

## UN OUTIL DE PHONÉTISATION MULTILINGUE

1,2                    1                    1                    1                    3  
V. AUBERGE, M. CONTINI, D. MARET, B. SCHNABEL & H. ZINGLE

1: Institut de la Communication Parlée  
Unité associée au CNRS  
Institut de Phonétique  
Université de Grenoble III  
38400 SAINT MARTIN D'HERES  
FRANCE

2: Société OROS  
ZIRST 38240 MEYLAN  
FRANCE

3: Université des Langues et  
Informatique de Chambéry  
73000 CHAMBERY  
FRANCE

### RESUME

Ce travail résulte d'une collaboration étroite entre informaticiens et linguistes. Il s'agit d'un outil de phonétisation défini dans le cadre de la synthèse multilingue à partir du texte, et conçu pour des applications linguistiques.

### INTRODUCTION.

Un certain nombre d'outils de transcription orthographique phonétique du Français ont été développés dans deux principaux buts :

- l'étude de la phonétisation ([9], [8], [3]),
- la synthèse de la parole ([4], [5], [10]).

Dans une optique multilingue, nous avons envisagé la synthèse d'une langue écrite comme un enchaînement séquentiel d'étapes ; à chacune d'elle correspond un module facilement adaptable à la langue considérée : phonétisation, calcul de la prosodie, utilisation d'un dictionnaire (de diphtonges par exemple).

Nous nous sommes tout d'abord posés le problème de choix de la méthodologie algorithmique qui autoriserait le développement d'un module de transcription commun à toutes les langues orthographiques visées (Français, Allemand, Italien, Espagnol...).

Nous nous sommes particulièrement attachés au développement d'outils conviviaux, permettant un travail de mise au point et d'exploitation dans le cadre d'une équipe pluridisciplinaire : phonéticiens et informaticiens. En effet, il nous a semblé important de pouvoir utiliser les compétences du linguiste en lui proposant un outil qui lui permette de formaliser facilement sa connaissance. En adoptant une telle démarche, nous avons pensé que les règles ainsi obtenues seront à la fois utilisées pour la synthèse, mais aussi pour des études linguistiques relatives à chaque langue.

### L'OUTIL DE TRANSCRIPTION

#### A : Choix méthodologique.

Le passage d'une chaîne orthographique vers la chaîne des sons correspondants utilise plusieurs niveaux de connaissances définis chacun par leur unité linguistique minimale (lettre, constituant du mot, mot dans son contexte énonciatif).

Le logiciel élaboré jusqu'à présent s'intéresse aux données linguistiques dont l'unité est la lettre. Le linguiste formalise son raisonnement sous la forme d'une grammaire déterministe (à une quelconque sous-chaîne d'un mot correspond une seule transcription) de règles contextuelles. Il introduit naturellement un ordre local à chaque classe de règles : c'est l'ordre d'application défini par l'ordre d'écriture des règles (on peut représenter ce raisonnement par "exceptions puis règles générales" ou bien "si alors sinon( si...)"). Nous avons donc défini une syntaxe pour concrétiser facilement ce raisonnement : le langage TOPH (voir § B:), et réalisé un ensemble de logiciels d'exploitation de cet outil (figure 1).

Au niveau de la méthodologie algorithmique, nous avons dû choisir entre deux interprétations possibles du mécanisme de transcription :

1.) Un automate déterministe d'états finis : dans une étape préalable, il faut expliciter les informations contenues implicitement dans la grammaire. Une règle se développe ainsi en un ensemble équivalent de règles définies exactement sur le vocabulaire d'entrée, indépendantes (le texte d'une règle développée contient les informations nécessaires et suffisantes pour la définir), et en exclusion mutuelle (la grammaire est déterministe). Après avoir construit l'automate d'états finis équivalent au langage constitué de l'ensemble des règles (considérées donc comme des mots de ce langage), on réalise un "pattern matching" entre la chaîne d'entrée et l'ensemble des textes des règles développées.

On obtient donc un algorithme dont la complexité-temps est en  $O(l)$ , si 'l' est la longueur du texte à transcrire. Pour construire cet automate, par exemple depuis une grammaire décrite dans le langage TOPH, on la développe :

- selon les ensembles ; soit la règle en Français :  
("Voyelle")+ s + ("Voyelle") = [z]  
(c'est-à-dire : 's' entre deux voyelles se transcrit [z])  
qui est équivalente à l'ensemble des règles :  
(a)+ s + (a) = [z] ; (e)+ s + (e) = [z] ; .... (si "Voyelle"=(a,e,...))

- selon les opérateurs ; soit la règle  
(a OU e)+ s + = [z] (si 'OU' est l'opérateur logique)  
qui est équivalente à l'ensemble des règles :  
(a)+ s + = [z] ; (e)+ s + = [z]

- selon l'ordre d'application sur les règles ; soit la grammaire décrite par les deux règles:

- 1: (a)+ s + (a) = [z]
- 2: + s + = [s]

(c'est-à-dire : si 's' est dans le contexte gauche et droit 'a', il se réécrit [z], sinon il se réécrit [s]), cette grammaire est équivalente à :  
 (a)+ s +(a) = [z] ;  
 ("V\la")+ s +("V\la") = [s].  
 (si "V\la" = "Vocabulaire d'entrée SAUF 'a'")

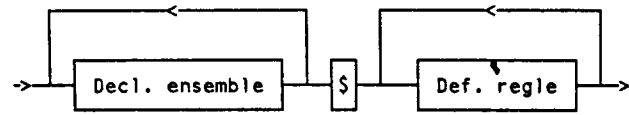
On voit facilement sur ces exemples que la taille de l'automate devient très vite "explosive".

