avec le doigt après le signe.
- Un pointage avec le doigt pendant le signe.
- Une orientation du corps.
- Une orientation du corps et du regard.

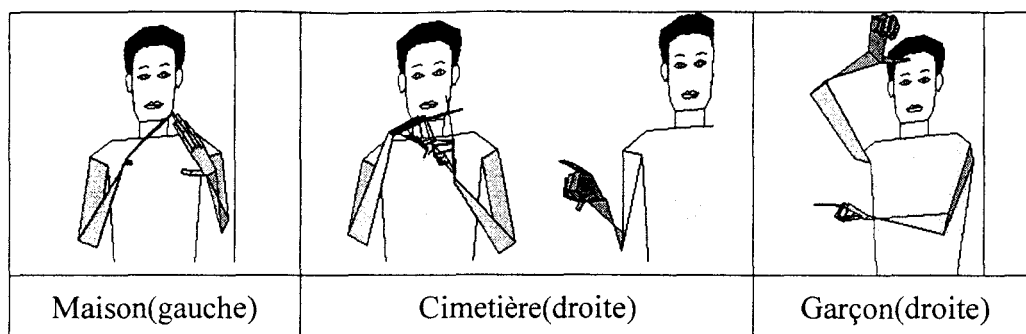


Figure 3.2 : Localisation d'éléments dans l'espace

Les verbes du premier groupe en L.S.F. (donner, aller, prendre...) incorporent les 1^{er}, 2^{ème} et 3^{ème} personnes à l'intérieur du verbe. Leur génération fluctue en fonction de l'agent et du patient concernés par l'action. « Je te donne » donne un signe allant de moi vers toi. « Il te donne » est dirigé de lui vers toi. Il faut donc paramétrer les verbes en fonction de l'agent et du patient. Le patient et l'agent ayant été positionnés précédemment, le signe peut être correctement réalisé en les incorporant à celui-ci.

Exemple : Je te donne → donner(toi, moi)

3.1.3.3. Les flexions

Les signes peuvent subir ce que l'on appelle des flexions, c'est à dire des modifications suivant le contexte ou des précisions sur le signe. Par exemple « une grande boîte » correspond au même signe que « boîte » mais les gestes sont plus amples. De même que pour signer le fait de faire la vaisselle (Figure 3.3), la vitesse et l'amplitude du geste indique si c'est agréable ou pas.

Pour générer les flexions, il suffit d'ajouter entre parenthèses le type d'attribut associé au signe. Le signe et les expressions du visage sont automatiquement modifiés.

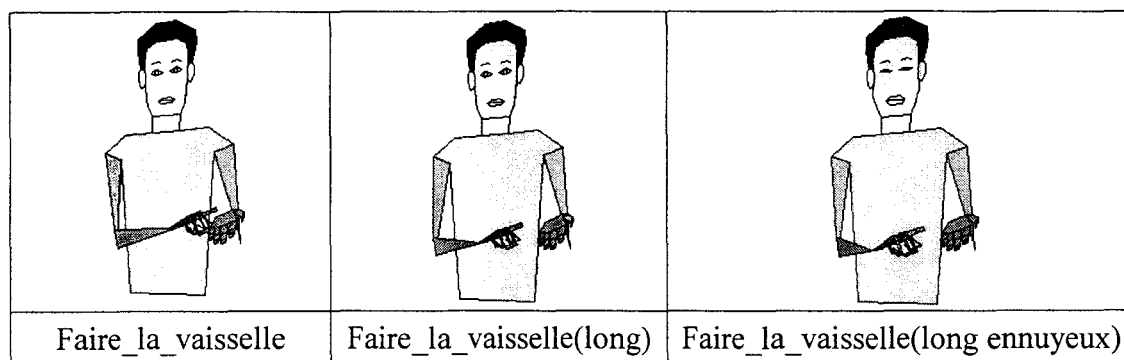


Figure 3.3 : Différentes flexions du signe faire-la-vaisselle

3.1.3.4. Le contexte

Pour tenir compte du contexte (négation, question, conditionnel..), des marqueurs de clauses sont incorporés à la phrase. Ils sont représentés par la barre oblique inverse (\) et sont suivis de trois lettres au plus correspondant au type de phrase, ainsi que d'un chiffre qui indique le nombre de signes concernés par la clause (Figure 3.4).




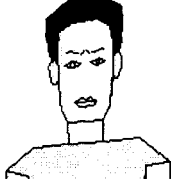

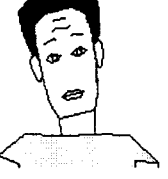
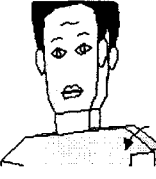
Type de clause	Négative	Assertive	Question oui/non	Question
Code	\NO	\YES	\YNQ	\WHQ
Exemple				
Type de clause	Conditionnelle	Thème	Impérative	
Code	\CND	\THE	\IMP	
Exemple				

Figure 3.4 : Marqueurs de clauses

Nous reprenons l'exemple du début.

\CND2 JOUR_SEMAINE(VENDREDI) IL_PLEUT \NO3 JE RESTE MAISON ALLER
BIBLIOTHEQUE JE

La figure 3.5 donne la traduction en LSF.

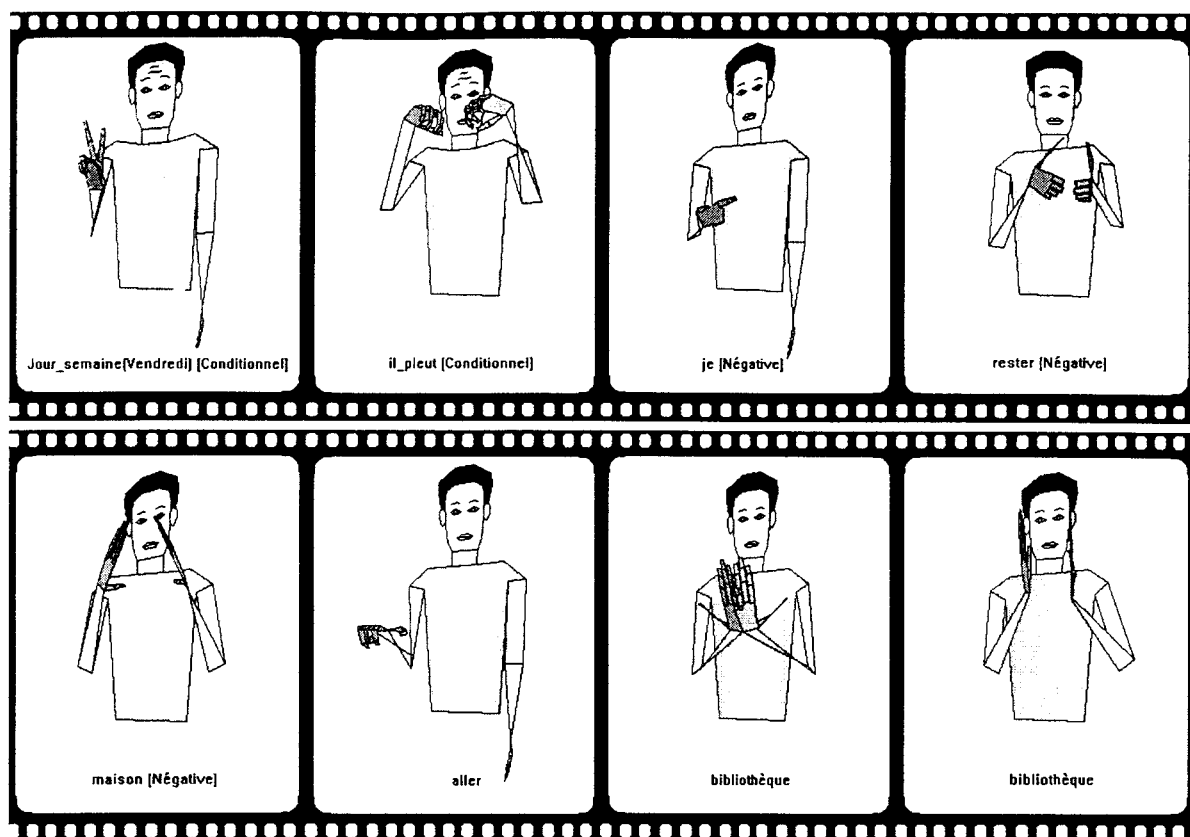


Figure 3.5 : S'il pleut vendredi, je ne reste pas à la maison, je vais à la bibliothèque.

3.2. UNE TRADUCTION DU FRANÇAIS EN LSF

Pour réaliser la traduction d'une langue en une autre, il faut connaître les liens entre ces deux langues. Dans cette partie, nous donnons un aperçu de la grammaire de la langue des signes qui nous permettra de répertorier ces liens.

3.2.1. Grammaire de la L.S.F. [MOO 83]

Nous avons présenté rapidement au premier chapitre le principe de la langue des signes. Pour notre travail, nous avons besoin de connaître les grandes lignes de la grammaire de cette langue.

3.2.1.1. Formation des signes

Les signes de la LSF comportent cinq constituants de base appelés : les paramètres. Ceux-ci possèdent une valeur sémantique et une fonction syntaxique autonomes. Ainsi, des phrases entières du français peuvent être traduites par un seul signe.

- Configuration (forme de la main) : la configuration reprend une partie de la forme de l'objet de l'action. On distingue au moins 35 formes différentes de la main.
- Emplacement (sur le corps ou dans l'espace) : l'emplacement de la main représente l'endroit où l'action est effectuée ou un endroit générique. On

dénombrer 18 emplacements différents situés au-dessus de la ceinture du signeur et en dessous du niveau de sa tête.

- Orientation de la main : l'orientation de la main, pour certains verbes, combinée ou pas avec la direction du mouvement, peut servir à indiquer les rapports agent - patient. Elle sert aussi à différencier des descriptions géométriques.
- Mouvement : le mouvement de la main représente une action exercée par ou sur l'objet.
- Expression du visage : l'expression faciale exprime le mode du discours (interrogatif, négatif...) ou un adverbe de manière. Le regard permet, entre autres, de différencier un objet défini ou indéfini.

3.2.1.2. La ligne du temps

Pour fixer le temps du discours, la LSF utilise une ligne des temps perpendiculaire au corps (passé = derrière le corps, présent = corps, futur = devant le corps). Par exemple si le signeur « lance » la main derrière lui, cela signifie le passé. Suivant la célérité de son geste ou la répétition de celui-ci, on est dans un passé proche ou plus lointain.

3.2.1.3. Les pronoms personnels

Les personnes ou les choses dont on parle sont localisées dans l'espace par rapport à une ligne fictive signeur - interlocuteur.

Pour pouvoir utiliser les pronoms personnels, il faut que les personnes ou les objets des signes soient présents ou qu'ils soient absents mais représentés par un endroit choisi par le signeur

3.2.1.4. Les noms

Les noms en L.S.F. ne sont pas modifiés pour les genres masculin, féminin ou neutre.

3.2.1.5. Les adjectifs

Les adjectifs n'ont ni genre (masculin ou féminin), ni modification pour le nombre.

3.2.1.6. Les pluriels

Pour la plupart des noms, le signeur ajoutera un signe de quantité (PLUSIEURS, BEAUCOUP, TROIS, ...) avant ou après le nom.

Pour exprimer le pluriel, le signeur peut également montrer du doigt les localisations des personnes, ajouter un pronom pluriel (FEMMES + ELLES), ajouter un classificateur, utiliser un verbe qui a déjà une valeur plurielle.

3.2.1.7. Les articles

Il n'y a pas d'article en tant que tel en L.S.F. . Cependant, le fait de montrer du doigt une localisation après avoir fait le signe pour une personne, chose ou événement peut être traduit en français par un article défini (LUI + LUI + LUI = LES).

3.2.1.8. La localisation

Plus généralement, les personnages ou les choses, de même que les événements du discours, sont tous représentés dans l'espace du signeur.

3.2.1.9. Les classificateurs

Un classificateur est un signe qui décrit et remplace toute une classe d'objets ayant une forme, une taille ou une épaisseur similaire.

Différentes fonctions sont possibles :

- Description
- Remplacement du référent en montrant sa forme
- Complément d'une information
- Placement d'un objet dans l'espace
- Inclusion dans un verbe

3.2.1.10. Les verbes

- Premier groupe
Les verbes comme DONNER, REGARDER, DEMANDER, ... incorporent les première, deuxième et troisième personnes à l'intérieur du verbe.
- Deuxième groupe
Les verbes de ce groupe ne changent pas de Direction pour incorporer les pronoms personnels, et leurs sujets et objets doivent être signés séparément.

3.2.1.11. Les types de phrases

Les types de phrases sont différenciés par des signes de tête et des expressions du visage.

- Phrases déclaratives : visage neutre
- Phrases négatives : signe de tête non ou parfois signe [non]
- Phrases interrogatives : haussement ou froncement de sourcils
- Phrases conditionnelles : haussement de sourcils et tête penchée pour la proposition conditionnelle puis visage neutre pour la proposition principale
- Phrases impératives : regard insistant, mouvement ferme de la tête, accent sur le verbe
- Phrases assertives : signe de tête oui
- Phrases emphatiques : haussement des sourcils
- Thème de la phrase placé au début
- Phrases rhétoriques : haussement des sourcils
- Phrases exclamatives : expression du visage "exclamative"

3.2.1.12. L'ordre des signes

L'ordre des signes dans le temps est beaucoup moins important que leur arrangement dans l'espace.

3.2.1.12.1. Grandes tendances

- Signes de lieu : début de phrase
- Signes de temps, signes de temps défini : début de phrase
- Signes de délai : avant le verbe
- Signes de temps indéfini : juste après le verbe
- Signes de durée : après le verbe
- Les verbes se suivent dans l'ordre chronologique
- Signes de négation ou d'interrogation : en fin de phrase
- Proposition conditionnelle : toujours avant la proposition principale.

3.2.1.12.2. Plus généralement

- Cause avant effet
- Stimulus avant réponse
- Propositions emphatiques : thème en début de phrase
- Les objets les plus grands et les plus statiques sont signés avant les plus petits et les plus mobiles.
- On place d'abord le décor, puis les accessoires et les personnages, et enfin l'action.
- Règle générale : du plus général (le contexte) au plus précis (l'action)

En général, les verbes se suivent dans l'ordre chronologique des événements. Une phrase comme « On partira après avoir mangé » sera exprimée dans l'ordre inverse en L.S.F. : MANGE FINI, ON PART.

3.2.2. Principe d'une traduction

D'après ce qui précède, pour générer une phrase en L.S.F. à partir d'un texte en français, il nous faut retrouver différents éléments.

Tout d'abord, la langue des signes avant de rentrer dans le vif du sujet commence par planter le décor. Il nous faut donc repérer dans le texte l'ensemble des éléments du discours afin de les positionner dans l'espace.

Ensuite, pour certains verbes nous avons vu qu'ils variaient en fonction de la personne qui faisait l'action (agent) et de la personne ou de l'objet qui subissait l'action (patient). Nous devons donc retrouver précisément ces différents intervenants.

De plus, le lieu de l'action ainsi que le temps sont souvent signés en début de phrase. Il nous faut donc les distinguer du reste de la phrase.

Enfin, le contexte de la phrase est très important. La négation, la condition,... sont exprimés par le visage et le corps en parallèle des signes.

Pour résumer, nous devons rechercher ces sept éléments :

Le Contexte	: phrase négative, conditionnelle, déclarative...
l'Action	: quelle est l'action exprimée par la phrase,
l'Agent	: qui effectue l'action,
le Patient	: qui reçoit l'effet d'une action,
l'objet	: l'objet de l'action,
le Lieu	: l'endroit où se situe l'action,
le Temps	: le moment de l'action.
Autres	: le reste.

3.3. NOTRE TRADUCTION

Avant de présenter la méthode que nous avons employée pour réaliser notre traduction, voyons quelques techniques actuelles de traduction automatique.

3.3.1. La traduction automatique

Le volume des travaux de recherche publique ou privée consacrés à la traduction automatique (TA) montre l'intérêt porté à ce domaine. L'importance stratégique et économique qu'elle représente est sans doute un facteur essentiel.

3.3.1.1. Historique

Les origines de la traduction automatique remontent à la fin de la seconde guerre mondiale. Tout ce qui se passait de l'autre côté du rideau de fer, dans les domaines scientifiques et militaires intéressait au plus haut point les gouvernements de l'Ouest.

Mais en 1966, un rapport accablant de l'Académie des sciences américaines proclame que la traduction automatique est chose impossible dans l'état actuel des connaissances et des performances des machines.

- 1930 → Premières machines de traduction
- 1947 → Premier programme de traduction bilingue (mot à mot) par deux anglais
Donald Both et Richard Richens
- 1954 → Démonstration publique de traduction automatique russe-anglais effectuée par IBM. On y présente des automates de traduction à syntaxe et morphologie restreintes (250 mots et règles de grammaire).
- 1966 → Arrêt brutal des aides du gouvernement américain.

3.3.1.2. Aujourd'hui

Après des débuts euphoriques les chercheurs sont désormais plus septiques sur leurs capacités à concevoir un traducteur totalement autonome. On parle plus aujourd'hui de traduction assistée que de traduction automatique. A l'heure actuelle, les systèmes réellement autonomes ne concernent que des sous-langages tels que les bulletins météorologiques dont la grammaire est parfaitement maîtrisée et peu complexe.

Les systèmes de traduction automatique assistée par l'homme (TAAH) nécessitent donc une intervention soit avant la traduction en simplifiant la syntaxe de l'énoncé à traduire, soit après la traduction pour corriger les erreurs ou encore pendant la traduction.

Il existe actuellement deux grandes approches de la traduction automatique. L'une est portée par les rationalistes l'autre par les empiristes [BOU 93]. Nous détaillons dans la suite ces deux courants de pensée.

3.3.1.2.1. Les rationalistes

Les rationalistes défendent l'idée d'une traduction basée sur les règles (TABR). Pour eux, la traduction automatique peut se réaliser seulement à partir d'informations linguistiques du texte. Les connaissances phonologiques, morphologiques, syntaxiques, sémantiques ou pragmatiques suffisent pour comprendre et traduire un texte. Certains, comme Noam Chomsky [CHO 69] vont jusqu'à penser que la syntaxe seule suffit au traitement de la langue.

3.3.1.2.1.1. Etude linguistique

La première étape d'une traduction automatique pour les rationalistes consiste à réaliser l'analyse linguistique du texte.

Phonologie

La phonologie est l'étude des phonèmes propres à la langue. La transformation d'un texte source en phonèmes peut permettre la correction d'erreurs de certains mots. Cette transformation permet de retrouver l'ensemble des mots qui ont la même prononciation.

Exemple : *Lait chien* → les chiens, les chien, laid chiens, lait chiens...

Une étude grammaticale permettrait de retrouver la bonne syntaxe.

Morphologie

La morphologie est l'étude des informations contenues dans un mot. Elle permet d'obtenir des informations utiles pour l'analyse grammaticale.

Exemple : *Les chattes* → féminin pluriel de chat.

Partons → deuxième personne du pluriel du présent du verbe partir.

Analyse syntaxique

L'analyse syntaxique permet de regrouper les mots d'une phrase en unités structurelles, telles que syntagme nominal ou syntagme verbal. L'ensemble des informations obtenues forme la structure grammaticale de la phrase. L'analyse syntaxique permet ainsi de vérifier que les lois grammaticales sont bien respectées.

Exemple : *les chevaux coure* → renvoie l'erreur : mauvais accord entre le sujet et le verbe.

Analyse sémantique [RUS 93]

L'analyse sémantique permet de donner un sens à chaque syntagme défini par l'analyse syntaxique. Elle permet de définir qui est l'auteur de l'action, qui subit l'action, quel est l'objet de l'action. L'idée est de dire qu'un mot contient du sens. Le verbe « donner »

implique qu'il y a un acteur (agent), un receveur (patient) et un objet. Le travail consistera à retrouver dans la phrase qui sont ces trois paramètres.

Exemple : *Gaston achète la voiture* → L'action est « acheter ». Gaston est l'agent. « voiture » est l'objet. De plus, le sens du verbe acheter implique l'action d'un être humain, on peut en déduire que Gaston est un être humain.

Analyse pragmatique

L'analyse pragmatique utilise de l'information complémentaire qui provient du contexte de la phrase. Elle permet de lever certaines ambiguïtés.

Exemple : *il m'a roulé dans la farine* → Suivant le contexte, l'analyse pragmatique pourra dire s'il s'agit du sens propre ou du sens figuré.

3.3.1.2.1.2. Systèmes de traduction

Pour réaliser la traduction automatique, plusieurs types de traduction ont été développés. Nous présentons l'ensemble de ces systèmes.

Système direct

La traduction directe fait partie des traductions appelées de première génération. Le principe consiste en une traduction mot à mot (Figure 3.6). Il fonctionne bien pour les langues qui ont peu de différences grammaticales. Ce système a été développé à l'Université de Montréal au début des années soixante-dix. Il permet de satisfaire l'obligation de bilinguisme des textes officiels dans ce pays. Les textes à traduire sont des messages de prévision météo. L'avantage de ces textes est qu'ils ont une syntaxe entièrement contrôlée, un vocabulaire restreint et ne contiennent aucune ambiguïté. Il s'agit d'un langage opératif.

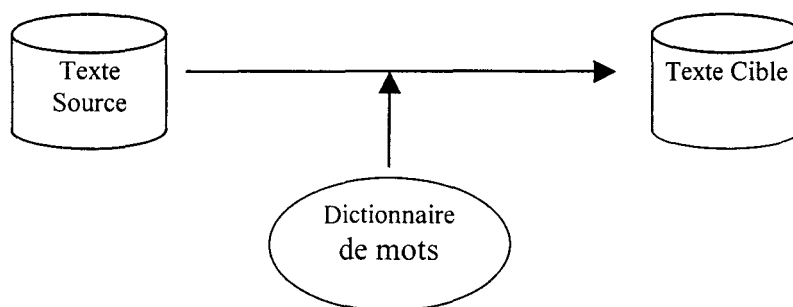


Figure 3.6 : Traduction directe

Exemple :

<i>Il</i>	<i>pleut</i>	<i>des</i>	<i>hallebardes</i>
<i>He</i>	<i>raining</i>	<i>some</i>	<i>halberds</i>

Système indirect

Les systèmes de traduction indirecte caractérisent la seconde génération de traduction automatique. Le principe des traductions indirectes (Figure 3.7) est de changer une partie de la phrase à traduire afin d'obtenir une forme plus simple sans changer le sens, et plus proche dans sa structure de la langue cible.

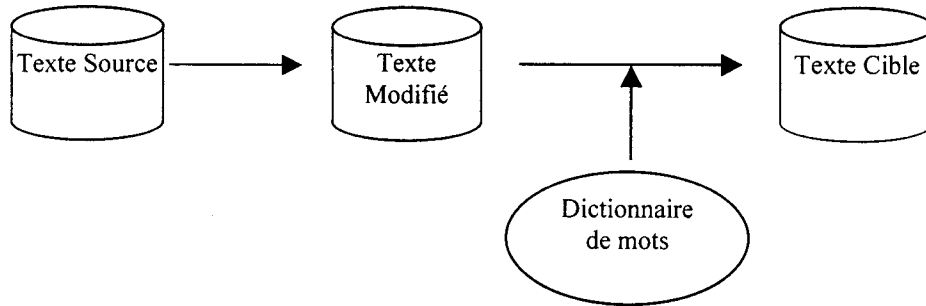


Figure 3.7 : Traduction indirecte

Exemple : *Il pleut des hallebardes*
Il pleut averse
it's pouring down

Langue pivot

Le principe du langage pivot (Figure 3.8) consiste à construire une représentation du texte source qui soit indépendante de la langue d'origine. Cette technique a pour intérêt théorique la création d'une grammaire universelle. La traduction universelle d'une langue se résumerait à un seul générateur par langue.

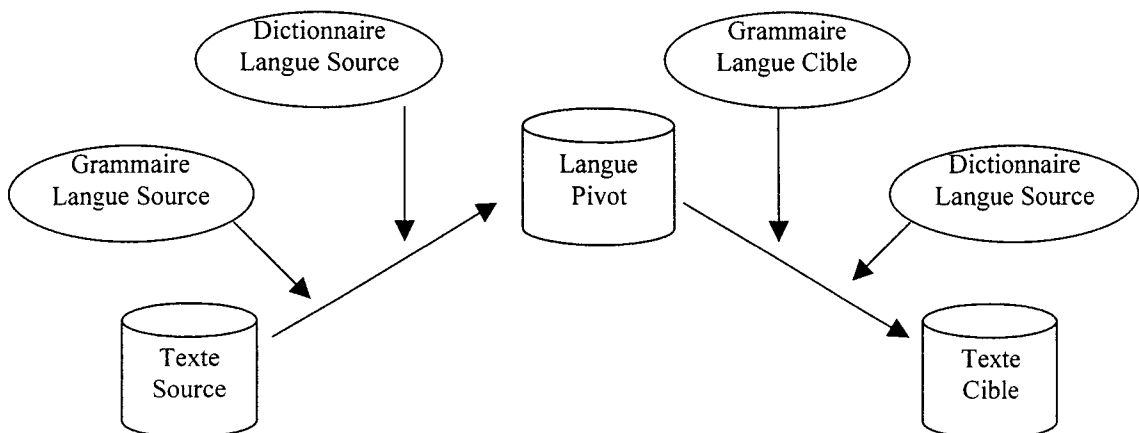


Figure 3.8 : Traduction avec langue pivot

Exemple :

<i>Il pleut des hallebardes</i>	Action : Pleuvoir	
	Agent : <i>Climat</i>	<i>It's raining cats and dogs</i>
	Instrument : <i>Eau</i>	
	Objet : <i>très fort</i>	

Systeme à transfert [DOU 93] [VAN 93]

La technique du transfert (figure 3.9) consiste à construire une représentation syntaxique du texte source. Chaque élément de cette représentation est traduit. Un générateur transforme alors la structure syntaxique dans la langue cible.

Le principe de traduction est sensiblement le même que pour un système pivot, la différence réside dans l'obligation d'un générateur spécifique à chaque couple de langue. Actuellement, ce système est le principe le plus couramment utilisé.

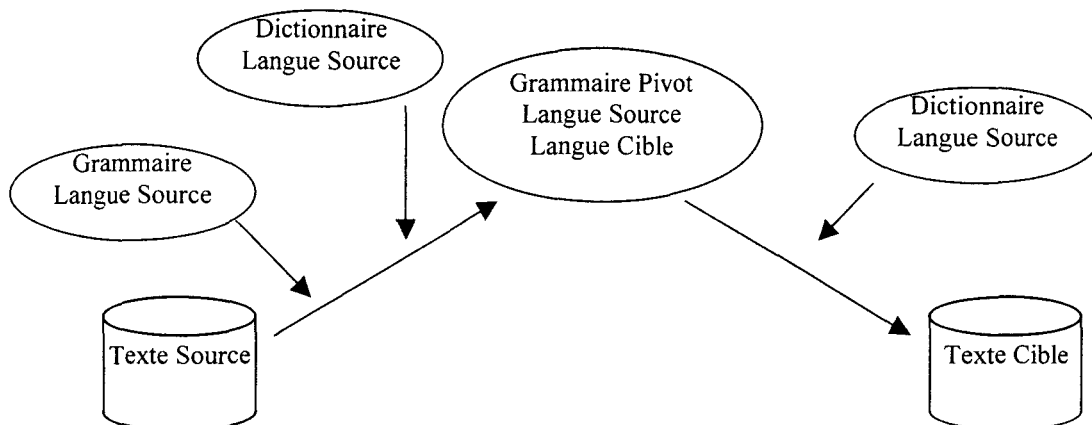


Figure 3.9 : Systeme à transfert

Exemple :

Il pleut des hallebardes

Sujet : *Il*
Verbe : *pleuvoir*
COD : *hallebardes*

It's raining cats and dogs

3.3.1.2.2. Les empiristes

Les empiristes quant à eux, défendent l'idée que l'on peut obtenir une traduction à l'aide de corpus. L'idée consiste à dire que la phrase que l'on veut traduire a déjà été traduite. Il suffit de créer une base de données qui comporte l'ensemble des traductions possibles. C'est ce que l'on appelle la traduction basée sur l'exemple (TABE) ou sur les corpus [HAR 93].

La réalisation d'une base de données qui traite l'ensemble des phrases possibles d'une langue est peu envisageable. Plusieurs techniques ont donc été développées afin de réduire le volume d'information à stocker.

Certains chercheurs utilisent la TABE comme un complément au TABR. Les corpus sont utilisés pour traduire des phrases dont les règles grammaticales sont difficiles à synthétiser. Les phrases compliquées telles que les expressions peuvent être aussi mises dans des corpus.

D'autres techniques sont basées sur les statistiques. Le principe consiste à réaliser des probabilités de ressemblance entre les phrases à traduire et les phrases du corpus. La phrase la plus proche sera utilisée comme base de traduction.

3.3.1.3. Bilan

La traduction automatique a déjà un long passé. Malgré cela il n'existe toujours pas de traducteur totalement autonome. Le choix entre les deux approches actuelles de traduction, les empiristes et les rationalistes, relève moins d'une observation objective que de conviction personnelle.

Pour l'instant, la réalisation d'une traduction ne peut se faire correctement sans intervention humaine. Le seul moyen de réduire cette intervention est de limiter le champ de la traduction. Plus la grammaire des phrases à traduire est simple plus la traduction est correctement réalisable.

3.3.2. Le principe de notre traduction

Comme on vient de le voir plus haut, plutôt qu'une traduction automatique il est plus raisonnable de concevoir une traduction assistée.

Nous optons donc pour la réalisation d'un outil qui assiste la traduction d'une phrase écrite en français. Cette traduction doit correspondre à la phrase d'entrée codée du signeur virtuel, présenté précédemment. Celle-ci peut être validée ou modifiée par l'utilisateur.

De plus, pour ne pas tenir compte des éventuelles erreurs orthographiques, nous considérons que la phrase entrée par l'utilisateur est phonétiquement correcte. Cette contrainte implique qu'une analyse phonétique de la phrase soit réalisée. Nous verrons plus loin que cet outil peut avoir une double utilité liée au LPC.

D'après le but que nous nous sommes fixés et les contraintes que nous nous sommes imposées, la méthode de traduction qui semble être la plus intéressante est celle du transfert. Comme il a été vu plus haut, cette technique consiste à créer une grammaire intermédiaire entre la langue source et la langue cible.

Le principe de notre traduction consiste donc à réaliser une analyse grammaticale de la phrase afin d'en dégager les différents syntagmes. Dans un deuxième temps on effectue une analyse sémantique afin de définir le rôle de chaque élément de la phrase. Cette étape permet notamment de créer la grammaire intermédiaire en obtenant l'action, l'agent, le patient,

l'objet... de la phrase. Enfin, à partir de la grammaire intermédiaire on génère le code qui permet l'utilisation du signeur virtuel.

Mais avant cela il nous faut réaliser la décomposition en « sons » de notre phrase.

3.3.2.1. Décomposition en « sons »

Comme nous considérons que la phrase écrite est phonétiquement correcte, nous devons trouver le moyen d'obtenir la phrase que l'utilisateur a voulu écrire. Pour cela nous découpons notre texte en suite de phonèmes.

L'intérêt que nous avons de réaliser la décomposition en « sons » de notre phrase est double. D'une part il nous permet de corriger une partie des erreurs orthographiques. D'autre part, il nous donne la possibilité d'obtenir une sortie en LPC de notre système.

La possibilité de générer le texte écrit en LPC est un outil qui pourrait être développé ultérieurement à partir de notre logiciel. En effet la synthèse de la LPC à partir du texte français est beaucoup moins coûteuse qu'une séquence vidéo.

3.3.2.1.1. Syllabes condensées

Pour notre part nous nous sommes focalisés sur la correction des éventuelles erreurs orthographiques. Veronis [VER 88] ou Perennou [PER 86] ont développé des outils qui permettent d'obtenir une analyse phonétique de la phrase et proposent ainsi l'ensemble des mots qui correspondent à l'entrée textuelle. Notre travail est beaucoup moins ambitieux, nous cherchons seulement à décomposer le mot en syllabes et à simplifier les syllabes. Le module développé par l'équipe travaillant sur la génération du LPC pourra toujours remplacer notre modèle actuel afin de perfectionner notre correcteur d'erreur.

Nous donnons un exemple des possibilités de notre générateur de syllabes condensées :

Exemple : Les chatons vont manger les souris →
(les) (cha)(tons) (vont) (man)(ger) (les) (sou)(ris) →
(lé) (cha)(ton) (von) (man)(gé) (lé) (sou)(ri)

Cette technique permet de retrouver la phrase même s'il manque un « s » à chaton, un « t » à « vont » ou s'il y a deux « r » à « souris ».

3.3.2.1.2. Une multitude de phrases

Le fait de décomposer notre phrase en syllabes condensées donne pour chaque mot plusieurs possibilités (lé : les, lait, laits, laid, laids...). Ceci donne pour chaque phrase une multitude de phrases probables.

Il faut donc retrouver la « bonne » phrase. Ce travail est réalisé par l'analyse grammaticale.

3.3.2.2. Analyse grammaticale

L'analyse grammaticale doit permettre, d'une part, de supprimer les phrases grammaticalement incorrectes, d'autre part, de déterminer les différents syntagmes grammaticaux de la phrase (groupe sujet, groupe verbal...).

Pour réaliser notre analyse de phrase, nous utilisons le principe des règles de réécriture.

3.3.2.2.1. Grammaire de Chomsky (context free)

Une grammaire context-free est un cas particulier des grammaires formelles. Chomsky [CHO 69] est à l'origine de leur étude. C'est pourquoi nous l'appelons indifféremment grammaire indépendante du contexte, context-free ou de Chomsky. Cette grammaire s'adapte particulièrement bien à l'étude des langages naturels (ANNEXE 2.1).

Un des avantages de cette grammaire est de permettre une représentation graphique appelée arbre de dérivation d'une phrase (Figure 3.10).

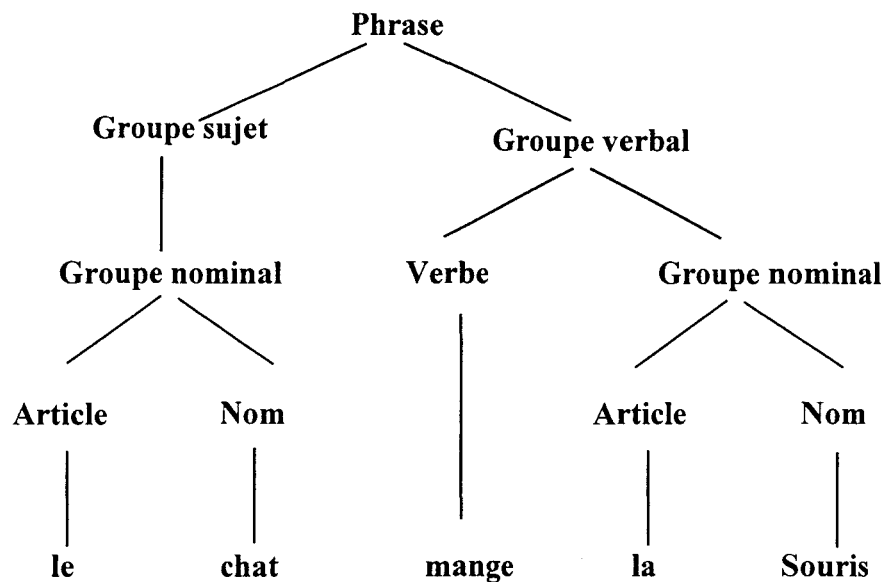


Figure 3.10 : Arbre de dérivation de la phrase : *le chat mange la souris*.

L'arbre de la figure 3.10 est obtenu à partir d'un ensemble d'éléments qui sont :

Le vocabulaire terminal :

$X = \{le, la, chat, souris, mange\}$

Il représente l'ensemble des symboles qui peuvent apparaître dans les phrases de la langue.

Le vocabulaire auxiliaire (ou non terminal) :

$V = \{Phrase, Groupe\ sujet, Groupe\ verbal, Groupe\ nominal, Verbe, Nom, Article\}$

Il représente l'ensemble des symboles nécessaires à la description de la langue, appelés également « variables » ou « catégories syntaxiques ».

Les règles de réécriture :

R =	{	<i>Phrase</i>	→	<i>Groupe sujet . Groupe verbal</i>
		<i>Groupe sujet</i>	→	<i>Groupe nominal</i>
		<i>Groupe verbal</i>	→	<i>Verbe . Groupe nominal</i>
		<i>Groupe nominal</i>	→	<i>Article . Nom</i>
		<i>Verbe</i>	→	<i>mange</i>
		<i>Nom</i>	→	<i>chat / souris</i>
	}	<i>Article</i>	→	<i>le / la</i>

Ces règles spécifient les relations permises entre des chaînes formées de symboles de X et de V. Ainsi, par exemple, le fait qu'une phrase puisse être composée d'un groupe sujet suivi d'un groupe verbal est représenté par une règle de la forme :

Phrase → *Groupe sujet . Groupe verbal*

ou, le fait qu'un nom puisse être chat ou souris est représenté par une règle de la forme :

Nom → *chat / souris*

De plus, les règles des grammaires context-free sont telles que le membre gauche de la règle ne peut être qu'un et un seul symbole auxiliaire.

Enfin, parmi les symboles auxiliaires, on distingue un symbole particulier : le symbole de démarrage. Ici il s'agit du symbole *Phrase*.

Une grammaire de Chomsky est donc définie par le quadruplet :

Grammaire = (X, V, R, *Phrase*)

3.3.2.2.2. Construction de l'arbre de dérivation

La première partie de notre traduction consiste à reconstruire l'arbre de dérivation d'une phrase, afin d'en déterminer les différents groupes grammaticaux. Pour cela, on dispose d'une grammaire dans laquelle on a introduit des règles grammaticales du français et du vocabulaire. Les règles permettent d'analyser toutes les phrases définies par les limites de notre étude.

A partir d'un algorithme (ANNEXE 2.2) d'analyse de grammaire formelle, on peut obtenir l'arbre de dérivation. Il nous reste à le mettre en forme, afin de ne garder que les informations qui nous intéressent.

3.3.2.2.3. Analyse fonctionnelle

Dans l'exemple « *le chat mange la souris* » il nous faut trouver le moyen d'obtenir les informations suivantes :

Verbe : *manger*
Sujet : *le chat*
Complément d'objet : *la souris*

Pour retrouver l'ensemble de ces informations, nous allons créer de nouvelles règles vis-à-vis des règles de l'arbre de dérivation. A partir des règles grammaticales qui décrivent la phrase, en réécrivant ces règles d'une autre façon, nous obtenons les informations que nous recherchons. Nous en présentons le principe à l'aide d'un exemple.

Reprenons l'exemple « *le chat mange la souris* » afin d'en obtenir le sujet, le verbe et le complément d'objet.

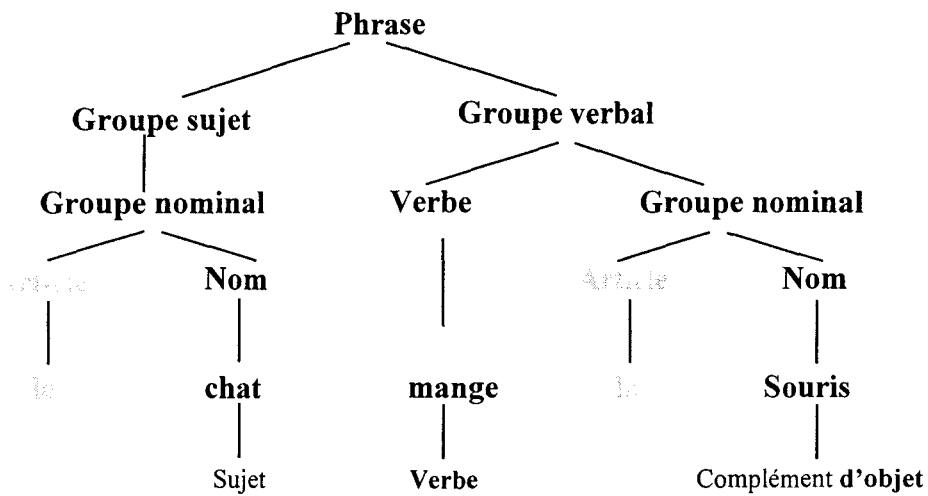


Figure 3.11 : Arbre de dérivation à obtenir.

D'après l'arbre de dérivation de la figure 3.11, nous obtenons l'ensemble des règles suivantes :

<i>Article</i>	→	<i>le</i>
<i>Nom</i>	→	<i>chat</i>
<i>Groupe Nominal</i>	→	<i>Article . Nom</i>
<i>Groupe Sujet</i>	→	<i>Groupe Nominal</i>
<i>Verbe</i>	→	<i>mange</i>
<i>Article</i>	→	<i>la</i>
<i>Nom</i>	→	<i>souris</i>
<i>Groupe Nominal</i>	→	<i>Article . Nom</i>
<i>Groupe Verbal</i>	→	<i>Verbe . Groupe Nominal</i>
<i>Phrase</i>	→	<i>Groupe Sujet . Groupe Verbal</i>

Reprenons l'ensemble des règles de notre grammaire, et cherchons celles qui permettent de retrouver le sujet, le verbe et le complément d'objet. Le principe consiste à ajouter aux règles l'information « utile » et d'enlever l'information « inutile ». Les informations inutiles (grisées dans notre arbre) sont ici les articles.

<i>Phrase</i>	→	<i>Groupe sujet . Groupe verbal</i>
<i>(Nouvelle écriture)</i>	→	<i>Groupe sujet . Groupe verbal</i>

Il n'y a aucune information supplémentaire, aucune information inutile.

<i>Groupe sujet</i>	→	<i>Groupe nominal</i>
<i>(Nouvelle écriture)</i>	→	<i>Sujet</i> [<i>Groupe nominal</i>]

On sait que le sujet est dans le groupe nominal donc on l'écrit.

<i>Groupe verbal</i>	→	<i>Verbe . Groupe nominal</i>
<i>(Nouvelle écriture)</i>	→	<i>Verbe</i> [<i>Verbe</i>] . <i>COD</i> [<i>Groupe nominal</i>]

On sait que le verbe est dans le groupe verbal, et le C.O.D. dans le groupe nominal.

<i>Groupe nominal</i>	→	<i>Article . Nom</i>
<i>(Nouvelle écriture)</i>	→	<i>Nom</i>

L'article n'amène pas d'information intéressante, il est supprimé.

<i>Verbe</i>	→	<i>mange</i>
<i>Nom</i>	→	<i>chat / souris</i>
<i>Article</i>	→	<i>le / la</i>

On ne change pas les règles qui contiennent uniquement des éléments terminaux.

On utilise l'arbre de dérivation trouvé précédemment, dans lequel on remplace les règles par leur nouvelle écriture :

	(Réécritures)	(Nouvelles réécritures)
<i>Article</i>	→ <i>le</i>	→ <i>le</i>
<i>Nom</i>	→ <i>chat</i>	→ <i>chat</i>
<i>Groupe Nominal</i>	→ <i>Article . Nom</i>	→ <i>Nom</i>
<i>Groupe Sujet</i>	→ <i>Groupe Nominal</i>	→ Sujet [<i>Groupe Nominal</i>]
<i>Verbe</i>	→ <i>mange</i>	→ <i>mange</i>
<i>Article</i>	→ <i>la</i>	→ <i>la</i>
<i>Nom</i>	→ <i>souris</i>	→ <i>souris</i>
<i>Groupe Nominal</i>	→ <i>Article . Nom</i>	→ <i>Nom</i>
<i>Groupe Verbal</i>	→ <i>Verbe . Groupe Nominal</i>	→ Verbe [<i>Verbe</i>] . COD [<i>Groupe Nominal</i>]
<i>Phrase</i>	→ <i>Groupe Sujet . Groupe Verbal</i>	→ <i>Groupe Sujet . Groupe Verbal</i>

Nous prenons nos nouvelles réécritures et nous réécrivons la phrase.