2.) Un automate transducteur : la réécriture contextuelle de la chaîne d'entrée est guidée pas à pas par la grammaire. L'ordre induit au transducteur (lecture de gauche à droite de l'entrée), est reproduit naturellement par la partition des règles sur le premier caractère de la sous-chaîne à transcrire. On obtient alors un algorithme en O(IT), si 'T' représente la taille de la grammaire.

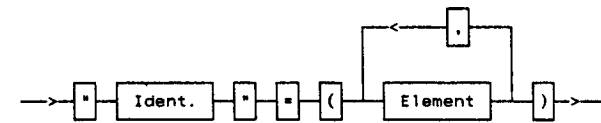
Derrière ces deux démarches, on voit apparaître l'importance prédominante soit des lexiques, soit des règles. Nous avons finalement choisi la solution transducteur (figure 2), car le gain du facteur 'T' ne nous semble pas rentable devant la complexité de construction de l'automate d'états finis 1.).

B: Le langage TOPH, description syntaxique.  
 TOPH est un langage LL1.

Grammaire :

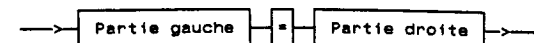


Déclaration d'un ensemble :

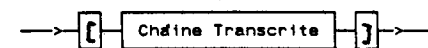


Un identificateur ou un élément d'ensemble sont des chaînes quelconques de caractères.

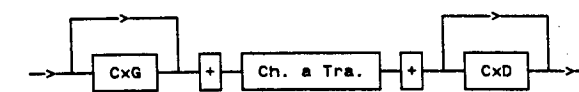
Définition d'une règle :



Partie droite :

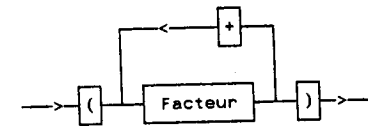


Partie gauche :

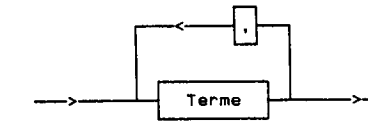


Une chaîne à transcrire (Ve), ou une chaîne transcrire (Vs) sont des chaînes de caractères quelconques.

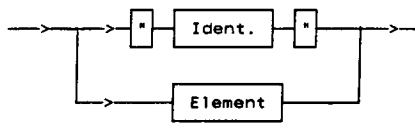
Contexte Droit ou Gauche (même syntaxe) :



Facteur :



Terme :



### ETUDE DES GRAMMAIRES

#### A: La transcription du Français.

A partir d'une grammaire de transcription initiale du Français [9] et des nombreux ouvrages parus ([6], [3], [7], [13]...), nous avons affiné les règles qui se limitent au mot orthographique.

Les listes d'exceptions ont été extraites du dictionnaire inverse JULLIAND et du dictionnaire inverse du SCRABBLE. Nous avons pu corriger la grammaire obtenue en l'utilisant pour transcrire le "Frequency dictionary of french words" de JULLIAND, soit près de 5000 formes parmi les plus courantes (une seule forme par base lexicale). Nous allons inclure maintenant l'utilisation de renseignements morpho-syntaxiques, comme par exemple les frontières syntaxiques (liaisons), ou bien la catégorie morphologique. Ainsi, en exemple, l'instanciation à "Verbe" ou "non Verbe" d'une forme finie par -ent décide de sa prononciation en [a] ou [ɛ]. Une analyse morphologique (ou lexicale) peut suffire : exemple 'chantent' / [Sa't] et 'souvent' / [suva] ; mais il faut parfois remonter à la syntaxe : par exemple pour l'opposition bien connue 'président' / "Verbe" = [presid] ; "non Verbe" = [presida].

#### B: La transcription de l'Allemand.

La conversion d'un texte allemand en chaîne de signes phonétiques correspondante s'effectue en deux pas principaux :

- \* Le prétraitement morphologique et
- \* la transcription orthographique - phonétique.

##### 1.) Le prétraitement morphologique

opère un découpage des unités lexicales en monèmes et morphèmes (racine, préfixe et suffixe) et la détermination automatique de l'accent.