Phrase → *Groupe Sujet . Groupe Verbal*
→ **Sujet**[*Groupe Nominal*]. **Verbe**[*Verbe*] . **COD**[*Groupe Nominal*]
→ **Sujet**[*Nom*]. **Verbe**[*mange*] . **COD**[*Nom*]
→ **Sujet**[*chat*]. **Verbe**[*mange*] . **COD**[*souris*]

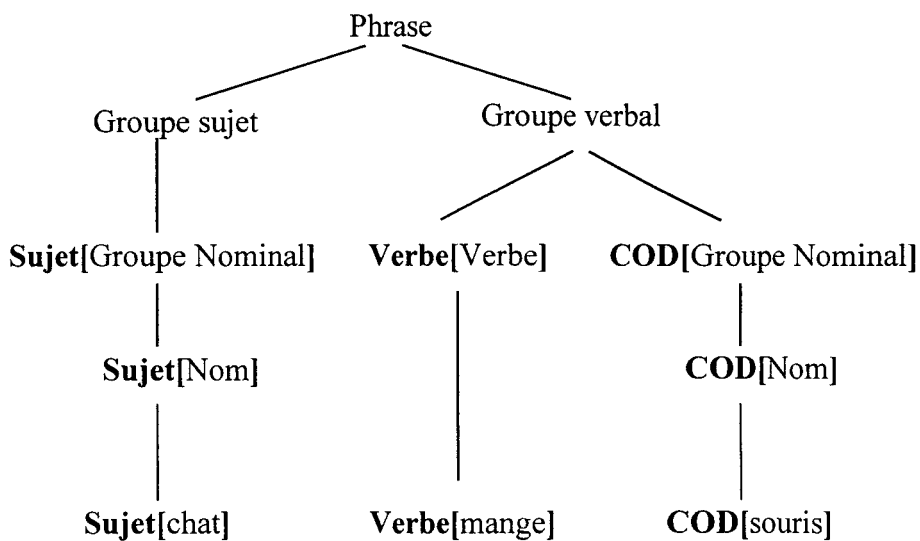


Figure 3.12 : Arbre de dérivation de l'analyse fonctionnelle.

Nous avons bien retrouvé (Figure 3.12) le sujet, le verbe, le complément d'objet de notre phrase par simple application de nouvelles règles.

3.3.2.2.4. Analyse fonctionnelle plus fine

Nous montrons ici, comment on peut affiner l'analyse, afin d'obtenir plus d'informations sur les différents syntagmes de la phrase.

Le gros chat noir mange rapidement la petite souris grise.

Pour cet exemple nous désirons obtenir le résultat suivant :

SUJET	:	ECRITURE	:	<i>chat</i>
		TRAIT	:	<i>gros, noir</i>
VERBE	:	ECRITURE	:	<i>manger</i>
		TRAIT	:	<i>rapidement</i>
COMPLEMENT D'OBJET	:	ECRITURE	:	<i>souris</i>
		TRAIT	:	<i>petite, grise</i>

L'ensemble des règles correspondantes sont :

	(Réécritures)	(Nouvelles réécritures)
<i>Phrase</i>	→ <i>GS . GV</i>	→ <i>GS . GV</i>
<i>GS</i>	→ <i>GN</i>	→ <i>Sujet[GN]</i>
<i>GV</i>	→ <i>Verbe . Adv . GN</i>	→ <i>Verbe[Ecriture[Verbe]] . Trait[Adv]] . COD[GN]</i>
<i>GN</i>	→ <i>Art . Adj . Nom . Adj</i>	→ <i>Ecriture[Nom] . Trait[Adj , Adj]</i>
<i>Verbe</i>	→ <i>mange</i>	→ <i>mange</i>
<i>Nom</i>	→ <i>chat / souris</i>	→ <i>chat / souris</i>
<i>Adv</i>	→ <i>rapidement</i>	→ <i>rapidement</i>
<i>Art</i>	→ <i>le / la</i>	→ <i>le / la</i>
<i>Adj</i>	→ <i>gros / noir / petite / verte</i>	→ <i>gros / noir / petite / grise</i>

(GS : groupe sujet, GV : groupe verbal, GN : groupe nominal, Art : article, Adj : Adjectif, Adv : Adverbe)

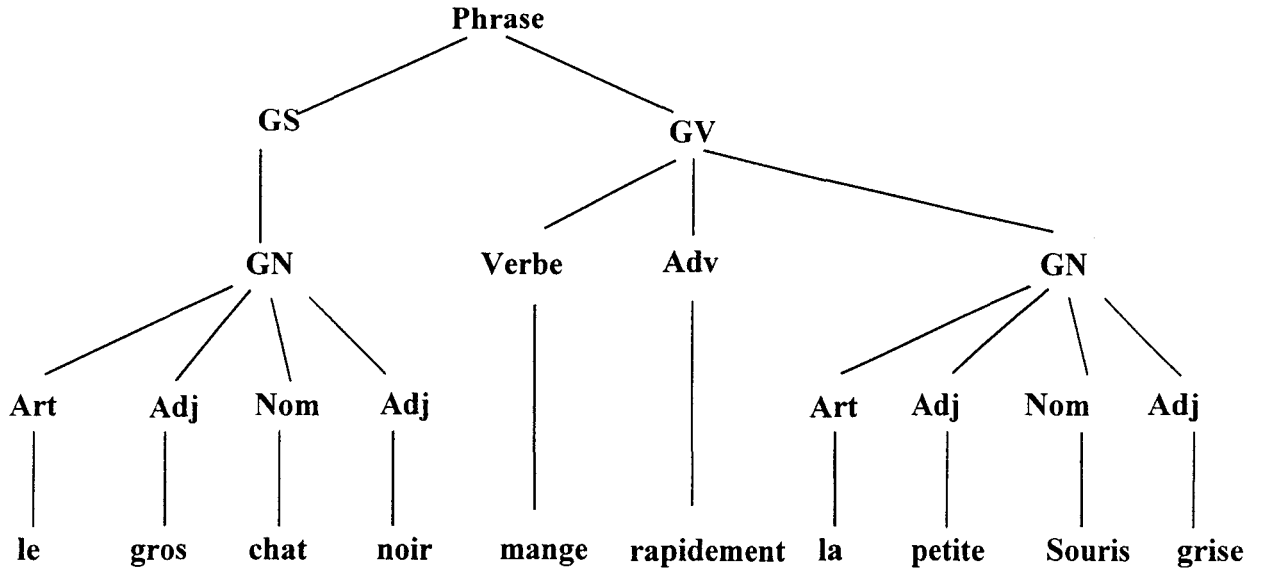


Figure 3.13 : Arbre de dérivation de la phrase :
Le gros chat noir mange rapidement la petite souris grise.

A partir de l'arbre de dérivation de la figure 3.13, nous réécrivons l'ensemble des règles avec leur transformation.

	(Réécritures)	(Nouvelles réécritures)
<i>Article</i>	→ <i>le</i>	→ <i>le</i>
<i>Adj</i>	→ <i>gros</i>	→ <i>gros</i>
<i>Nom</i>	→ <i>chat</i>	→ <i>chat</i>
<i>Adj</i>	→ <i>noir</i>	→ <i>noir</i>
<i>GN</i>	→ <i>Art.Adj.Nom.Adj</i>	→ <i>Écriture[Nom] . Trait[Adj , Adj]</i>
<i>GS</i>	→ <i>GN</i>	→ <i>Sujet[GN]</i>
<i>Verbe</i>	→ <i>mange</i>	→ <i>mange</i>
<i>Adv</i>	→ <i>rapidement</i>	→ <i>rapidement</i>
<i>Article</i>	→ <i>la</i>	→ <i>la</i>
<i>Adj</i>	→ <i>petite</i>	→ <i>petite</i>
<i>Nom</i>	→ <i>souris</i>	→ <i>souris</i>
<i>Adj</i>	→ <i>verte</i>	→ <i>grise</i>
<i>GN</i>	→ <i>Art.Adj.Nom.Adj</i>	→ <i>Écriture[Nom] . Trait[Adj , Adj]</i>
<i>GV</i>	→ <i>Verbe. Adv. GN</i>	→ <i>Verbe[Écriture[Verbe] . Trait[Adv]]. COD[GN]</i>
<i>Phrase</i>	→ <i>GS.GV</i>	→ <i>GS.GV</i>

Nous prenons les nouvelles règles et nous réécrivons la phrase en remplaçant chaque élément auxiliaire par sa nouvelle réécriture.

Phrase → GS.GV

- *Sujet*[GN].
Verbe[Ecriture[Verbe] . Trait[Adv]].
COD[GN]
- *Sujet*[Ecriture[Nom] . Trait[Adj , Adj]].
Verbe[Ecriture[mange] . Trait[rapidement]].
COD[Ecriture[Nom] . Trait[Adj , Adj]]
- *Sujet*[Ecriture[chat] . Trait[gros , noir]].
Verbe[Ecriture[mange] . Trait[rapidement]].
COD[Ecriture[souris] . Trait[petite , grise]]

Sur la figure 3.14, nous obtenons bien le résultat attendu.

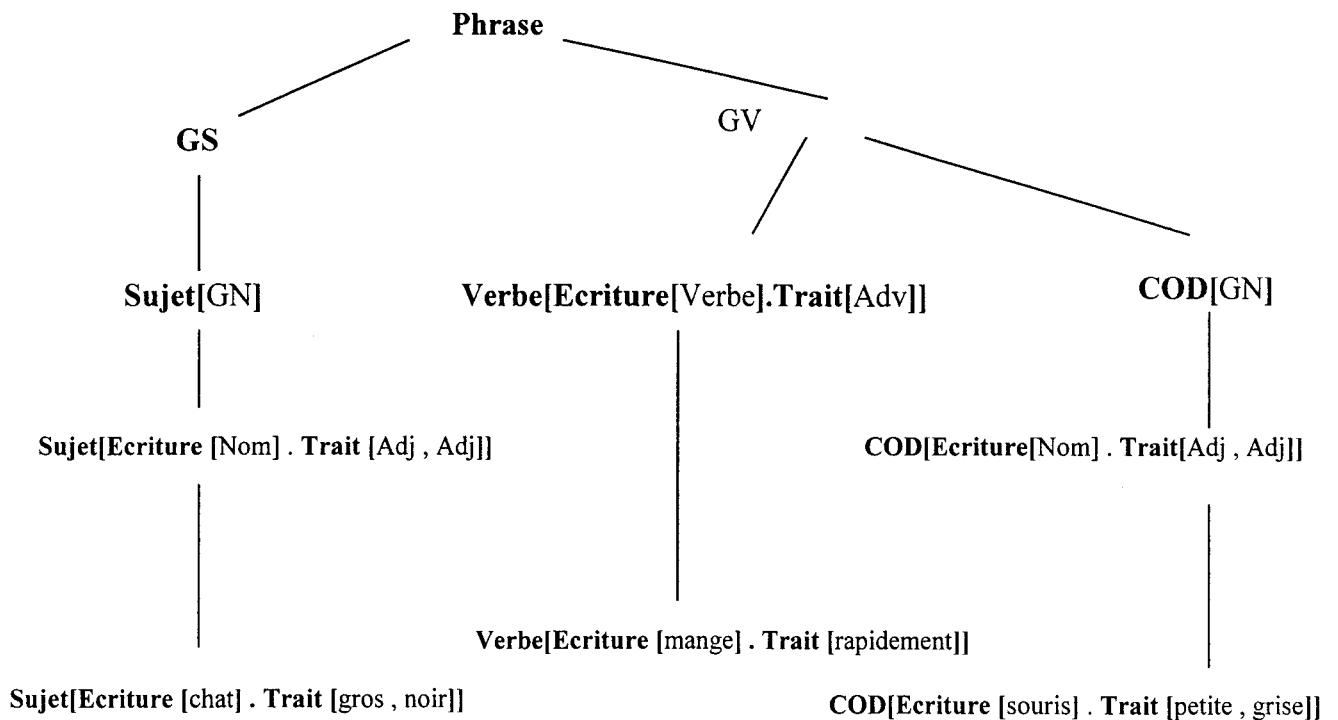


Figure 3.14: Arbre de dérivation de l'analyse fonctionnelle plus fine.

3.3.2.2.5. Structure de trait

Nous montrons ici, la structure de trait [LIG 94] liée à nos grammaires, qui permet d'en simplifier l'écriture et d'en augmenter les performances. Ces structures de trait sont à l'origine du développement de la plupart des techniques d'analyse grammaticale, telles que les grammaires d'unification (PATR, GPSG, HPSG, LFG...) [MIL 90] [EST 93] [BLA 93].

A l'aide d'un exemple nous présentons l'intérêt des traits pour réaliser les règles qui permettent de supprimer les phrases erronées tout en gardant la phrase correcte.

Exemple : *la petite souris vole le fromage.*

La transformation en « sons » nous donne :

la pe-ti-te sou-ri vo-le le fro-ma-je

Ce qui donne plusieurs mots possibles :

la petite souris vole le fromage
là petites souri voles fromages
las sourit

Dans notre exemple, nous pouvons créer une soixantaine de phrases différentes.

Nous allons montrer sur quelques exemples, comment on peut éliminer quelques-unes de ces phrases par simple application de règles grammaticales. De plus, les règles utilisées permettent d'expliquer pourquoi nous avons besoin de plusieurs informations concernant chaque mot (le nombre, le genre, la qualité...).

3.3.2.2.5.1. L'information des éléments auxiliaires

La première règle à suivre est la forme des phrases étudiées : elles peuvent être négatives, interrogatives, déclaratives, ... Nous formons donc les règles correspondantes :

Phrase(déclarative) → Groupe Sujet . Verbe . Groupe Complément
Phrase(négative) → Groupe Sujet . négation1 . Verbe .négation2 . Groupe Complément
Phrase(interrogative) → Verbe . Groupe Sujet . Groupe Complément
...

Le trait placé sur les phrases permet lors de l'analyse d'obtenir le contexte de la phrase. Nous voyons que l'ajout de traits sur les éléments auxiliaires peut apporter de l'information. On pourrait définir des groupes nominaux pluriels ou singuliers, masculins ou féminins...

3.3.2.2.5.2. Les informations syntaxiques

Afin d'éliminer l'adjectif « petites » au pluriel, il nous faut trouver le moyen d'associer à chaque mot son nombre.

Groupe Nominal(singulier) → Article(singulier) Adjectif(singulier) Nom(singulier)
Groupe Nominal(pluriel) → Article(pluriel) Adjectif(pluriel) Nom(pluriel)

Ce type de règle permet d'éliminer toutes les phrases dont les mots n'ont pas le même nombre dans un groupe nominal. On peut ainsi associer de la même manière le genre de chaque entité.

3.3.2.2.5.3. Les informations fonctionnelles

Pour la traduction en langue des signes, il nous faut distinguer si le syntagme qui suit le verbe est un adverbe, un C.O.D., un complément circonstanciel ... Pour obtenir ces informations, il nous faut distinguer les verbes transitifs et les verbes intransitifs. Ce qui peut nous donner les règles suivantes :

Phrase → Groupe Sujet . Verbe(transitif) . COD

Phrase → Groupe Sujet . Verbe(intransitif) . Complément Circonstanciel

3.3.2.2.5.4. Les informations sémantiques

Dans notre cas, il faut savoir si le verbe « voler » signifie « dérober » ou « planer ». Les informations fonctionnelles permettent de montrer que le verbe doit être transitif. Le verbe « voler » au sens de « planer » étant intransitif on peut le supprimer. Mais pour la traduction en langue des signes, il faut garder cette information. Les mots doivent donc contenir des informations sémantiques. Ceci peut donner dans notre cas :

Voler(planer), Voler(dérober)

3.3.2.3. Analyse sémantique

A partir de l'analyse grammaticale, on peut repérer les différents syntagmes dont est composée la phrase (sujet, verbe, COD...), il reste maintenant à réaliser une analyse sémantique de la phrase. Il faut trouver le moyen de repérer le rôle de chaque syntagme trouvé par l'analyse grammaticale. La grammaire de cas, développée par FILLMORE, nous donne une piste de recherche.

3.3.2.3.1. Grammaire de cas [SAB 88]

Bien que FILLMORE ne soit pas le premier à avoir découvert les grammaires de cas, ses travaux en sont les plus connus. Il nous montre comment on peut identifier un ensemble de cas sémantiques permettant de relier le verbe à l'ensemble des mots d'une phrase. Pour FILLMORE l'analyse grammaticale, permettant de retrouver sujet, verbe, et compléments, n'est qu'un intermédiaire. L'analyse sémantique est pour lui le point central de la compréhension automatique des langues.

Exemple : *Jean casse la branche avec une pierre.*
La pierre casse la branche.
La branche casse.

Dans cet exemple, si nous réalisons une analyse grammaticale sur les trois phrases, nous obtenons trois sujets différents pour la même action. Mais, une analyse sémantique donne pour chacun des sujets des rôles différents.

<i>Jean</i>	→	Agent	→	l'animé qui effectue une action,
<i>La pierre</i>	→	Instrument	→	l'objet qui contribue à l'action
<i>La branche</i>	→	Thème	→	ce qui reçoit l'effet d'une action

FILLMORE a ainsi défini différents cas sémantiques. Ceux-ci ont d'ailleurs évolué tout au long de ses recherches. Nous en donnons un exemple :

AGENT	: l'instigateur d'un événement,
CONTRE-AGENT	: la force contre laquelle l'action est exécutée,
OBJET	: l'entité qui bouge, change ou dont la position ou l'existence est en question,
RÉSULTAT	: l'entité créée par l'action en question,
INSTRUMENT	: le stimulus ou la cause physique causant l'événement,
SOURCE	: lieu de départ de quelque chose qui bouge,
BUT	: lieu d'arrivée de quelque chose qui bouge,
PATIENT	: l'entité qui reçoit, accepte ou subit les effets d'une action.

Exemple : *Jean a conduit son bateau, malgré le courant, du large vers la plage.*

AGENT	: <i>Jean</i>
CONTRE-AGENT	: <i>courant</i>
OBJET	: <i>bateau</i>
SOURCE	: <i>large</i>
BUT	: <i>plage</i>

Bien que FILLMORE se soit rendu compte par lui-même des limites d'universalité de sa théorie, nous l'utilisons pour notre traduction. En effet, la langue des signes semble se prêter à l'utilisation des cas sémantiques.

3.3.2.3.2. Principe

D'après l'étude de la grammaire de la LSF que nous avons faite, il faut rechercher un ensemble de paramètres qui permettent de traduire la phrase française. Ces paramètres sont les suivants :

le Contexte	: phrase déclarative, interrogative, négative...
l' Action	: représentée par le verbe de la phrase,
l' Agent	: l'animé qui effectue une action,
le Patient	: ce qui reçoit l'effet d'une action,
l' objet	: l'objet de l'action,
le Lieu	: l'endroit où se situe l'action,
le Temps	: le moment de l'action.,
Autres	: le reste.

Nous disposons, pour cela, d'une analyse grammaticale de la phrase qui a déterminé le contexte, le verbe, le sujet et les compléments. Pour les phrases de notre étude, nous utilisons la simplification suivante :

Le Contexte	: le contexte de la phrase.
l'Action	: le verbe ;
l'Agent	: si le verbe est transitif → le sujet ;
le Patient	: si le verbe est transitif → le complément d'objet second, sinon le sujet ;
l'objet	: complément d'objet direct ou indirect,
le Lieu	: complément circonstanciel de lieu, et adverbe de lieu ;
le Temps	: le temps du verbe et ou adverbe de temps ;
Autres	: les autres compléments et les adverbes.

Pour le contexte de la phrase nous montrons plus loin comment on arrive à ajouter aux règles grammaticales des informations supplémentaires. Pour la suite nous présentons notre analyse sans tenir compte du contexte.

3.3.2.3.3. Exemple

Le gros chat noir mange rapidement la petite souris verte, avec une fourchette, dans la maison.

Analyse fonctionnelle :

Sujet[Ecriture[*chat*].Trait[*gros, noir*]]
Verbe[Ecriture[*mange*] . Trait[*rapidement*]]
COD[Ecriture[*souris*].Trait[*petite, verte*]]
Complément[Ecriture[*fourchette*]**Préposition**[*avec*]]
Complément[Ecriture[*maison*]**Préposition**[*dans*]]

Analyse de cas :

l'Action	: <i>manger,</i>
l'Agent	: <i>chat(gros, noir),</i>
le Patient	: <i>souris(petite, verte),</i>
le Lieu	: <i>maison,</i>
le Temps	: <i>présent,</i>
Autres	: <i>fourchette(moyen), rapidement(manière).</i>

3.3.2.4. Génération de la LSF

A partir de l'analyse sémantique, nous pouvons replacer les mots de la phrase dans l'ordre de la langue des signes. Mais, traduire une phrase du français en langue des signes ne consiste pas seulement à réorganiser l'agencement des mots. Contrairement au français la LSF est « multicouches », en parallèle du signe réalisé avec les mains, le reste du corps peut exprimer une nuance dans la phrase. Par exemple :

- la négation d'une phrase, s'exprime par la superposition du signe de négation de la tête tout au long des signes de la proposition.
- Le temps de la phrase, s'exprime par l'inclinaison du corps.

Afin d'obtenir une traduction correcte en LSF, il nous faut trouver le moyen de tenir compte des cinq constituants de base de la langue des signes que nous avons présentés précédemment.

Pour ce faire nous utilisons la grammaire de cas définie plus haut ainsi que différents paramètres et un dictionnaire :

- Configuration : un dictionnaire de signes.
- Emplacement : une position est attribuée à chaque personne et objet.
- Orientation : la grammaire de cas définit l'agent et le patient.
- Mouvement : la grammaire de cas définit qui fait, qui subit l'action.
- Expression du visage : la grammaire donne le mode du discours.

Dans la suite nous faisons le lien entre ces différents paramètres et le codage du signeur virtuel.

3.3.2.4.1. L'ordre des signes

Comme nous l'avons déjà dit, l'ordre des signes dans le temps est beaucoup moins important que leur arrangement dans l'espace. Pour suivre la grande tendance des signeurs, nous plaçons les signes dans cet ordre : temps, lieu, autres, patient, agent, action. L'ensemble des informations dont nous disposons nous permet de modifier cet ordre en fonction de certaines contraintes de la grammaire de la L.S.F.. L'évaluation de notre traducteur permet d'affiner cette présentation trop figée.

3.3.2.4.2. Localisation

Afin de localiser les personnes et les objets dans l'espace chacun d'eux est accompagné d'un paramètre. Sur le signe maison, on ajoutera l'emplacement « droite ». Ce qui donne maison(droite). Le prochain prend le paramètre « gauche ».

3.3.2.4.3. Les verbes du premier groupe

Pour les verbes du premier groupe (de la LSF) on leur ajoute comme paramètre l'agent et le patient définis par la grammaire de cas. Le verbe « donner » s'écrit donc : donner(agent, patient). Pour les verbes de déplacement on ajoute l'agent et le lieu : aller(agent, lieu).

3.3.2.4.4. Les marqueurs de clause

Suivant le contexte de la phrase défini par la grammaire de cas, on ajoute la clause correspondante. \NO pour une phrase négative, \CND pour une phrase conditionnelle...avec le chiffre correspondant au nombre de signe.

3.3.2.4.5. Les flexions

Suivant les attributs trouvés, on les place comme paramètres dans les signes.
Exemple : la grande boîte → boîte(grande)

3.3.2.4.6. Les mots à épeler

Certains mots sont à épeler, on ajoute « % ».

3.3.2.4.5. Exemple

Arthur ira-t-il au cinéma demain ?

Le **Contexte** : interrogatif,
l'**Action** : *aller*,
l'**Agent** : Arthur,
le **Lieu** : cinéma,
le **Temps** : *futur(demain)*,

\YNQ4 demain cinéma(droite) %Arthur(gauche) aller(cinéma, Arthur)

3.4 CONCLUSION

Un des problèmes rencontrés par les éditeurs du logiciel LAC est le volume trop important occupé par les séquences vidéos filmées. Nous avons constaté que l'utilisation d'un signeur virtuel pouvait permettre de réduire celles-ci. Une équipe du laboratoire a donc cherché à développer un signeur pouvant être utilisé à partir d'un langage. L'entrée du signeur correspond à une suite codée d'éléments reproduisant l'ensemble des informations nécessaires à la génération de la langue des signes.

Afin de simplifier l'utilisation de ce signeur virtuel, nous avons cherché à réaliser la traduction d'un texte français en langue des signes. Les recherches nous ont montré qu'il était plus raisonnable d'envisager la fabrication d'un assistant à la traduction que la réalisation d'un traducteur autonome.

L'assistant traducteur que nous avons développé transforme une phrase écrite en français phonétiquement correcte en phrase écrite en langue des signes codée. Cette dernière est la phrase d'entrée du signeur virtuel.

La traduction se déroule en quatre étapes :

- Le texte est transformé en sons et on recrée toutes les phrases possibles.
- On réalise une analyse grammaticale des phrases, afin de conserver la phrase correcte.
- Une analyse sémantique de la phrase retenue permet de créer la grammaire de cas correspondante.
- Enfin, on génère la phrase LSF à partir des éléments de la grammaire de cas.

Dans le chapitre quatre nous présentons le développement du traducteur ainsi que son insertion dans le logiciel LAC.

CHAPITRE 4.

RETOUR SUR LAC

Pour que notre logiciel soit un véritable outil d'apprentissage de la langue des signes, il faut le doter d'une aide à la traduction. Dans le chapitre précédent nous avons donné les grandes lignes d'un tel dispositif. Dans cette partie nous les détaillons.

Nous montrons dans un premier temps la modularité du système. En effet, comme la plupart des outils que nous développons, le traducteur doit être le plus ouvert possible, afin que chaque partie puisse être changée sans affecter l'ensemble du dispositif.

Nous exposons ensuite la transformation d'un texte en suite de « sons », ainsi que les différents dictionnaires qui permettent de retrouver la phrase grammaticalement correcte et de la transformer en « langue des signes écrite ».

Nous terminons ce chapitre sur la nouvelle version de LAC, qui restreint la précédente à la LSF mais accompagnée de l'aide à la traduction.

4.1. REALISATION DU TRADUCTEUR

L'objectif de notre logiciel est de partir d'un texte phonétiquement correct et d'en extraire le sens afin d'obtenir une représentation en langue des signes.

Pour cela, il faut réaliser différentes étapes importantes :

- rechercher l'ensemble des phrases possibles ;
- faire une analyse grammaticale de ces phrases ;
- proposer une traduction.

4.1.1. La méthode

Le passage du texte écrit à la traduction en langue des signes s'effectue par l'intermédiaire de différents passages dans des « machines de décomposition » (Figure 4.1) ; chaque machine fonctionne sur le même principe. Un flux d'objets est présenté à l'entrée et on récupère un flux d'objets à la sortie. L'intérêt de ces machines est qu'elles ne prennent en entrée que la quantité d'objets dont elles ont besoin pour fabriquer un nouvel objet en sortie. Ce principe permet de minimiser le volume de données utilisées par toute la chaîne de transformation.

4.1.1.1. Les machines

Chaque machine est identique, seul son système de décomposition diffère. Elles ont en commun leur structure qui comporte différents éléments :

- un prédécesseur : correspond à la machine précédente ;
- un successeur : correspond à la machine suivante ;
- un flux d'entrée : qui est le flux de sortie de la machine précédente ;
- un flux de sortie : qui est le flux d'entrée de la machine suivante.

Afin de réaliser une décomposition, on crée chacune de nos machines à laquelle on indique le prédécesseur et le successeur. Après avoir donné un flux d'entrée à la première machine, on demande à la dernière machine l'objet suivant. Celle-ci réalise l'objet si elle a assez d'éléments sinon elle en demande à son prédécesseur qui effectue la même démarche. Ce travail s'effectue tant qu'il y a assez de matières dans la chaîne de fabrication.

4.1.1.2. Intérêt du système

L'intérêt d'un tel système est que chaque machine est indépendante des autres, seuls les objets en entrée sont significatifs. Ceci permet de pouvoir ajouter, modifier ou supprimer une machine sans pour autant devoir toucher au reste de la chaîne.

4.1.1.3. Programmation objet

Chaque machine ayant une structure identique et des méthodes de décomposition communes, la programmation objet nous permet de transmettre à chaque machine les mêmes propriétés sans devoir les réécrire [DIG 92].

4.1.1.4. La chaîne

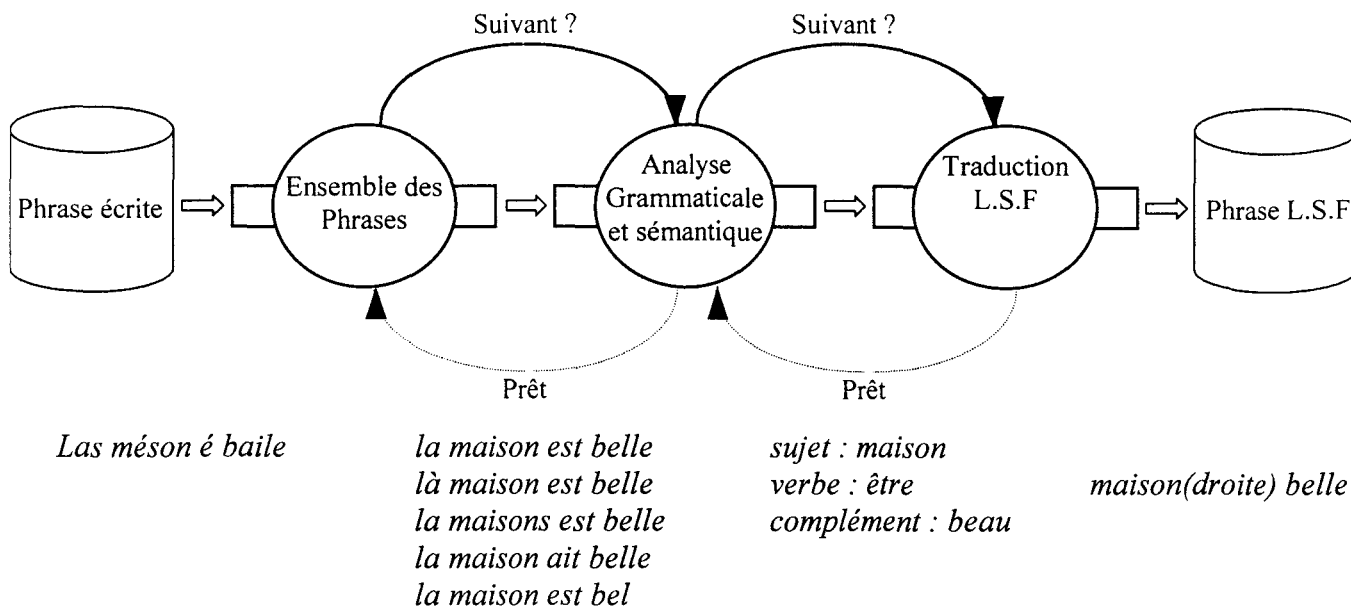


Figure 4.1 : Chaîne de transformation du français en LSF.

4.1.2. Ensemble de phrases possibles

Si, à l'entrée du traducteur, nous avons la phrase « *les voiture son rapide* », nous devons pouvoir traduire ce que l'utilisateur a voulu écrire sans tenir compte des fautes. Afin de retrouver « *les voitures sont rapides* », nous commençons par transformer la phrase en « sons » :

lé voi-tu-re son ra-pi-de.

Ensuite, nous recherchons l'ensemble des mots qui peuvent correspondre à ces suites de « sons ». Nous obtenons pour chaque groupe de « sons » plusieurs mots possibles :

les, laid, laids, lait, laits
voiture, voitures
son, sont
rapide, rapides.

Ceci nous donne une multitude de phrases possibles.

les voiture son rapide
laid voitures son rapide
laits voiture son rapide
 ...

La figure 4.2 illustre se principe.

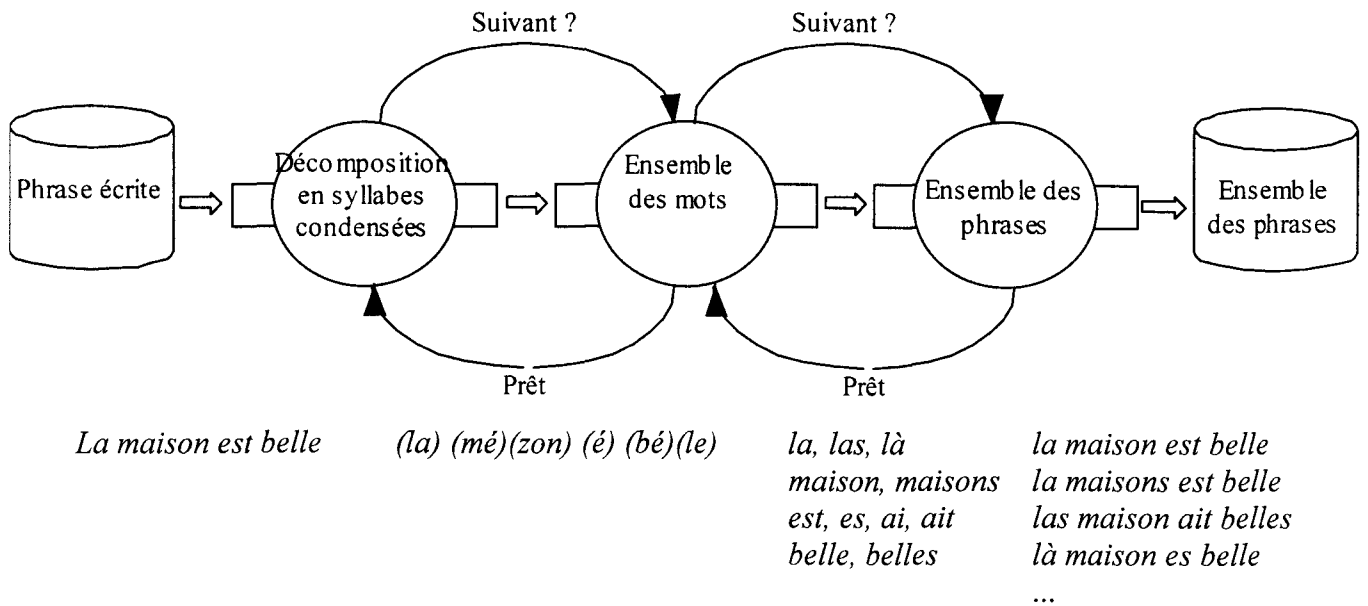


Figure 4.2 : Chaîne de transformation de l'écrit en un ensemble de phrases.

4.1.2.1. Décomposition en syllabes condensées

La décomposition d'une phrase en syllabes condensées nécessite l'application de trois étapes (Figure 4.3). La première étape décompose la phrase en mots. La deuxième étape découpe les mots en syllabes. La troisième étape transforme les syllabes en syllabes condensées.

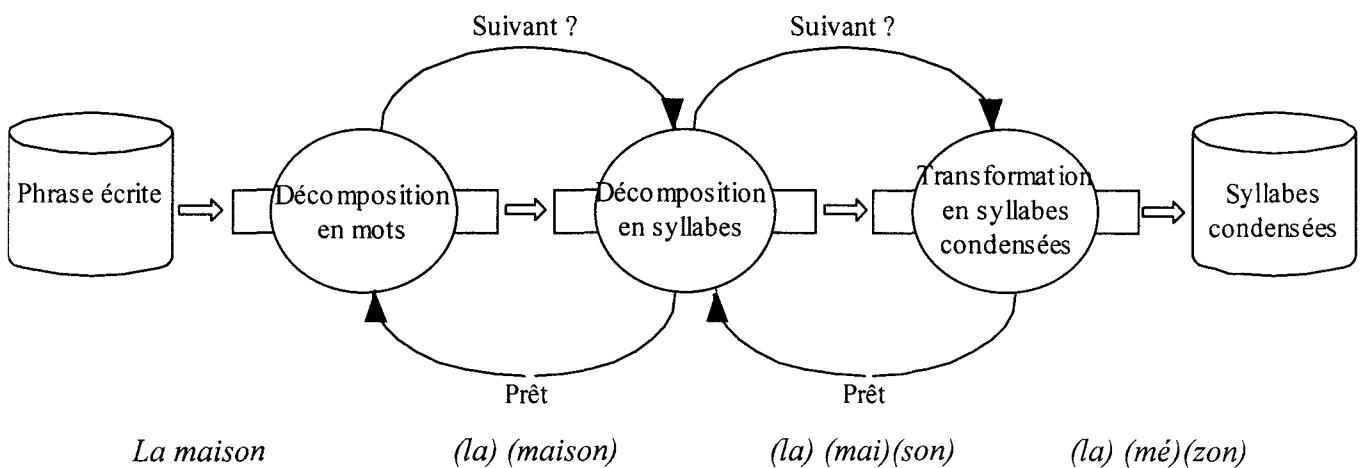
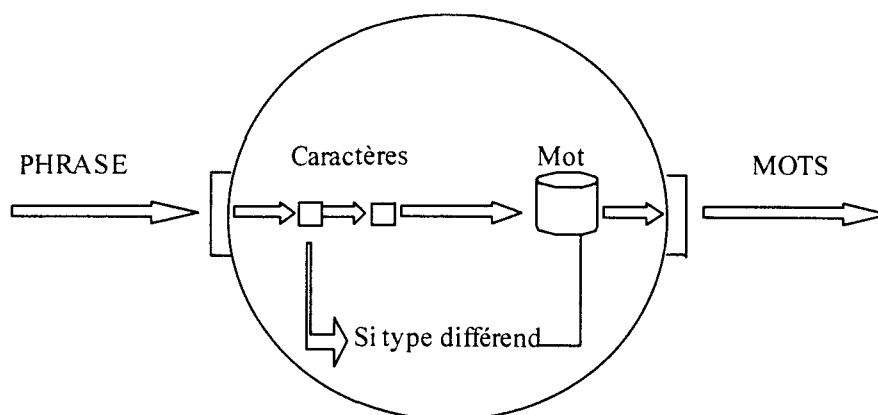


Figure 4.3 : Chaîne de transformation de l'écrit en syllabes condensées.

4.1.2.1.1. Décomposition d'une phrase en mots



la jolie, grande et belle maison.

(la)()(jolie)(.)()(grande)()(et)()(belle)()(maison)(.)

Figure 4.4 : Chaîne de transformation de phrase en mots.

La première étape de notre décomposition consiste à repérer les différents mots de la phrase. Elle permet de séparer les caractères alphabétiques des autres.

La machine (Figure 4.4) reçoit en entrée un flux de caractères qui sont empilés tant qu'ils sont de même type. On appelle caractères de même type une suite de chiffres, une suite de lettres, une suite d'espaces... Les mots formés sont envoyés sur le flux de sortie.

On obtient ainsi en sortie un flux d'objets qui peuvent être une suite de lettres, de chiffres, d'espaces...

4.1.2.1.2. Décomposition syllabique

Dans ce qui suit nous ne traitons que les suites de lettres, c'est à dire les mots. Les suites de chiffres, d'espaces... sont directement envoyées sur le flux de sortie.

4.1.2.1.2.1. Décomposition d'un mot en syllabes

Sauf exception, la décomposition d'un mot en syllabes suit les trois règles suivantes :

règle 1 : Une consonne entre deux voyelles

VCV donne V-CV

Ame → *A(-m)e*

règle 2 : Plusieurs voyelles

CVVC donne CVVC ou CV-VC

Lionceau → *L(i-o)nceau*

Lointain → *L(oi)ntain*

Le découpage se fait suivant un tableau de séparation des voyelles

règle 3 : Plusieurs consonnes

VCCV donne VCCV ou VC-CV

a) Cas général : suivant un tableau de séparation des consonnes.

Aspirer → *A(s-p)irer*

Aplatir → *A(-pl)atir*

b) Début et Fin de mot : inséparable.

Spolier → *(Sp)olier*

c) Trois consonnes et plus : On sépare les deux dernières, des précédentes.

Instrument → *I(ns-tr)ument*

4.1.2.1.2.2. Le Principe

La transformation d'un mot en syllabes s'effectue dans le sens de son écriture. Contrairement aux méthodes commençant par la fin des mots, notre méthode permet d'effectuer la décomposition au fur et à mesure de la saisie. Les lettres sont envoyées une à une dans le « syllabeur » (Figure 4.5) celui-ci forme des syllabes qu'il envoie dans le flux de sortie.

La machine utilise un tampon de trois lettres et un automate qui permet de distinguer les différentes alternances de voyelles et consonnes, afin d'appliquer les règles correspondantes.

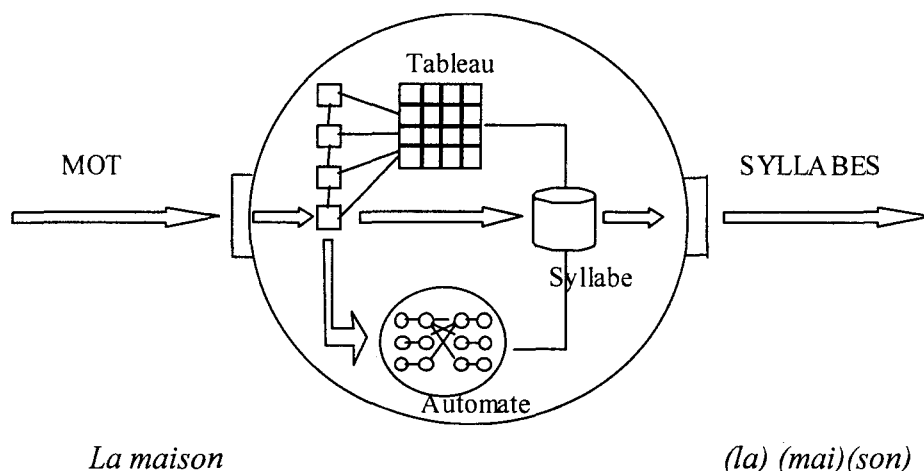


Figure 4.5 : Chaîne de transformation d'un mot en syllabes.

4.1.2.1.2.3. Proposition d'un automate

Nous cherchons à fabriquer un automate capable de nous indiquer la règle de séparation qu'il faut employer pour créer les syllabes de nos mots.

Nous réalisons tout d'abord l'automate de la figure 4.6 qui permet de repérer une, deux, trois ou plusieurs voyelles successives :

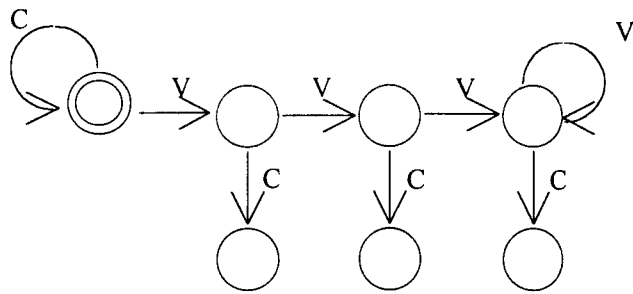


Figure 4.6 : Repérage des voyelles.

Suivant l'état dans lequel se trouve notre automate, nous pouvons connaître la succession de voyelles que nous avons pu passer.

Nous formons l'équivalent (figure 4.7) qui permet de repérer une, deux, trois ou plusieurs consonnes successives

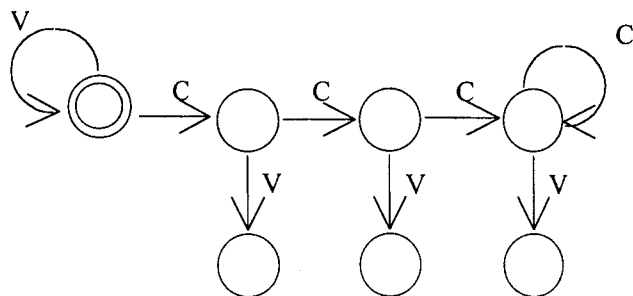


Figure 4.7 : Repérage des consonnes.

Ces deux automates peuvent être regroupés (Figure 4.8).