La procédure d'analyse morphologique est effectuée à l'aide d'un lexique d'environ 150 préfixes et suffixes, et un ensemble de 150 règles pour déterminer la voyelle de la racine qui porte l'accent (dans tous les cas ou le préfixe ne porte pas l'accent). Le système accomplit ainsi la

segmentation morphologique et la détermination de l'accent sur l'unité d'un mot à la fois, par exemple :

Bewunderung ("admiration")

be - (préfixe ne portant pas d'accent)  
 wunder (racine + voyelle portant accent)  
 - ung (suffixe)

==> be-w\*under-ung (\* = accent)

La méthode choisie [14] se distingue donc aussi bien des systèmes qui se fondent exclusivement sur des lexiques (p.ex. le GRAPHON [8] à Vienne) que des systèmes qui opèrent les analyses morphologiques à 100% par règles (p.ex. le SYNTAX [12] de Bochum). Cette approche présente trois avantages principaux :

\* Les irrégularités de la prononciation de l'allemand dues plutôt à la structure morphologique qu'aux exceptions phonétiques et phonologiques peuvent assez facilement être détectées et définies ; ainsi la fiabilité du système est-elle augmentée.

\* Parallèlement le transcripteur reste ouvert à de nouvelles expansions. A chaque instant des nouveaux morphèmes peuvent être introduits dans le lexique.

\* En même temps la taille du lexique (qui ne couvre que des préfixes et des suffixes) reste assez raisonnable.

#### 2.) La transcription

La chaîne ainsi obtenue, toujours orthographique mais prétraitée, sera transcrite par la suite en signes phonétiques. A l'aide d'un ensemble de 400 règles pour l'allemand la qualité phonétique de chaque lettre est recherchée.

Pour le mot <Bewunderung> l'ensemble suivant de règles est appliqué :

b."@."v."\*U."n."d."R."U."ng"

("#") + b = (b.)

+e + ("#") = (e.)

+w = (v.)

+u + ("OO" + "OO") = (U.)

+n = (n.)

("OO") + er + ("#") = (R.)

+u + ("OO" + "OO") = (U.)

+ng = (ng)

Pour les cas qui ne peuvent être transcrits correctement, une liste d'exceptions se trouve dans la grammaire du TOPH. Dans un premier temps nous nous sommes contentés de remplir un lexique interne au fur et à mesure que les exceptions se produisent. Par la suite, on isolera ce lexique pour définir un lexique externe.

#### C: La transcription de l'Italien.

La transcription de l'Italien nécessite un nombre relativement faible de règles en comparaison du Français et de l'Allemand. Ces règles tiennent compte de toutes les distributions possibles de réalisations phonétiques pour lesquelles nous nous sommes référés à la prononciation italienne normative (Toscan cultivé). Ainsi, un -s intervocalique sera prononcé généralement non voisé, et non

pas voisé comme dans tout le Nord de l'Italie. Les phénomènes de Phonétique syntactique n'ont pas été négligés. Ont été pris en considération, en particulier, les phénomènes de sandhi, entraînant notamment une modification de la consonne initiale (allongement), lorsque celle-ci est précédée d'une unité monosyllabique, accentuable ou non :  
 è bello -> [e bb'ello]

Il en est de même pour les groupements de consonnes aux frontières de mots, pour lesquels des règles différentes ont été adoptées par rapport aux mêmes groupes à l'intérieur d'un mot :

sci -> [S]

la mis cile -> [La mis ts'ile]

### CONCLUSIONS

Nous avons pris soin d'écrire un logiciel ouvert, afin de rendre possible toute nouvelle extension, et surtout afin de l'assimiler dans la synthèse en parallèle aux traitements linguistiques nécessaires à la description de la prosodie.

### REFERENCES

- [1] AHO & CORASICK, "Efficient string machine", A.C.M, June 1975.
- [2] V. AUBERGE, "Contribution à la phonétisation des langues alphabétiques", Rapport de D.E.A. - GRENOBLE, 1985.
- [3] N.CATACH, "La phonétisation du Français", Edition du C.N.R.S., 1984.
- [4] M. DIVAY & M. GUYOMARD, "Contribution et réalisation d'un programme de transcription", Thèse de 3ème cycle - RENNES, 1977.
- [5] H.FERVERS, J.LEROUX & L. MICLET, "Programme de transcription orthographique phonémique du Français", Publications E.N.S.T.-D-76003, 1976.
- [6] P. FOUICHE, "Traité de prononciation française", Editions Klincksieck, 1969.
- [7] V.G. GAK, "L'orthographe du Français", Editions Selac, 1976.
- [8] G. JOSEF, G. KAER & M. KOMMENDA, "Morphologische Analyse im Sprachausgabesystem GRAPHON.", MTG - Fachtagung, München, 1986.
- [9] M. LETY, "Transcription orthographique phonétique : un système interpréteur.", Thèse de 3ème cycle - GRENOBLE, 1980.
- [10] B. PRATT & G. SYLVA, "PHONTRS. Transcribing french text", Monash University, AUSTRALY, 1967.
- [11] B. PROUTS, "Contributions à la synthèse à partir du texte", Thèse 3ème cycle - ORSAY, 1980.
- [12] H.W. RUEHL, "A Microprocessor based System for Automatic Conversion of German Text to Speech.", ICASSP 3/3 (1608 - 1611), 1980.
- [13] L. WARNANT, "Dictionnaire de la prononciation française", 1962.
- [14] H. ZINGLE, "Traitement de la prosodie allemande dans un système de synthèse de la parole.", Thèse d'Etat, Université de Strasbourg II, 1982.