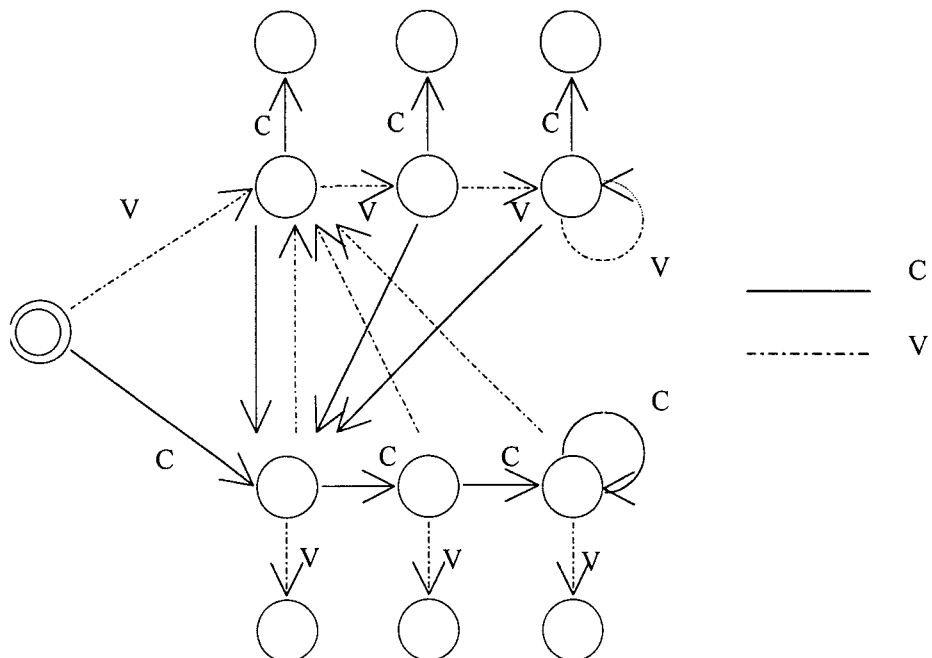


Figure 4.8 : Repérage des voyelles et des consonnes.

Nous avons maintenant un automate pouvant nous dire à tout moment quelles ont été les alternances de lettres.

Il nous reste à vérifier si notre automate prend bien en compte l'ensemble des cas décrits par nos règles.

Après vérification, nous constatons que nous pouvons supprimer quelques cas, notamment le cas d'une voyelle entre deux consonnes (premier rond en haut à gauche de la figure 4.8). En effet, aucune règle ne traite de ce cas. De plus la première étape boucle sur les consonnes afin de tenir compte de la règle 3b) (les consonnes en début de mot sont inséparables) . Nous obtenons un automate (Figure 4.9) qui permet de distinguer l'alternance de consonnes et de voyelles répondant aux critères des règles précédemment définies.

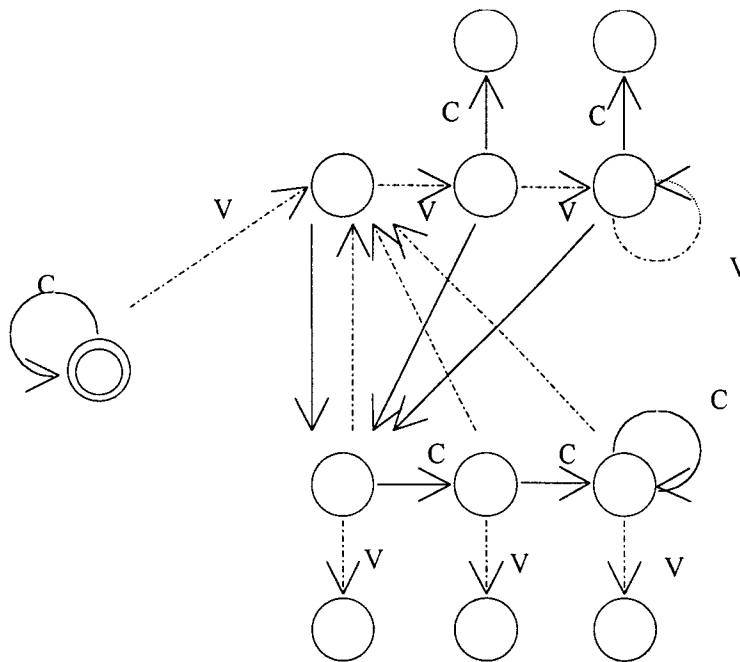


Figure 4.9 : Simplification de l'automate.

4.1.2.1.2.4. Les étapes

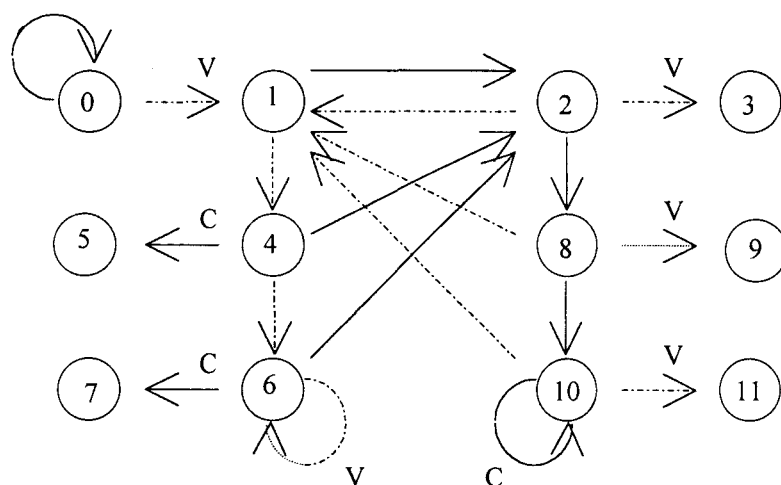


Figure 4.10 : Automate de décomposition syllabique.

L'activation de certaines étapes de l'automate de la figure 4.10 permet d'appliquer les règles définies précédemment. Nous donnons ici l'ensemble de ces applications :

Etape 3

règle 1) :

On enlève de la syllabe la dernière consonne, toutes les lettres empilées forment une syllabe, on ajoute cette syllabe au flux de sortie, la syllabe étant vide nous lui ajoutons la dernière consonne et la nouvelle voyelle.

Etapes 4 et 6

Cas particuliers :

L'étape 4) permet de gérer le cas 'qu' et 'gu' où l'on ne sépare jamais la voyelle du 'u'.

L'étape 6) permet de traiter le 'y' entre deux voyelles. On empile un 'i' ce qui forme une nouvelle syllabe que l'on ajoute au flux de sortie, et un autre 'i' commence la nouvelle syllabe.

règle 2) :

On compare la voyelle à ajouter et la voyelle précédente. D'après un tableau de séparation des voyelles soit les lettres empilées forment une nouvelle syllabe que l'on ajoute au flux de sortie, soit l'on ajoute la nouvelle voyelle aux autres.

Etapes 5 et 7

Cas particulier :

'es' en fin de mot n'est pas séparé de la dernière syllabe.

Etapes 9 et 11

Cas particuliers :

'ill'+voyelle exemple : rouille donne rou-ille

règle 3a) et 3c)

On compare la dernière consonne à sa précédente. D'après un tableau de séparation des consonnes, soit on sépare les deux consonnes afin de former une nouvelle syllabe que l'on ajoute au flux de sortie, soit on ajoute la nouvelle voyelle sur les deux consonnes.

Lorsqu'un mot se termine par 'er' ou 'ez' on crée une nouvelle syllabe. Exemple: 'douer' 'dou-er'

4.1.2.1.3. Décomposition en syllabes condensées

Nous appelons syllabe condensée la transformation d'une syllabe en « son ». Une syllabe condensée doit être la plus petite représentation lisible en français d'un son.

Par exemple les mots «*haie, est, et, ai, es* » sont représentés par la même entité, la lettre «*é*».

Pour obtenir le passage d'une syllabe en syllabe condensée, nous utilisons deux outils :

- un tableau de concordances ;
- un ensemble de cas particuliers.

4.1.2.1.3.1. Tableaux de concordances

Quatre tableaux de concordances font correspondre à une chaîne de caractères, une autre chaîne plus « simple » mais phonétiquement identique.

exemples: *aient* → *é*
aies → *é*
ait → *é*

Le travail consiste à rechercher, dans la syllabe étudiée, les différentes chaînes de caractères des tableaux. Cette recherche s'effectue dans l'ordre décroissant des tailles de chaînes de caractères (*aient* → *é* et non *aient* → *éent*). De plus les tableaux utilisés dépendent de la place de la syllabe dans le mot.

exemples: *mes* → *mé*
fermes → *fer-me*

Les quatre types de tableaux traitent de :

- Mot d'une syllabe
- Syllabe début de mot
- Syllabe fin de mot
- Cas général

4.1.2.1.3.2. Cas particuliers

Avant de simplifier les syllabes à l'aide des tableaux de concordances, ces dernières subissent le passage de quelques règles :

- suppression du 'h' en début de mot ;
- on change le 's' en 'z' en début de syllabe, si la syllabe précédente finit par une voyelle et qu'une voyelle suit le 's' ;
- on remplace le 'e' par 'é' si la syllabe finit par 'es' et la suivante commence par 's'.

4.1.2.2. Ensemble des mots

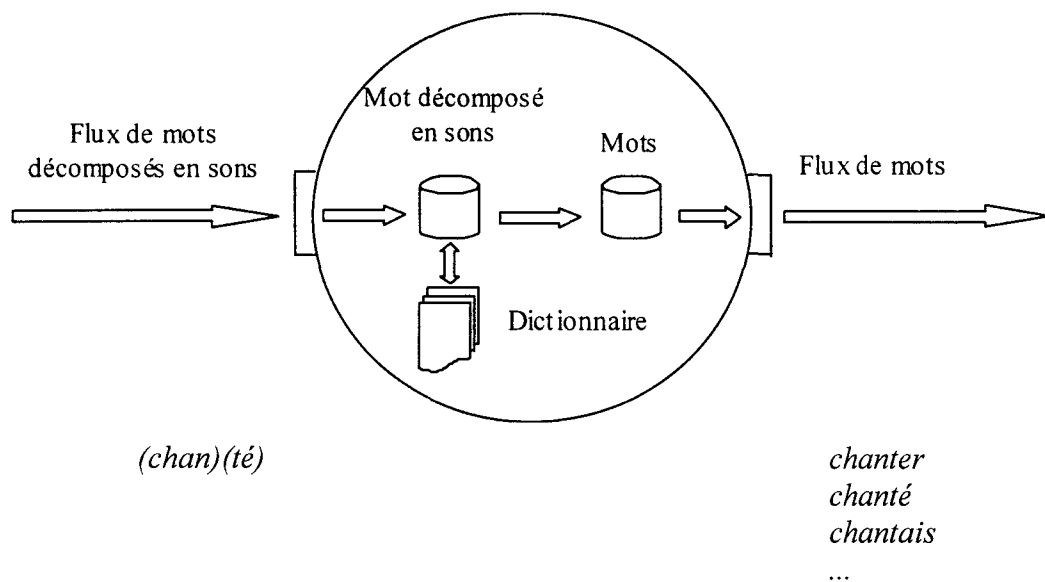


Figure 4.11 : Chaîne de transformation des sons en mots.

Chaque mot de la phrase a été transformé en une suite de sons. Nous effectuons la même opération pour l'ensemble des mots du dictionnaire. Ceci donne pour une même suite de sons plusieurs mots. Ces mots permettent d'obtenir l'ensemble des phrases possibles.

L'ensemble des mots du dictionnaire ainsi que leurs déclinaisons subissent le passage de la décomposition en sons (Figure 4.11). Ces listes de sons sont rangées dans un dictionnaire en arborescence hiérarchisée (Figure 4.12) qui permet d'optimiser les recherches et de minimiser l'emplacement mémoire. Le principe est que chaque syllabe pointe sur l'ensemble des syllabes suivantes possibles.

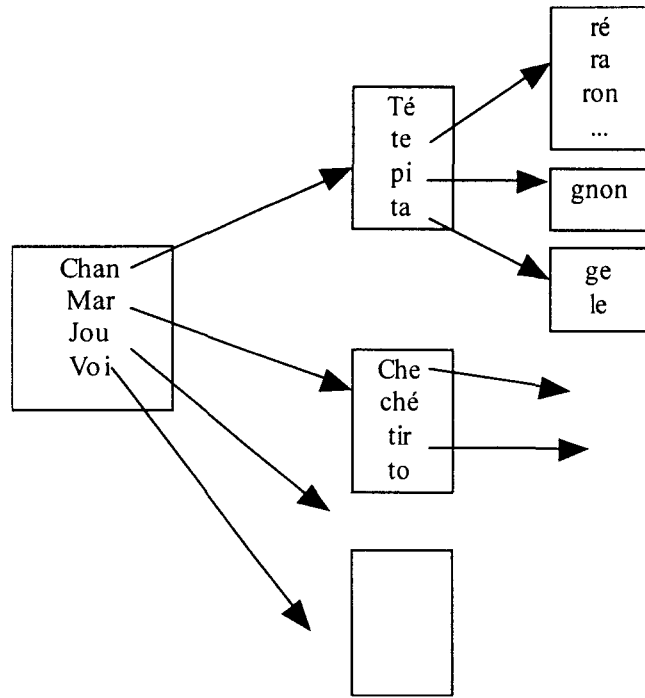
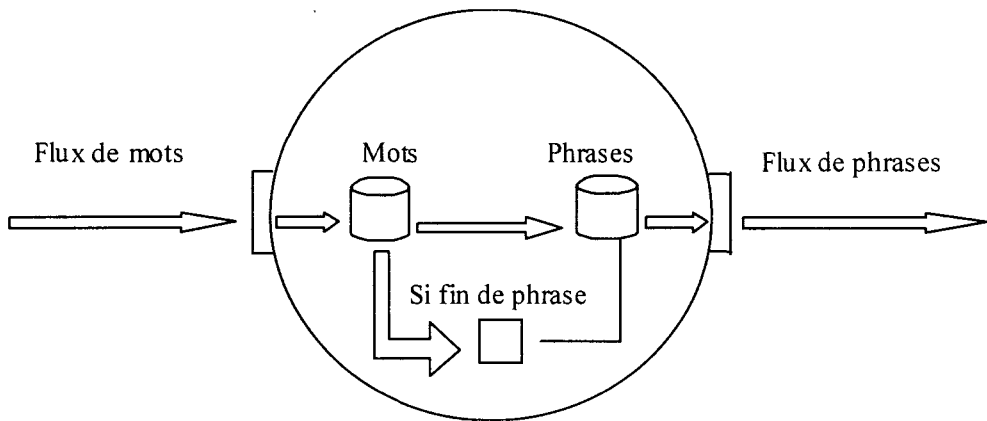


Figure 4.12 : Arborescence hiérarchisée.

4.1.2.3. Ensemble des phrases possibles



*la, là, las
voiture, voitures
est, et, es
rouge, rouges*

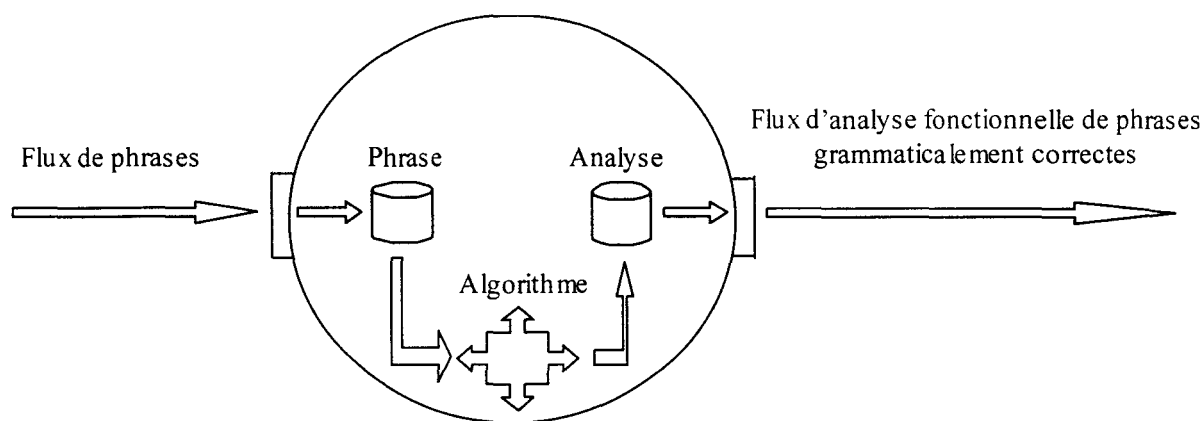
*la voiture est rouge
là voiture est rouge
las voiture est rouge
la voitures est rouge
là voitures est rouge
las voitures est rouge
la voiture et rouge
...*

Figure 4.13 : Chaîne de transformation des mots en phrases.

Avec l'ensemble des mots que nous avons obtenu nous formons l'ensemble des phrases possibles (Figure 4.13) qui est l'ensemble des combinaisons réalisables.

4.1.3. Analyse grammaticale

L'analyse grammaticale consiste à étudier les mots dans la proposition en vue d'en définir la nature, le genre, le nombre et la fonction. L'analyseur (Figure 4.14) commence par vérifier la syntaxe afin de supprimer les phrases incorrectes puis détermine la fonction de chaque syntagme de la phrase.



*le garçon donne du lait au chat
 le garçons donne du les o cha
 le garçon donnes du lé au chats*

*verbe : donner, 3^{ème} personne du
 présent de l'indicatif
 Sujet : garçon, nom commun
 masculin singulier
 COD : lait, nom commun
 masculin singulier
 COS : chat, nom commun
 masculin singulier*

Figure 4.14 : Chaîne de transformation des phrases en analyse grammaticale.

En entrée de cette machine, nous avons un flux qui comporte un ensemble de phrases dont la plupart n'ont pas de sens. Le travail d'analyse consiste à supprimer les phrases grammaticalement incorrectes et de renvoyer sur le flux de sortie une analyse grammaticale des phrases correctes.

4.1.3.1. Analyse syntaxique

L'analyse syntaxique permet de supprimer les phrases incorrectes. Pour réaliser cette analyse, les phrases passent au travers d'un algorithme. Celui-ci est réalisé à partir d'un ensemble de règles grammaticales. Pour réaliser ces règles, nous avons besoin de différentes informations sur la structure des mots : le genre, le nombre, la qualité. Nous présentons dans la suite l'ensemble de ces informations.

4.1.3.1.1. L'algorithme

Une des parties importantes de la boîte « analyse grammaticale » (Figure 4.14) est la fabrication de l'arbre de dérivation des phrases qui arrivent sur son flux d'entrée. Cette partie est réalisée grâce à un algorithme d'analyse des grammaires formelles (Annexe) que nous avons développé pour les besoins de notre étude. En effet, nos besoins étant assez spécifiques, il est apparu plus simple de créer notre propre outil d'analyse. Celui-ci permet de recréer l'ensemble des arbres de dérivation possibles qui émane d'une phrase d'après un ensemble de règles et de vocabulaires que nous définissons dans la suite.

L'analyse de la phrase par notre algorithme peut donner lieu à trois possibilités :

- aucun arbre de dérivation ne peut être créé :
ceci signifie que la phrase n'appartient pas au langage, plus clairement que la phrase n'est pas grammaticalement correcte d'après nos règles grammaticales.
- Un arbre est créé :
cela signifie que la phrase appartient bien à notre langage. L'arbre créé permettra d'effectuer l'analyse fonctionnelle.
- Plusieurs arbres sont créés :
ceci signifie que la phrase peut avoir plusieurs sens ou que les règles de notre grammaire ne permettent pas d'enlever certaines ambiguïtés.

4.1.3.1.2. Les informations

Dans la phrase « *le chat mangeait la souris* », la simple étude du mot « *mangeait* » peut nous apporter une multitude d'informations. Nous savons que le sujet est à la troisième personne, que la phrase exprime une action passée, que nous devons avoir un complément d'objet (verbe transitif). Pour arriver à ces conclusions, il faut pour chaque déclinaison de mot plusieurs indications importantes. Celles-ci, permettent d'obtenir une analyse suffisante de la phrase pour la traduire en langue des signes.

Nous présentons l'ensemble de ces informations à partir de tableaux qui représentent le formatage utilisé dans notre logiciel. Nous l'accompagnons de brèves explications sur les raisons qui nous ont amenées à retenir ces différentes informations.

4.1.3.1.2.1. Les tableaux

Nature	Ecriture	Original	Sens	Genre	Nombre
Nom	Ecriture	Ecriture	Commun, Propre	Masculin, Féminin	Singulier, Pluriel

Nature	Ecriture	Original	Genre	Qualité
Article	Ecriture	Ecriture	Masculin, Féminin, Pluriel	Indéfini, Défini, Contracté, Partitif, Elidé

Nature	Ecriture	Original	Genre	Nombre	Qualité
Adjectif	Ecriture	Ecriture	Masculin, Féminin	Singulier, Pluriel	Qualitatif, Possessif, Indéfini, Démonstratif, Interrogatif, Numéral Card., Numéral Ord.

Nature	Ecriture	Original	Genre	Nombre	Qualité
Pronom	Ecriture	Ecriture	Masculin, Féminin	Singulier, Pluriel	Personnel, Possessif, Démonstratif, Relatif, Indéfini

Nature	Ecriture	Original	Nombre	Temps	Mode	Sens
Verbe	Ecriture	Ecriture	Singulier, Pluriel	Présent, Passé, Futur	Infinitif, Indicatif, Subjonctif, Conditionnel	Transitif Direct, Transif Indirect, TD et TI, Intransitif, Etat, Auxiliaire

Nature	Ecriture	Original	Qualité
Adverbe	Ecriture	Ecriture	Lieu, Quantité, Temps, Manière, Affirmation, Négation, Doute, Comparaison, Autre

Nature	Ecriture	Original	Qualité
Préposition	Ecriture	Ecriture	cause, Temps, But, Conséquence, Manière, Lieu, Autre

Nature	Ecriture	Original	Type
Conjonction	Ecriture	Ecriture	Coordination, Subordination

4.1.3.1.2.2. L'intérêt des différents contenus

La nature

Permet de distinguer nom, article, adjectif, ...

L'écriture

Représente l'écriture du mot.

L'original

Correspond au singulier pour les noms, au masculin singulier pour les articles et les adjectifs, au verbe à l'infinitif pour les verbes conjugués...

Le sens

Pour un nom, suivant qu'il est propre ou commun la construction d'un groupe nominal change. Dans la phrase « *pierre lance la pierre* » il nous faut distinguer la personne et l'objet. En construisant des règles montrant qu'un nom commun est précédé d'un article on identifie automatiquement que le premier mot pierre est un nom propre et que le second est un nom commun.

Pour un verbe, suivant qu'il est transitif, intransitif, d'état ou auxiliaire, le verbe n'est pas suivi des mêmes éléments. Il permet aussi de savoir si le sujet subit ou fait l'action

Le nombre

Le nombre permet d'éliminer une grande quantité de phrases. En associant article, adjectif et nom, on peut imposer que chaque entité ait le même nombre. Ce principe permet d'éliminer tous les pluriels ayant la même prononciation que leur singulier (et inversement).

Le genre

Comme pour le nombre, le genre permet d'éliminer les mots qui ont leur féminin et leur masculin de même prononciation.

La qualité

Un article, défini ou indéfini, apporte de l'information à la phrase sur le groupe nominal analysé.

Les différents adjectifs n'occupent pas la même place au sein d'un groupe nominal. Il faut donc les distinguer afin d'éliminer les structures de phrases incorrectes.

La place des mots en langue des signes varie selon leur qualité, il est donc important de connaître la qualité de chaque adverbe de notre phrase.

La qualité de la préposition permet de connaître la qualité du complément circonstanciel. En langue des signes, la place de ces compléments peut avoir une grande importance, particulièrement les compléments circonstanciels de temps et de lieu.

Le temps et le mode

Le temps et le mode du verbe permettent d'obtenir une partie du contexte de la phrase.

4.1.3.1.3. Le dictionnaire

L'ensemble des informations dont nous avons besoin pour notre analyse grammaticale doit être stocké dans un dictionnaire et prendre le moins de place possible. Nous présentons ici, comment chaque nature de mot a été stockée afin d'occuper le minimum de place tout en permettant de retrouver l'ensemble des informations définies précédemment.

4.1.3.1.3.1. Les noms

Nom : l'écriture, le pluriel, masculin ou féminin, nom commun ou propre.

Exemple : cheval, chevaux, masculin, commun

4.1.3.1.3.2. Les articles

Article : le masculin, le féminin, le pluriel.

Contracté, défini, indéfini, élidé, et ou partitif.

Exemple : Un, une, des, indéfini.

4.1.3.1.3.3. Les adjectifs

Adjectif : le masculin, le masculin pluriel, le féminin, le féminin pluriel.

Qualitatif, Possessif, Indéfini, Démonstratif, Interrogatif,

Numéral Cardinal, Numéral Ordinal.

Exemple : beau, beaux, belle, belles, qualificatif.

4.1.3.1.3.4. Les pronoms

Pronom : le masculin, le masculin pluriel, le féminin, le féminin pluriel.

Personnel, Possessif, Démonstratif, Relatif, Indéfini.

Exemple : je, nous, je, nous, personnel.

4.1.3.1.3.5. Les verbes

Verbe : l'infinitif, verbe de référence(voir Bescherelle).

Etat, transitif direct, transitif indirect, intransitif, auxiliaire.

Exemple : manger, aimer, transitif indirect.

4.1.3.1.3.6. Les adverbes

Adverbe : l'écriture. Affirmation, comparaison, doute, lieu, manière, négation, quantité, temps, autre.

Exemple : demain, temps.

4.1.3.1.3.7. Les prépositions

Préposition : l'écriture.

Exemple : dans.

4.1.3.1.3.8. Les conjonctions

Conjonction : l'écriture. Coordination ou subordination

Exemple : or, coordination.

4.1.3.1.4. La conjugaison

Comme on a pu le voir précédemment, notre dictionnaire ne contient, pour les verbes, que leur infinitif et un verbe référent. En nous basant sur les tableaux de conjugaison [BES 99], nous avons constaté, sauf exception, que la terminaison des verbes ne dépendait que de leur appartenance aux trois groupes de conjugaison. Toutefois, quelques verbes voient une partie de leur orthographe changer en fonction de certaines déclinaisons (placer : plaçons). Afin de repérer ces différents changements d'orthographe, nous utilisons le classement proposé dans [BES 99]. Par exemple, le verbe « rincer » se conjugue comme « placer », il nous suffit de mémoriser les irrégularités du verbe référent et d'en faire participer le verbe cible.

La conjugaison d'un verbe comporte donc trois parties :

- la racine,
- l'irrégularité,
- la terminaison.

Exemple : rincer à la première personne du pluriel du présent de l'indicatif.

rin - ç - ons

manger à la deuxième personne du singulier de l'imparfait de l'indicatif.

mang - e - ais

4.1.3.1.4.1. La racine

Pour retrouver la racine d'un verbe, nous utilisons le verbe référent. Pour cela, nous mémorisons le nombre de lettres, en fin de verbe, qu'il faut supprimer.

Par exemple :

aimer → aim - er → deux lettres :	conjuguer →	conjugu
	engluer →	englu
	gagner →	gagn

4.1.3.1.4.4. Le formatage

L'ensemble des informations nécessaires à la conjugaison d'un verbe est stocké en plusieurs endroits. Tout d'abord le verbe à conjuguer stocke le nom du verbe référent, ensuite le verbe référent doit permettre de retrouver la racine du verbe (nombre de lettres à supprimer), les irrégularités (tableau des irrégularités), le groupe de terminaisons, enfin l'ensemble des terminaisons se trouve dans un tableau de conjugaison. Nous donnons ici le formatage d'un verbe référent.

Exemple : manger

le groupe	→	1	(premier groupe)
la racine	→	2	(deux lettres)
les irrégularités	→	_,_,_,e,_,_	(indicatif présent)
		e,e,e,_,_e,	(indicatif imparfait)
		e,e,e,e,e,_	(indicatif passé simple)
		,,_,_,_	(indicatif futur simple)
		,,_,_,_	(subjonctif présent)
		e,e,e,e,e,e,	(subjonctif imparfait)
		,e,	(impératif présent)
		,,_,_,_	(conditionnel présent)
		_	(infinitif présent)
		e,	(participe présent)
		-	(participe passé)

A partir de ces informations nous pouvons retrouver le passé simple du verbe « *obliger* » :

le référent : manger
la racine : oblig
le groupe : premier

j'	oblig	e	ai
tu	oblig	e	as
il	oblig	e	a
nous	oblig	e	âmes
vous	oblig	e	âtes
ils	oblig	_	èrent

4.1.3.1.4.5. Cas particuliers

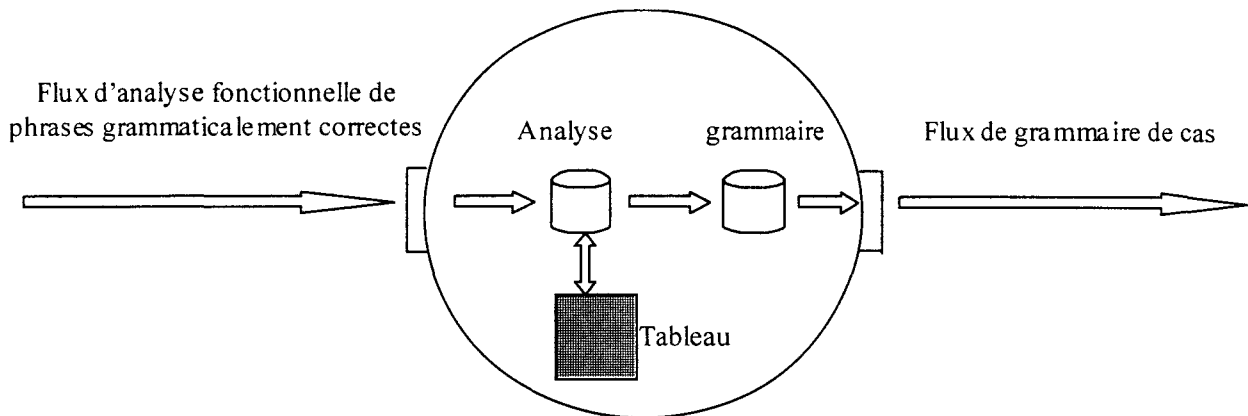
Les auxiliaires être et avoir ont leur propre tableau de conjugaison.

4.1.3.2. Analyse fonctionnelle

Comme il a été présenté dans le chapitre précédent, l'analyse fonctionnelle de la phrase consiste en la réécriture des règles obtenues grâce à l'algorithme de l'analyse syntaxique.

4.1.4. Analyse sémantique

La grammaire de cas est l'intermédiaire qui permet de réaliser le passage du français vers la langue des signes.



verbe : *donner, 3^{ème} personne du présent de l'indicatif*
 sujet : *garçon, nom commun masculin singulier*
 COD : *lait, nom commun masculin singulier*
 COS : *chat, nom commun masculin singulier*

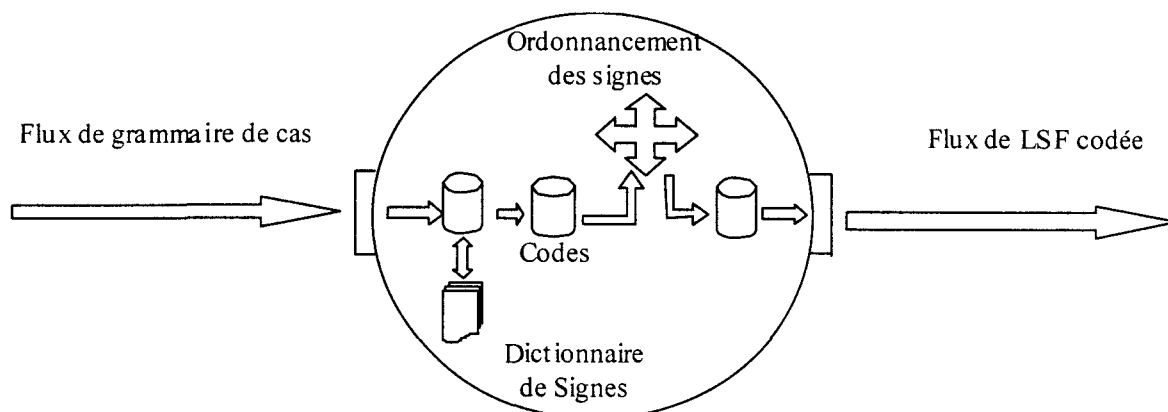
Action : *donner*
 Agent : *garçon*
 Patient : *chat*
 Objet : *lait*
 Lieu : *ici*
 temps : *présent*
 autres :

Figure 4.15 : Chaîne de transformation des analyses en grammaire de cas.

Le passage de l'analyse grammaticale à la grammaire de cas (Figure 4.15) ce fait par l'intermédiaire d'un tableau de concordance :

l'Action : le verbe ;
l'Agent : si le verbe est transitif → le sujet ;
le Patient : si le verbe est transitif → le complément d'objet second, sinon le sujet ;
l'Objet : le complément d'objet direct ou indirect ;
le Lieu : complément circonstanciel de lieu, et adverbe de lieu ;
le Temps : le temps du verbe et ou adverbe de temps ;
Autres : les autres compléments et les adverbes.

4.1.5. génération de la LSF



Action : *donner*
 Agent : *garçon*
 Patient : *chat*
 Objet : *lait*
 Lieu : *ici*
 Temps : *présent*
 Autres :

lait garçon(gauche) chat(droite) donner(garçon, chat)

Figure 4.16 : Chaîne de transformation de la grammaire de cas en LSF écrit.

Après avoir identifié tous les signes à l'aide d'un dictionnaire, la machine ajoute les codes manquants et réordonne les signes. Nous donnons un aperçu du dictionnaire ainsi que le principe d'ajout des codes.

4.1.5.1. Le dictionnaire

Le dictionnaire comporte différentes informations qui permettent de transformer la grammaire de cas que nous avons obtenue précédemment.

Clé : correspond à la forme écrite du signe.
Synonyme : liste des synonymes.
Localisation : booléen vrai si le signe doit être localisé.
Flexion : indique les différentes flexions liées au signe.
Epelé : booléen vrai si le signe doit être épelé.

Exemple :

Clé : Cheminée.
Synonyme :
Localisation : vrai.
Flexion : grande, petite.
Epelé : faux.

4.1.5.2. Les codes et l'ordonnancement

Nous montrons sur un exemple le principe de la transformation.

Il ne va pas au cinéma

Grammaire de cas : contexte : phrase négative
Action : aller
Agent : il
Lieu : cinéma

Le dictionnaire : contexte : phrase négative
Action : aller(agent, lieu) {Ajout des flexions}
Agent : lui(droite) {il synonyme de lui}
Lieu : cinéma(gauche) {deuxième localisation}

Les codes : contexte : \NO3 {code de la négation}
Action : aller(lui, lieu) {remplacement flexions}
Agent : lui(droite)
Lieu : cinéma(gauche)

Ordonnancement: \NO3 cinéma(gauche) lui(droite) aller(lui, cinéma)

4.2. LE NOUVEAU LAC

Le but de notre travail est de donner la possibilité à l'utilisateur de LAC d'obtenir une aide à la traduction de phrases écrites en français. Nous avons donc réalisé une nouvelle version de LAC à laquelle nous avons ajouté notre traducteur (Figure 4.17).

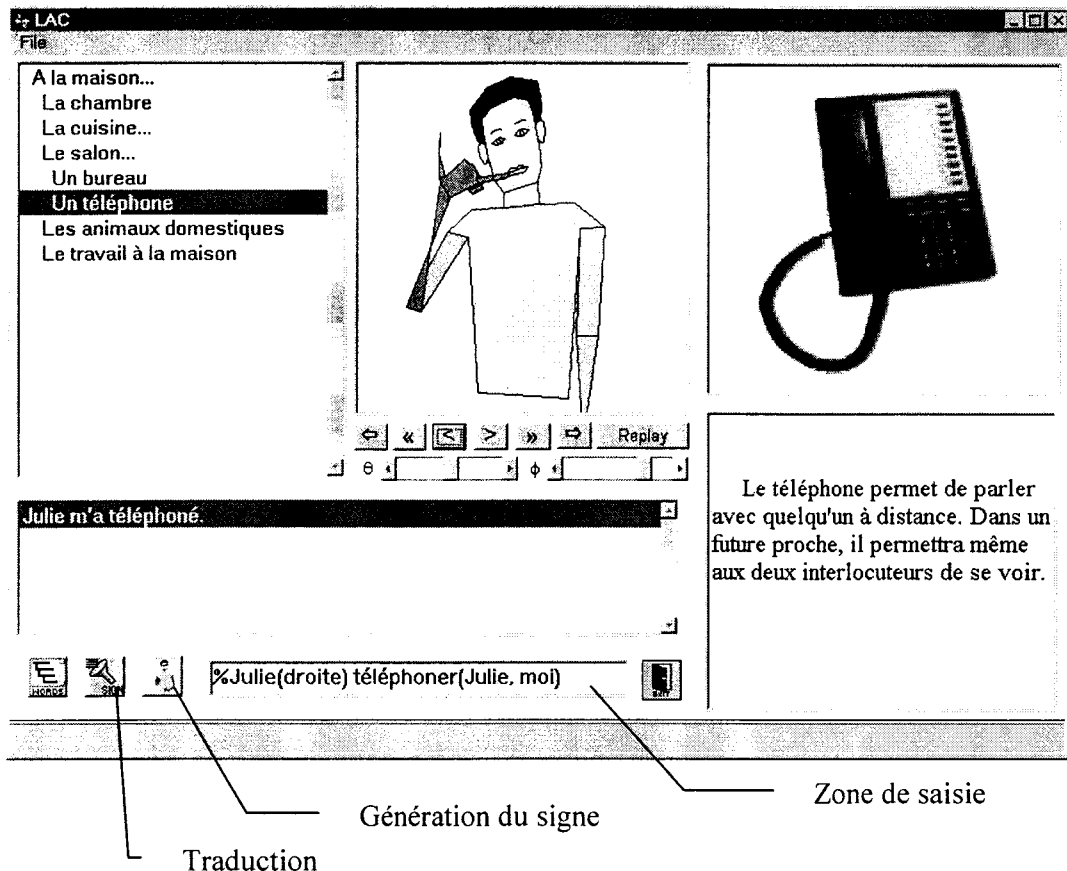


Figure 4.17 : Interface utilisateur du nouveau logiciel LAC

4.2.1. La traduction

Par rapport à la version originale, une zone de saisie a été ajoutée, où les phrases à traduire sont affichées. L'utilisateur a la possibilité de saisir ses propres phrases ou de récupérer celles du corpus en les sélectionnant.

Un icône de traduction permet de proposer une phrase en LSF écrite. Celle-ci n'est qu'une suggestion de traduction, libre à l'utilisateur de la valider ou de la modifier.

4.2.2. Génération du signe

Le traducteur propose une version écrite de la langue des signes. Cette phrase correspond au codage d'entrée du signeur virtuel. La sélection de l'icône de génération de signes permet de visualiser le signeur dans la fenêtre vidéo.

4.2.3. Limites

Les phrases que le logiciel peut traduire sont limitées à celles qui utilisent le vocabulaire du corpus.

4.3. CONCLUSION

Afin de proposer une aide à la traduction dans le logiciel LAC, nous avons développé un outil de génération de phrases phonétiquement correctes en « langue des signes écrite ». La nouvelle version de LAC permet désormais d'obtenir une aide à la traduction. Pour le moment, seule la génération des signes par notre signeur virtuel a été validée par différents partenaires. Nous réalisons actuellement l'évaluation de notre traducteur.

Toutefois, conscient des difficultés de réalisation d'un traducteur, nous rappelons que le but que nous nous étions fixés était de démontrer la faisabilité d'une traduction. C'est pourquoi, nous nous sommes efforcés de rendre notre traducteur le plus ouvert possible. Le module d'analyse grammaticale ainsi que celui de traduction en LSF écrite ont été conçus afin de pouvoir être modifiés, affinés, par des personnes non informaticiennes. Nous avons notamment développé différents outils d'aide qui permettent de générer le fichier de grammaire française nécessaire à l'analyse des phrases ou encore le fichier de grammaire de cas.

La modularité de notre outil de traduction permet de le faire évoluer rapidement et simplement. Le module de transformation des syllabes en sons en est l'illustration. Il devrait prochainement être remplacé par un module de phonétisation afin de donner une sortie en LPC à notre traducteur.

Les premiers retours que nous avons sur l'usage de notre nouveau LAC sont encourageants. Nous attendons désormais de pouvoir valider notre nouvel outil afin d'en faire profiter le logiciel CORPUS.

Le travail que nous avons réalisé n'est que le point de départ d'un projet plus vaste. En effet, le traducteur que nous avons développé n'accepte en entrée que des phrases simples. L'étape suivante est le passage de la phrase au texte. C'est cette étape qui permettra d'obtenir une meilleure accessibilité de l'information aux personnes sourdes.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

1. BILAN

Par son manque d'extériorité, la surdité est trop souvent méconnue. Ce handicap coupe celui qui en est atteint du reste du monde. La communication orale étant rompue le sourd se trouve dans l'obligation d'avoir recours à d'autres moyens de communication. Au fil du temps diverses techniques ont été développées : la lecture labiale, le langage parlé complété ou encore la langue des signes. Tous ces outils utilisent le mouvement de différentes parties du corps afin de coder le message à transmettre. Le problème de ces « langages » est qu'il est difficile de les transcrire sur un support papier. Pour remédier à cela plusieurs logiciels informatiques ont été créés, mais chacun d'entre eux n'apporte pas l'ensemble des attentes exprimées par les personnes concernées par la surdité.

Notre travail a consisté à trouver le moyen de satisfaire l'ensemble des besoins exprimés en s'inspirant des outils existants. Ce travail nous a conduit à la réalisation du logiciel LAC. LAC est ce que l'on appelle un logiciel générique. C'est à dire un contenant dont l'utilisateur peut ajouter, modifier ou supprimer les contenus. Ce logiciel a été retenu afin de faire partie d'un projet européen destiné à l'uniformisation au sein de la CEE de différents signes de la langue des signes utilisée dans le monde professionnel.

Pour améliorer notre logiciel et afin de satisfaire aux attentes de simplification de création des contenus de LAC, nous avons développé une aide à la traduction. Cet outil permet de traduire une phrase écrite en français en langue des signes. Pour cela, un signeur virtuel a été développé par notre laboratoire. Ce signeur génère des signes à partir d'un texte en « langue des signes écrite ». Notre travail a consisté à développer la partie permettant de passer du français à la langue des signes écrite.

Afin que notre traducteur ne tienne pas compte de certaines fautes orthographiques, nous prenons le parti de considérer les phrases à traduire comme phonétiquement correctes. Pour obtenir la traduction de ces phrases, nous commençons par transformer chaque mot de la phrase en suite de « sons ». Le travail inverse nous redonne plusieurs mots (souris → 'sou' 'ri' → souris, sourit, sourient...). Tous ces mots permettent de former une multitude de phrases dont une est grammaticalement correcte. Un analyseur grammatical permet de la retrouver et de déterminer les différents syntagmes qui la composent. Une fois le sujet, le verbe et tous les autres éléments de la phrase identifiés, notre traducteur définit l'ensemble des cas de notre phrase (agent, patient, objet...). La grammaire de cas obtenue permet le passage à la langue des signes écrite.

L'outil que nous avons développé a été conçu sous forme de différents modules (Figure 4.1) dont chacun a pour lien la sortie du précédent et l'entrée du suivant. A l'image d'un

atelier de production à la chaîne, chaque module de notre traducteur peut être changé sans altérer l'ensemble du dispositif.

De plus, chaque outil que nous avons développé a été conçu de la manière la plus ouverte possible. C'est à dire de façon à être enrichi de façon la plus simple possible. Le module d'analyse grammaticale, par exemple, n'est qu'un objet qui utilise les méthodes des grammaires génératives. La complexité de l'analyse ne dépend que d'un fichier de règles grammaticales. Ce fichier peut être aisément transformé à l'aide d'outils que nous avons développés.

La réalisation de ce traducteur dote le logiciel LAC d'un outil d'aide à la traduction qui lui permet d'être un véritable logiciel d'apprentissage. La validation de ce traducteur est en cours de réalisation, pour le moment seules les données sur l'évaluation du signeur virtuel ont été traitées, les résultats montrent que la représentation de signes sous forme d'images animées est bien interprétée par les utilisateurs de la langue des signes.

2. PERSPECTIVES

Les perspectives d'évolution de notre logiciel LAC sont déjà bien avancées, son adaptation au sein d'un projet européen est bientôt achevée. Le travail qui reste à accomplir concerne surtout notre traducteur. Deux directions de recherche sont lancées. La première concerne le signeur virtuel, une équipe de recherche travaille actuellement sur la représentation tridimensionnel du personnage. Une représentation sous forme de surfaces maillées de toute la partie supérieure du corps et l'application d'une peau ont été commandé à un infographiste. Cette représentation plus fine de notre signeur permettra d'obtenir une meilleure reconnaissance des gestes. La deuxième direction de recherche concerne la traduction elle-même, nous travaillons actuellement sur le fichier de grammaire française qui permettra de traiter un éventail plus large de phrases. Il nous reste aussi à modifier le fichier qui permet le transfert de la grammaire de cas au langage des signes écrit. Ce travail doit être réalisé en collaboration avec des signeurs confirmés qui devront apporter leurs critiques au système existant.

Mais l'objectif que nous devons nous fixer est le passage de la traduction d'une phrase à celui d'un texte. La réalisation d'un tel outil permettrait d'envisager l'utilisation de notre traducteur comme aide à la lecture. Cette évolution donnerait la possibilité aux déficients auditifs d'accéder plus facilement à l'ensemble des informations écrites. C'est bien dans ce sens que nous permettrons une meilleure insertion des sourds.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Chapitre 1

- ATT 97 Attard A. (1997). *Indication et performances de l'implant cochléaire*. Journées d'étude – Automatique et santé, 5-6 juin 1997, Montpellier.
- BER 97 Berger-Vachon C. (1997). *Implant cochléaire – Aspect technique*. Journées d'étude – Automatique et santé, 5-6 juin 1997, Montpellier.
- CAR 97 Carillo P. (1997). *Initiation à la Langue des Signes Française*. Editions LCJ.
- CEP 98 Nève F.-X., Stassart D., Robert J. (1998). *Dictionnaire illustré de la langue des signes française*. Liège : Céplus ; Bordeaux : Capsas ; CD-ROM PC (5000 mots français traduits en 2500 vignettes et 1500 vidéos Betacam).
- CRI 99 Centre Régional d'Imagerie Cellulaire (1999). *Promenade autour de la cochlée*. <http://www.iurc.montp.inserm.fr/cric/audition/start.htm>
- DUM 96 Dumont A. (1996). *Implant cochléaire, surdité et langage*. Editions De Boeck Université
- FER 97 Ferrand J. (1897). *Dictionnaire des sourd-muets*. J.-B. Bailli re et fils. Paris ;,267 pp.
- GUI 91 Williams I. (1991). *Allao : acquisition et évaluation de la lecture labiale au moyen d'un vidéodisque interactif*. Thèse de l'Université de Paris 7 – spécialité Linguistique.
- IRP 00 Institut de Réhabilitation de la Parole et de l'Audition. (2000). <http://education.nordnet.fr/irpa/index.html>
- LEP 96 Lepot-Froment C., Clerebaut N. (1996). *L'enfant sourd – Communication et langage*. Editions De Boeck Université
- LOS 00 Loson O. (2000). *Modélisation du geste communicatif et réalisation d'un signeur virtuel de phrases en langue des signes française*. Thèse de l'Université de Lille 1 – spécialité productive.
- MON 98a Monica Companys (1998). *Dictionnaire 1200 Signes*. Editions Monica Compagnys. 128 pp
- MON 98b Monica Companys (1998). *Fais moi un signe*. Editions Monica Compagnys. 32 pp
- MON 99a Monica Companys (1999). *Bon appétit*. Editions Monica Compagnys. 104 pp
- MON 99b Monica Companys (1999). *Couleur*. Editions Monica Compagnys. 36 pp
- MON 99c Monica Companys (1999). *Un animal...des animaux*. Editions Monica Compagnys. 140 pp
- MOO 83 Moody B. (1983). *La langue des signes, Tome 1. Histoire et grammaire*. Paris : International Visual Theatre. Editions Ellipses.
- MOO 86 Moody B. (1986). *La langue des signes. Tome 2. Dictionnaire bilingue élémentaire*. Paris : International Visual Theatre. Editions Ellipses.
- MOO 90 Moody B. (1990). *La langue des signes. Tome 3. Dictionnaire bilingue élémentaire*. Paris : International Visual Theatre. Editions Ellipses.
- NEV 96 Nève F. (1996). *Essai de grammaire de la langue des signes Française*. Bibliothèque de la Faculté de Philosophie et Lettres de l'Université de Liège ; Editions Droz, Genève.

- TEL 98 Tellier S. (1998). *GASPARD : Logiciel d'aide à l'acquisition de la lecture pour de jeunes sourds*. Thèse de l'Université de Lille 1 – spécialité productique.
- URG 97 Urgell H. (1997). *L'implant cochléaire*. Journées d'étude – Automatique et santé, 5-6 juin 1997, Montpellier.

Chapitre 2

- ALB 94 Albertini J.-M. (1994). « Quels liens avec la machine, quelles alternatives pour l'école ? ». IN *Le multimédia dans l'éducation, les enjeux d'une mutation culturelle*, colloque National, 30 Novembre-1er décembre 1994, Grenoble, pp : 55-57.
- ARQ 96 Arquembourg G. (1996). *Hypermédia et apprentissage des langues*. CARI INFO n°79 Mai 96, pp : 16-17.
- BAR 94 Barel I. (1994). « Le multimédia dans le processus de réinsertion des adultes sourds ». IN *Le multimédia dans l'éducation, les enjeux d'une mutation culturelle*. colloque National. 30 Novembre-1er décembre 1994. Grenoble. pp : 113-114.
- BIB 94 Bibeau R. (1994). *Pour une orientation stratégique dans le domaine du logiciel éducatif*. DTE. MEQ. Montréal. février 1994.
- CAN 99 Cantegrit B., Losson O., Vanneste V. (1999). *An assistive multimedia tool using synthetic signs to train on references databases*. In : Bühler C./ Knops H. (eds) : *Assistive Technology on the Threshold of the new Millenium : Procs. 5th European Conference for the Advancement of Assistive Technology, AAATE'99, Düsseldorf, Novembre 99*. IOS Prerss : Amsterdam, pp. 438-442.
- GIO 94 Giordan A., Platteaux H. (1994). « Le multimédia peut-il remplacer l'école ? ». IN *Le multimédia dans l'éducation. les enjeux d'une mutation culturelle*. colloque National. 30 Novembre-1er décembre 1994. Grenoble. p 13-17.
- LEV 90 Levy P. (1990) *les technologies de l'intelligence*. Paris. La Découverte. 1990.
- MAY 93 Mayes T. (1993). « hypermédiat et outils cognitifs ». IN *hypermédiat et apprentissages. actes des deuxièmes journées scientifiques*. INRP. pp 39-47.
- PUI 95 PUIMATTO G. (1995). *Multimédia. enseignement. formation et téléformation. Les dossiers de l'ingénierie éducative*. CNDP. Les publications du Québec.
- SOM 96 Sommant M. (1996). *Les multimédias en milieu scolaire*. Nouvelle revue Pédagogique n°6. février 96. pp 11-18.
- VAN 96 Vanneste V. (1996). *Logiciel multimédia d'apprentissage des techniques de communication chez les personnes sourdes*. Actes du colloque de l'IRRH, 6 décembre 1996, Lille.

Chapitre 3

- BLA 93 Blache P. (1993). « Deux théories adaptées à la traduction automatique : GPSG et HPSG ». IN Bouillon P. : La traductique. Les presses de l'Université de Montréal. pp 228-240.
- BOU 93 Bouillon P. (1993). *La traductique*. Les presses de l'Université de Montréal.
- CHO 69 Chomsky N. (1969). *Structures syntaxiques*. Editions Seuil, Paris.
- DOU 93 Doug A. (1993). « Sur la conception du transfert ». IN Bouillon P. : La traductique. Les presses de l'Université de Montréal. pp 64-76.
- EST 93 Estival D. (1993). « Grammaires d'unification et traduction automatique ». IN Bouillon P. : La traductique. Les presses de l'Université de Montréal. pp 212-227.
- HAR 93 Harold L. Sommers. (1993). « La traduction automatique basée sur l'exemple ou sur le corpus ». IN Bouillon P. : La traductique. Les presses de l'Université de Montréal. pp 149-166.
- KAW 85 Kawai H., Tamura S. (1985). Deaf-and-Mute Sign Language Generation System. Pattern Recognition, Vol. 18, N°3-4, pp. 199-205.
- LIG 94 Ligozat G. (1994). Représentation des connaissances et linguistique. Editions Armand Colin, Paris.
- LOS 98 Losson O., Vannobel J.-M. (1998). *Sign language formal description and synthesis*. International Journal of Virtual Reality, Vol. 3, N°4, pp. 27-34.
- LOS 99 Losson O., Vannobel J.-M. (1999). *Sign specification and synthesis*. In : Gibet S., Braffort A., Richardson J. (eds) : Lecture Notes in Artificial Intelligence : Procs. 3rd Gesture Workshop'99 on Gesture and Sign-Language in Human-Computer Interaction. Gif-sur-Yvette, France, March 99. Berlin : Springer.
- MIL 90 Miller P., Torris T. (1990). Formalismes syntaxique pour le traitement automatique du langage naturel. Editions Hermès, Paris.
- PER 86 Perennou G., Daubèze P., Lahens F. (1986). La vérification et la correction automatique de textes : le système VORTEX. Technique et science informatique, pp 285-305.
- RUS 93 Russell G. (1993). « Sémantique et traduction automatique ». IN BOUILLON P. : La traductique. Les presses de l'Université de Montréal. pp 77-90.
- SAB 88 Sabah G. (1988). L'intelligence artificielle et le langage, représentation des connaissances. Editions Hermès, Paris.
- VAN 93 Vandooren F. (1993). « Divergences de traduction et architectures de transfert ». IN BOUILLON P. : La traductique. Les presses de l'Université de Montréal. pp 77-90.
- VER 88 Véronis J. (1988). Le traitement de l'erreur dans le dialogue homme-machine en langage naturel, application à l'enseignement assisté de la géométrie. Thèse de l'Université d'Aix Marseille.

Chapitre 4

- DIG 92 Smalltalk/V Object-oriented Programming System – Tutorial and Programming Handbook. Digitalk inc (1992).

ANNEXES

ANNEXE 1. LES DIFFERENTS CODES DU L.P.C.	115
ANNEXE 2. GRAMMAIRES	116
2.1. ANALYSE DES ARBRES DE DERIVATION	116
2.1.1. GRAMMAIRES FORMELLES	116
2.1.1.1. Définitions	116
2.1.1.2. Grammaire libre contexte.....	117
2.1.2. UN PRINCIPE D'ANALYSE	118
2.2. L'ALGORITHME	120
2.2.1. DEFINITIONS	120
2.2.2. PRINCIPE DE L'ALGORITHME.....	121
2.2.2.1. Démarrage	121
2.2.2.2. Développement.....	121
2.2.2.3. Conclusion.....	121
2.2.3. SYNTHESE DE L'ALGORITHME.....	122
2.2.3.1. Définition.....	122
2.2.3.2. Algorithme.....	123
2.2.4. EXEMPLE	123
ANNEXE 3. SEPARABILITE DES CONSONNES ET DES VOYELLES	128
3.1. TABLEAU DES CONSONNES INSEPARABLES	128
3.2. TABLEAU DES VOYELLES INSEPARABLES.....	128
ANNEXE 4. LOGICIELS D'AIDE A LA CREATION	129
4.1. LE DICTIONNAIRE DE MOT	129
4.2. L'EDITEUR DE GRAMMAIRE	130

ANNEXE 1.

LES DIFFERENTS CODES DU L.P.C.

Les consonnes

Les voyelles

[p] p (pas)
 [d] d (dis)
 [ʒ] j (je)



[k] k (cou)
 [v] v (vu) ...
 [z] z (maison)



[s] s (sur)
 [r] r (rit)



[b] b (bon)
 [n] n (non)
 [ʷ] w (cuisine)



[m] m (maman)
 [t] t (tout)
 [f] f (feu)
 *



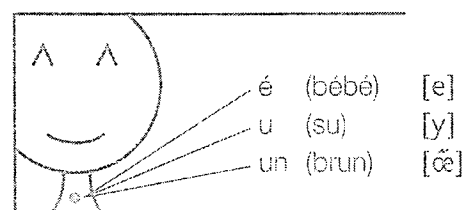
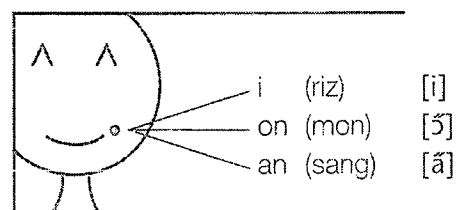
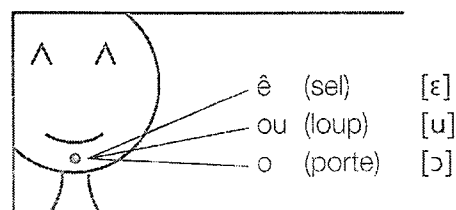
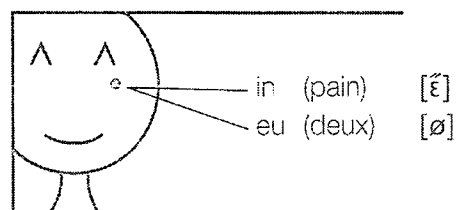
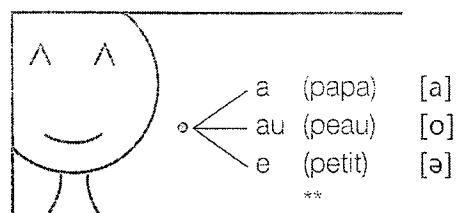
[l] l (loup)
 [ʃ] ch (chat)
 [w] w (oui, quoi)
 [ɲ] ɲ (cogne)



[g] g (gui)



[j] y (fille)
 [ŋ] ɲg (parking)



* et toute voyelle non précédée d'une consonne (arrête)

** et toute consonne isolée (sec, prof) ou suivie d'un e muet (lune)

ANNEXE 2.

GRAMMAIRES

2.1. ANALYSE DES ARBRES DE DERIVATION

2.1.1. Grammaires formelles

Une Grammaire formelle est un outil permettant de générer une famille de phrases sur un alphabet X .

Il existe plusieurs types de grammaires formelles classées suivant la complexité des règles qu'elles mettent en jeu.

$$G = (X, V, S, P)$$

X = Alphabet dans lequel sont écrites les phrases du langage (alphabet terminal).

V = Alphabet auxiliaire.

S = Symbole de démarrage de phrase (S appartient à V).

P = Ensemble de règles de production de la forme :

$$\alpha \longrightarrow \beta \quad \text{remplacer } \alpha \text{ par } \beta \text{ ou réécrire } \alpha \text{ sous la forme } \beta$$

2.1.1.1. Définitions

Alphabet :

On appelle alphabet un ensemble $X = \{a, b, c, \dots\}$ ses éléments sont a, b, c, \dots (lettres, symboles).

Phrase :

Suite ordonnée = concaténation de lettres $x = abbcaba$.

X^* :

$X^* = \{\text{phrase sur } X\}$ (ensemble des phrases formées avec l'alphabet X).

Langage :

On appelle langage sur un alphabet X , toute partie de X^* .

$L(G)$:

Langage de la grammaire G , ensemble des phrases pouvant être formées avec la grammaire G .

2.1.1.2. Grammaire libre contexte

$G = (X, V, S, P)$

$\alpha \longrightarrow \beta \quad \alpha \in V, \beta \in (V \cup X)^*$

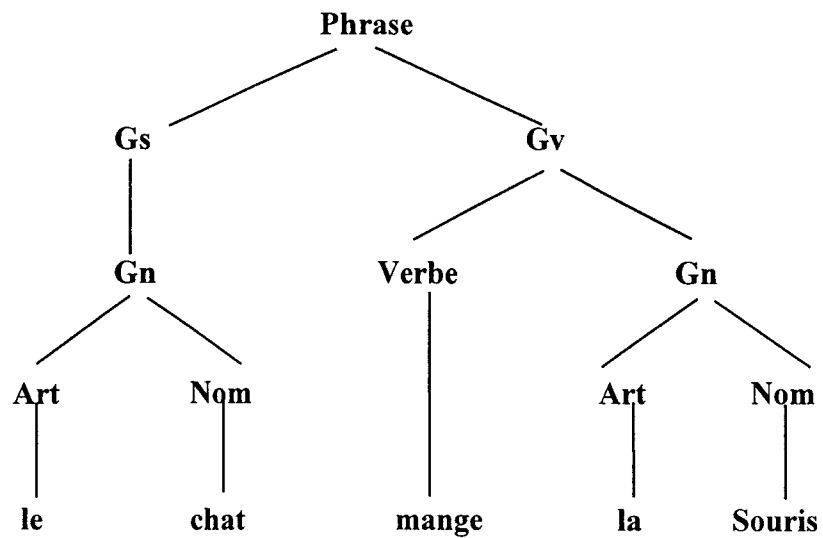
Exemple

$G = (X, V, \text{Phrase}, P)$

$X = \{\text{le, la, chat, souris, mange}\}$

$V = \{\text{Phrase, Gs, Gv, Gn, Verbe, Nom, Art}\}$

$P = \left\{ \begin{array}{l} \text{Phrase} \rightarrow \text{Gs.Gv} \\ \text{Gs} \rightarrow \text{Gn} \\ \text{Gv} \rightarrow \text{Verbe.Gn} \\ \text{Gn} \rightarrow \text{Art.Nom} \\ \text{Verbe} \rightarrow \text{mange} \\ \text{Nom} \rightarrow \text{chat / souris} \\ \text{Art} \rightarrow \text{le / la} \end{array} \right.$



2.1.2. Un principe d'Analyse

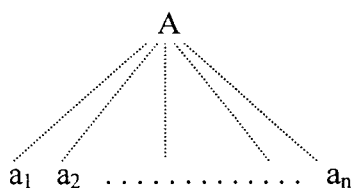
soit $G = (X, V, S, P)$ et $x \in X^*$ est ce que $x \in L(G)$?

D'après l'exemple, nous pouvons observer que la création d'une phrase, donne un graphe pouvant être assimilé à un arbre. Les symboles terminaux seraient les feuilles et les symboles auxiliaires les branches de l'arbre.

Le but du travail étant de rechercher si l'ensemble des feuilles dont nous disposons appartient bien au même arbre.

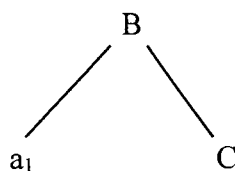
Dans la suite les minuscules correspondent aux éléments terminaux, les majuscules aux éléments auxiliaires (c'est à dire la concaténation d'éléments terminaux).

Prenons une branche A et des feuilles a_1, a_2, \dots, a_n ; une condition nécessaire mais pas suffisante pour que ces feuilles proviennent de la branche A est que a_1 soit la feuille la plus à gauche de la branche la plus à gauche de A.



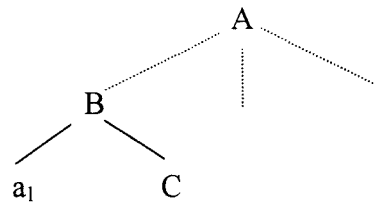
Nous recherchons donc l'ensemble des branches dont a_1 est la feuille la plus à gauche, c'est à dire l'ensemble des règles de la forme :

$$B \longrightarrow a_1.C$$

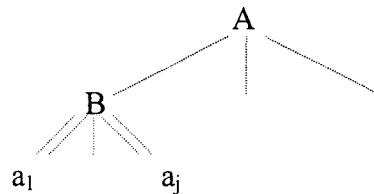


De plus la branche B doit pouvoir provenir de A. C'est à dire pouvoir être la branche la plus à gauche de la branche A (B est appelé premier de A) ce qui consiste à rechercher les règles de la forme :

$$A \longrightarrow B.D \quad \text{ou} \quad E \longrightarrow B.D \quad \text{tel que E puisse provenir de A.}$$

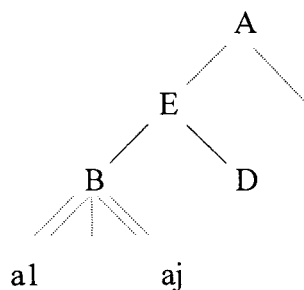


Nous devons rechercher maintenant si a_2 est une feuille la plus à gauche de la branche C. Lorsqu'une branche a rempli l'ensemble des feuilles qu'elle pouvait contenir,



nous recherchons de quelle branche, B peut être la plus à gauche, c'est à dire l'ensemble des règles de la forme :

$$E \longrightarrow B.D \quad \text{tel que E puisse provenir de A.}$$



Nous devons rechercher maintenant si a_{j+1} est une feuille la plus à gauche de la branche D. Nous aurons terminé la recherche lorsque nous tomberons sur une règle de A de la forme :

$$A \longrightarrow F.G \quad \text{tel que } a_n \text{ soit la dernière feuille de G.}$$

2.2. L'ALGORITHME

2.2.1. Définitions

$(\Psi, \Phi \in (V \cup X)^* \quad A, B, D \in V \quad a \in X)$

Le principe de l'algorithme est de rattacher des feuilles à une branche, des branches à d'autres branches afin d'obtenir le but recherché : la création de l'arbre.

Pour réaliser l'algorithme, nous créons deux objets : Configuration et Evolution.

Configuration :

On appelle Configuration C :

$$C = [A \longrightarrow \Psi \bullet \Phi] B, \text{Rang}$$

$A \longrightarrow \Psi \bullet \Phi$: Règle de P.
 B : Symbole auxiliaire à atteindre.
 • : Marqueur.
 Rang : Indique l'indice de la condition

Une Configuration est une représentation symbolique de la « fabrication d'une branche ». La règle étant la branche en « fabrication » le marqueur indique que la partie gauche est réalisée et que la partie droite est à réaliser. Le symbole à atteindre est la branche à laquelle il faut se rattacher.

Evolution :

On appelle Evolution E :

s à faire	Configuration [S \longrightarrow • $\Psi\Phi$]S	Configuration [A \longrightarrow B• Φ] Ψ	Configuration [B \longrightarrow $\Psi\bullet C$] Φ	
s déjà faites	Configuration [A \longrightarrow a•]B	Configuration [C \longrightarrow $\Psi\bullet$]D		

Stop : Indique que l'Evolution est bloquée

Fin : Indique qu'une Configuration déjà faite vient d'être ajoutée

L'une des difficultés de la construction d'un arbre est qu'il y ait plusieurs possibilités d'arbres constructibles. C'est à dire qu'il y a plusieurs règles pouvant répondre à la même condition de construction. Dans ce cas, on crée deux arbres différents. Une Evolution est donc un arbre en construction. Il y a les branches en fabrication et celles déjà faites.

Lorsqu'une Configuration est terminée, elle vient s'ajouter aux Configurations déjà faites. La Configuration à faire précédente voit donc son marqueur décaler d'un rang.

2.2.2. Principe de l'algorithme

2.2.2.1. Démarrage

Pour générer un arbre, il faut planter une graine, cette graine est ici le but à atteindre, appelé symbole de démarrage de phrase. Le démarrage s'effectue en trois phases :

- Rechercher l'ensemble des règles dont le symbole de gauche est le but à atteindre.
- Pour chaque règle trouvée, on crée une Configuration dont le but à atteindre est le symbole de démarrage.
- Pour chaque Configuration, on crée une Evolution dont elle est la première à réaliser.

2.2.2.2. Développement

Le développement consiste à vérifier que la condition suivante peut provenir de la dernière Configuration à faire. Pour cela deux possibilités apparaissent :

- La condition correspond au symbole qui suit le marqueur, ce qui entraîne le décalage de celui-ci.
- La condition ne correspond pas au symbole qui suit le marqueur. Il apparaît donc deux solutions :
 - Le symbole est un symbole terminal. On en conclut que la condition ne peut se rattacher à l'ensemble donc l'Evolution en cours est abandonnée. On active la variable stop de l'Evolution.
 - Le symbole est un symbole auxiliaire. On recherche l'ensemble des règles qui ont comme symbole de gauche un premier du symbole auxiliaire et qui ont comme premier élément de réécriture la condition. Pour chaque règle, on crée une Configuration dont le but à atteindre est le symbole auxiliaire. Chaque Configuration représente un chemin différent de la construction de l'arbre. C'est pourquoi pour chaque Configuration on crée une copie de l'Evolution à laquelle on rajoute une des Configurations.

Lorsqu'une Configuration est terminée, elle vient s'ajouter aux Configurations déjà faites. La Configuration à faire précédente voit donc son marqueur décaler d'un rang.

2.2.2.3. Conclusion

Après la dernière condition, si une des Evolutions n'a plus de Configuration à faire, et que le Rang de sa dernière Configuration déjà faite est égal à l'indice de la dernière condition alors x est une phrase de $L(G)$.

La liste des Configurations déjà faites correspond à l'ensemble des règles de l'arbre.

2.2.3. Synthèse de l'algorithme

2.2.3.1. Définition

Premier :

On appelle premier d'un symbole auxiliaire A, tout symbole auxiliaire B étant premier élément d'une règle de A, ou tout symbole auxiliaire étant premier d'un premier de A.

Un symbole auxiliaire est premier de lui-même.

But: S

Génère une Evolution par Configuration du type:

$\{ [S \longrightarrow \bullet A] S \}$

But: B Condition: a

Cette fonction s'applique sur une Evolution, elle fabrique autant de copies de cette Evolution qu'il y a de Configurations du type :

$\{ [A \longrightarrow a \bullet \Psi] B \}$ avec A premier de B.

Ces Configurations étant ajoutées aux Evolutions.

Si aucune Configuration n'existe on active le Stop de l'Evolution.

Condition: a

S'effectue sur la dernière Configuration à faire des Evolutions

$[A \longrightarrow \Phi \bullet a \Psi] B$ donne $[A \longrightarrow \Phi a \bullet \Psi] B$

$[A \longrightarrow \Phi \bullet D \Psi] B$ lance But: D condition: a

ConfigurationFin :

Si Fin est vraie (s'effectue sur la dernière Configuration déjà faite des Evolutions.) :
on désactive Fin.

Si $[A \longrightarrow \Phi \bullet] B$ on lance But: B condition: A.

Si $[A \longrightarrow \Phi \bullet] A$ on lance But: A condition: A et
la dernière Configuration à faire de l'Evolution:
 $[B \longrightarrow \Phi \bullet A \Psi] D$ donne $[B \longrightarrow \Phi A \bullet \Psi] D$

2.2.3.2. Algorithme

- I) But: $S ; i \leftarrow 0$.
- II) $i \leftarrow i + 1$.
 - II.1) Condition: a_i sur toutes les Evolutions.
 - II.2) ConfigurationFin tant qu'il reste une Evolution dont fin est actif.
- III) retour II) tant que non fin de phrase.
- IV) Si une des Evolutions n'a plus de Configuration à faire, et que le Rang de sa dernière Configuration déjà faite est égal à l'indice de la dernière condition alors x est une phrase de $L(G)$.

2.2.4. Exemple

$$\begin{array}{l}
 G = (X, V, S, P) \\
 X = \{a, b, c\} \\
 V = \{S, T, E\}
 \end{array}
 \quad
 P = \begin{cases}
 S \rightarrow T / SbT \\
 T \rightarrow E / TcE \\
 E \rightarrow a
 \end{cases}$$

$x = acaba$

I)

$[S \rightarrow \bullet T]S$			

$[S \rightarrow \bullet SbT]S$			

II) $i=1$

II.1) condition: a

$[S \rightarrow \bullet T]S$			
$[E \rightarrow a \bullet]T$	fin		

$[S \rightarrow \bullet SbT]S$			
$[E \rightarrow a \bullet]T$	fin		

II.2)

$[S \rightarrow \bullet T]S$			
$[E \rightarrow a\bullet]T$	$[T \rightarrow E\bullet]T$	fin	

$[S \rightarrow \bullet SbT]S$			
$[E \rightarrow a\bullet]S$	$[T \rightarrow E\bullet]S$	fin	

II.2)

$[S \rightarrow \bullet T]S$	$[T \rightarrow T\bullet cE]T$		
$[E \rightarrow a\bullet]T$	$[T \rightarrow E\bullet]T$		

$[E \rightarrow a\bullet]T$	$[T \rightarrow E\bullet]T$	$[S \rightarrow T\bullet]S$	Stop

$[S \rightarrow \bullet SbT]S$			
$[E \rightarrow a\bullet]S$	$[T \rightarrow E\bullet]S$	$[S \rightarrow T\bullet]S$	fin

$[S \rightarrow \bullet SbT]S$	$[T \rightarrow T\bullet cE]S$		
$[E \rightarrow a\bullet]S$	$[T \rightarrow E\bullet]S$		

II.2)

$[S \rightarrow \bullet T]S$	$[T \rightarrow T\bullet cE]T$		
$[E \rightarrow a\bullet]T$	$[T \rightarrow E\bullet]T$		

$[S \rightarrow S\bullet bT]S$			
$[E \rightarrow a\bullet]S$	$[T \rightarrow E\bullet]S$	$[S \rightarrow T\bullet]S$	

$[S \rightarrow \bullet SbT]S$	$[S \rightarrow S\bullet bT]$		
$[E \rightarrow a\bullet]S$	$[T \rightarrow E\bullet]S$	$[S \rightarrow T\bullet]S$	

$[S \rightarrow \bullet SbT]S$	$[T \rightarrow T\bullet cE]S$		
$[E \rightarrow a\bullet]S$	$[T \rightarrow E\bullet]S$		

II) $i=2$

II.1) condition: c

$[S \rightarrow \bullet T]S$	$[T \rightarrow T\bullet cE]T$		
$[E \rightarrow a\bullet]T$	$[T \rightarrow E\bullet]T$		

$[S \rightarrow S\bullet bT]S$	Stop		
$[E \rightarrow a\bullet]S$	$[T \rightarrow E\bullet]S$	$[S \rightarrow T\bullet]S$	

[S → •SbT]S	[S → S•bT]	Stop	
[E → a•]S	[T → E•]S	[S → T•]S	

[S → •SbT]S	[T → Tc•E]S		
[E → a•]S	[T → E•]S		

II) i=3

II.1) condition: a

[S → •T]S	[T → Tc•E]T		
[E → a•]T	[T → E•]T	[E → a•]E	fin

[S → •SbT]S	[T → Tc•E]S		
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	fin

II.2)

[S → •T]S			
[E → a•]T	[T → E•]T	[E → a•]E	[T → TcE•]T

fin

[S → •SbT]S				
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	fin

II.2)

Stop				
[E → a•]T	[T → E•]T	[E → a•]E	[T → TcE•]T	[S → T•]S

[S → •T]S	[T → Tc•E]T		
[E → a•]T	[T → E•]T	[E → a•]E	[T → TcE•]T

[S → •SbT]S	[T → Tc•E]S		
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S

[S → •SbT]S				
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	[S → T•]S fin

II.2)

[S → •T]S	[T → T•cE]T		
[E → a•]T	[T → E•]T	[E → a•]E	[T → TcE•]T

[S → •SbT]S	[T → T•cE]S		
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S

[S → S•bT]S				
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	[S → T•]S

[S → •SbT]S	[S → S•bT]S			
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	[S → T•]S

II) i=4

II.1) condition: b

[S → •T]S	[T → T•cE]T	Stop	
[E → a•]T	[T → E•]T	[E → a•]E	[T → TcE•]T

[S → •SbT]S	[T → T•cE]S	Stop	
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S

[S → •SbT]S	[S → Sb•T]S			
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	[S → T•]S

[S → Sb•T]S				
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	[S → T•]S

II) i=5

II.1) condition: a

[S → •SbT]S	[S → Sb•T]S				fin
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	[S → T•]S	[E → a•]T

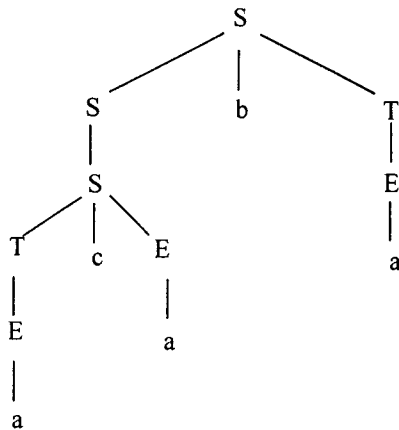
[S → Sb•T]S					fin
[E → a•]S	[T → E•]S	[E → a•]E	[T → TcE•]S	[S → T•]S	[E → a•]T

II.2)

$[S \rightarrow S \bullet b T] S$							
$[E \rightarrow a \bullet] S$	$[T \rightarrow E \bullet] S$	$[E \rightarrow a \bullet] E$	$[T \rightarrow T c E \bullet] S$	$[S \rightarrow T \bullet] S$	$[E \rightarrow a \bullet] T$	$[T \rightarrow E \bullet] T$	$[S \rightarrow S b T \bullet] S$

Stop							
$[E \rightarrow a \bullet] S$	$[T \rightarrow E \bullet] S$	$[E \rightarrow a \bullet] E$	$[T \rightarrow T c E \bullet] S$	$[S \rightarrow T \bullet] S$	$[E \rightarrow a \bullet] T$	$[T \rightarrow E \bullet] T$	$[S \rightarrow S b T \bullet] S$

IV) x est bien une phrase de L(G).



x = acaba

ANNEXE 3.

SEPARABILITE DES CONSONNES ET DES VOYELLES

3.1. TABLEAU DES CONSONNES INSEPARABLES

	b	c	d	f	g	h	k	m	p	r	s	t	v
h	*	*	*		*		*		*	*	*	*	
l	*	*		*	*	*	*	*	*		*		*
n					*		*						
r	*	*	*	*	*	*	*		*			*	*
t						*					*		

La ligne correspond à la première lettre, la colonne à la deuxième.

3.2. TABLEAU DES VOYELLES INSEPARABLES

	a	e	i	o	u	é	è	y
a		*						
e			*					
i	*	*		*	*			
o			*					*
u	*	*		*				*
é			*					*
è			*					*
y								

La ligne correspond à la première lettre, la colonne à la deuxième.

ANNEXE 4.

LOGICIELS D'AIDE A LA CREATION

4.1. LE DICTIONNAIRE DE MOT

Nous avons développé un éditeur de dictionnaire (Figure A4.1). Il permet de créer le fichier de mots qui contient les informations nécessaires à notre traducteur. La figure A4.2 donne un exemple de fenêtres de création de mots.

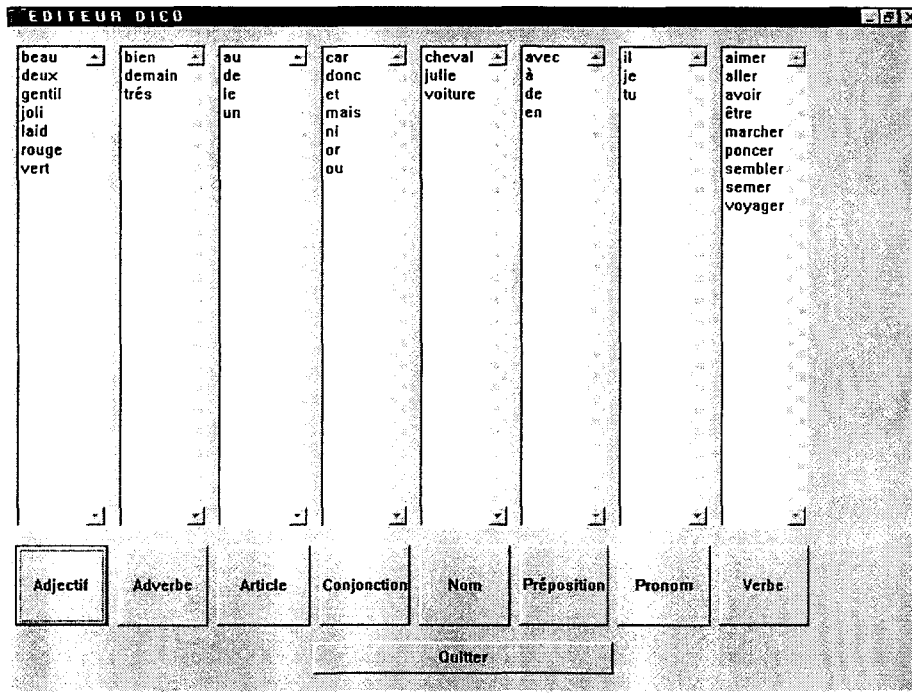


Figure A4.1 : Interface de saisie des mots du dictionnaire.

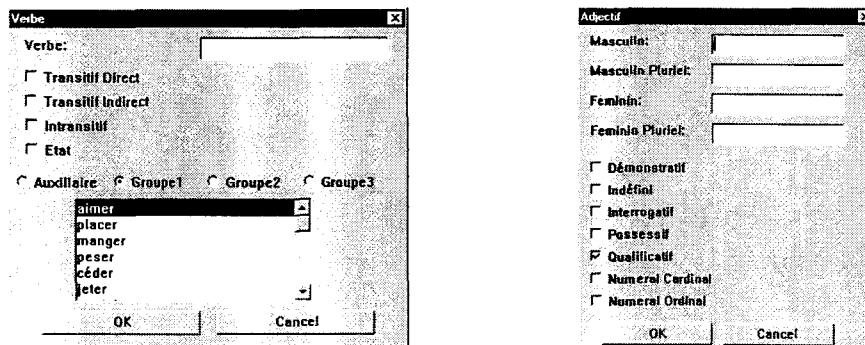


Figure A4.2 : Fenêtre de création de verbe et d'adjectif

4.2. L'EDITEUR DE GRAMMAIRE

Pour faciliter la création des fichiers qui correspondent à notre grammaire formelle (Figure A4.3) et la grammaire de cas (Figure A4.2), nous avons développé deux utilitaires.

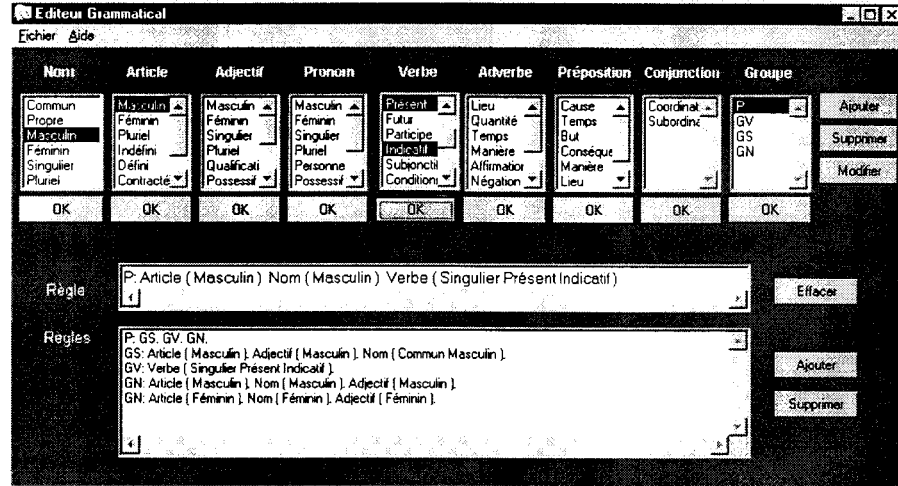


Figure A4.3 : Interface de création de la grammaire formelle.

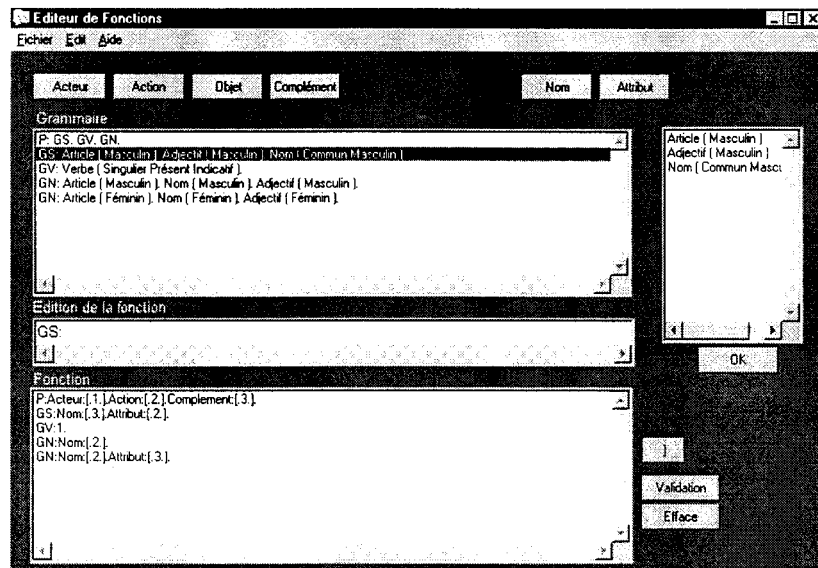


Figure A4.4 : Interface de création de la grammaire de cas

Résumé

La surdité est un handicap qui entraîne de graves retards dans l'acquisition du langage oral et écrit. Notre étude réalisée dans le cadre de l'Institut Régional de Recherche sur le Handicap (IRRH) vise à doter la communauté sourde d'un système d'aide à l'apprentissage des différents moyens palliatifs de communication qu'elle utilise (lecture labiale (L.L), langage parlé complété (LPC) et langue des signes (LSF)). La bonne connaissance de ces outils permettrait de minimiser les difficultés rencontrées par les déficients auditifs.

Dans un premier temps, le logiciel LAC a été développé. Il permet de faire correspondre à une liste de mots, des images, des définitions, des vidéos de traduction (en français, en L.L, en L.P.C et en L.S.F) et des phrases de mise en situation. Par ailleurs LAC donne la possibilité à l'utilisateur de créer ses propres contenus grâce à une interface d'édition ce qui permet aux formateurs d'adapter leur enseignement au public visé.

Dans un second temps, un générateur de phrases en L.S.F à partir de phrases écrites en français a été réalisé. L'étude consistait à reprendre un signeur virtuel acceptant en entrée une représentation codée de la L.S.F et de créer la traduction du français vers ce codage. Une traduction assistée du français en « LSF écrite » a donc été développée.

Le système a été implanté de façon telle qu'il puisse être le plus évolutif possible. Ainsi, l'analyse grammaticale s'effectue par l'intermédiaire d'une grammaire formelle dont les règles peuvent être conçues et enrichies par des non-spécialistes, et la traduction utilise le principe des grammaires de cas dont la complexité peut être facilement modifiée ou adaptée.

Ce système de synthèse automatique de la langue des signes en remplaçant la vidéo par une simple ligne de texte permet de solutionner le problème du stockage encombrant de la vidéo.

Mots Clés

Langue des signes
Communication gestuelle

Synthèse de phrases signées
Traduction Assistée par Ordinateur

Multimédia

Help system for training in French Sign Language: from a natural language to an automatic synthesis

Deafness is a handicap which causes grave difficulties in acquiring oral and written language. Our study carried out on behalf of the IRRH (Regional Research Institute on Disabilities) aimed at giving the deaf community a system to help it learn different alternative means of communication that it uses (lip reading (LR), Cued Speech (CS) and sign language). A sound knowledge of these tools would help minimize the difficulties encountered by the hearing impaired.

First an LAC software was developed. It enables the matching of a list of words with images, definitions and translation videos (in French, in LR, CS and FSL) and with sentences relating to specific situations. On the other hand LAC gives to the user the possibility to create its own content thanks to an editing interface which allows teachers to adapt their teaching to the public targeted.

In a second phase a generator of sentences in FSL from written sentences in French was developed. The study consisted in adopting a virtual signer accepting the entry of a coded representation of the FSL and in creating a translation from French to this code. An assisted translation of French into "written FSL" was developed.

The system was set up so as to be able to evolve as much as possible. So the grammatical analysis is done with the help of a formal grammar whose rules can be conceived and enriched by non specialists and the translation uses the principles of case grammars whose complex systems can be modified or adapted.

This technique of automatic synthesis of the sign language by replacing the video with a single line of text can help find a solution to the problem of storing a cumbersome video set.

Keywords

Sign Language
Gesture communication

Signed sentences synthesis
computer Aided Translation

Multimedia

