

RESUME :

L'étude systématique du signal vocal exige la mise en place de logiciels spécialisés permettant de visualiser les résultats d'un maximum de méthodes d'analyse.

Le logiciel mis au point au laboratoire C.E.R.F.I.A. (Toulouse) s'articule autour d'un programme de dialogue ("DIALOGUE") qui gère un ensemble de programmes et de sous-programmes. Il est possible de traiter du signal prétraité ou non, numérisé, stocké sur disque et de choisir le mode et le type de représentation graphique (imprimante, écran graphique etc...). Les logiciels "ANALYSE", "FILTRE" et "SPECTRE" permettent de :

1. choisir un des prétraitements
 - fonction fenêtre
 - filtrage
 - lissage, filtres en peigne
 2. choisir une des analyses :
 - F.F.T.
 - cepstre
 - vocoder numérique
 - modèle d'oreille
 - L.P.C. (autocorrélation ou covariance)
 - Analyse des passages par un seuil
 3. étudier les fonctions de transfert de filtres et visualiser les signaux filtrés
 4. visualiser des spectres ou des spectrogrammes
- Le passage des paramètres est effectué par "DIALOGUE"

Un tel logiciel s'avère indispensable dans une étude détaillée du signal vocal aux plans fréquentiel et temporel. Les applications sont nombreuses en analyse et synthèse de la parole comme en phonétique ou en traitement du signal.

SUMMARY :

A systematical study of speech signal claims that a set of suitable programs should be set up in order to visualise the results of the greatest number of analysis methods.

The set of programs performed in the laboratory C.E.R.F.I.A. (Toulouse) is linked to a dialog program ("DIALOGUE") that manages routines and subroutines. One may treat numerised signal (pretreated or not), memorised on disk and choose the manner and the pattern of graphical representation (typewriter, screen . . .) Three sets of programs "ANALYSE", "FILTRE", "SPECTRE" allow :

1. to choose pretreatment method among
 - windows
 - filters
 - nonrecursive filters
2. to choose the analysis method among
 - F.F.T.
 - cepstrum
 - numerical vocoder
 - model of ear
 - L.P.C. (autocorrelation and covariance)
 - zero-crossing
3. to study the transfer functions of filters and filtered signals
4. to visualise spectrum and spectrograms

The transmission of parameters is made by "DIALOGUE".

This set of programs is indispensable in a detailed study of the signal at frequential and timing levels and there are many applications in the domains of speech recognition, synthesis, in phonetics or in the treatment of signal itself.



UN LOGICIEL GRAPHIQUE POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL VOCAL
CAELEN J. - VIEL G.

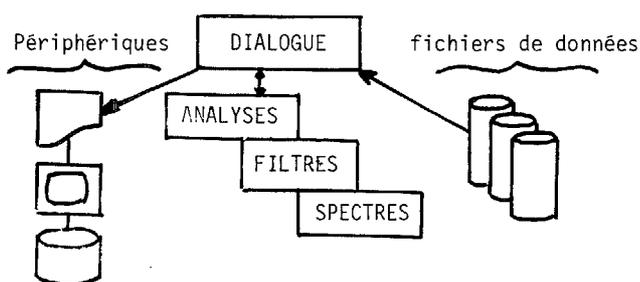
INTRODUCTION

La parole est un signal particulièrement complexe dont l'analyse, en vue de la reconnaissance, pose de nombreux problèmes. Pour une étude systématique et approfondie, il est nécessaire :

- de pouvoir visualiser le signal issu du microphone (vérifications, études sur le signal temporel etc..)
- de pouvoir comparer les méthodes d'analyse classiques aux méthodes nouvelles afin de tirer parti des performances de chacune
- d'offrir à l'utilisateur des tracés de spectres, de spectrogrammes etc... pris à des instants quelconques sur le signal de façon continue ou discontinue
- de disposer d'un outil souple et complet pour l'étude temporelle ou fréquentielle de la parole.

Le logiciel décrit ci-après a été développé pour répondre à ces exigences : il comprend des méthodes originales d'analyse, des modes de représentation souple des résultats, en conversationnel à partir d'un écran graphique connecté à un ordinateur IRIS 80 (Centre Inter-universitaire de Calcul de Toulouse).

ORGANISATION GENERALE DU LOGICIEL :



Le logiciel est organisé autour de 3 programmes et géré par un module de dialogue, chacun de ces programmes se décompose à son tour en une série de sous-programmes. Les données sont éclatées sur un ou plusieurs fichiers disque accessibles sous le système "temps partagé" de l'IRIS 80. Les résultats sont obtenus sur imprimante, écran graphique ou archivés sur disque.

LE PROGRAMME "DIALOGUE"

Ce programme permet de décrire les étapes du travail à exécuter :

- choix du fichier d'entrée (signal sur disque ou

bande échantillonné et numérisé, signal traité ou non etc ...)

- choix du périphérique de sortie :

1. écran graphique

dans ce cas il est possible de définir le découpage de l'écran souhaité, nombre de courbes à visualiser en hauteur et en largeur, espaces réservés

2. imprimante

3. archivage sur disque

- choix du traitement à effectuer

ces traitements sont tous entièrement paramétrés, le dialogue s'instaure alors en fonction du traitement choisi. Par exemple :

FREQUENCE D'ECHANTILLONNAGE ?

NOMBRE DE POINTS DU SIGNAL ?

etc ...

LE PROGRAMME "ANALYSES"

Ce programme permet de :

- visualiser le signal, longueur et début quelconques
- visualiser le signal prétraité

- 1 fonction fenêtre (Hamming, Hanning, Triangle trapèze, Rectangle)

- 2 préemphases ou filtrages passe-bas et passe-bande

- 3 lissages, filtres en peigne

- visualiser les analyses effectuées à l'aide des méthodes suivantes :

METHODE	VISUALISATIONS	PARAMETRES
F.F.T.	spectre dB/Hz	rayon d'intégration nombre de points
CEPSTRE	spectre F.F.T. cepstre spectre filtré	bande $F_b - F_h$ fenêtre temporelle
BANC DE FILTRES	spectre linéaire spectre dB/Oct	nombre de filtres fréquences centrales gains bandes passantes
MODELE D'OREILLE	spectre linéaire spectre dB/Oct	nombre de filtres fréquences centrales surtensions gains couplages
L.P.C.	spectre dB/Oct signal résiduel	



UN LOGICIEL GRAPHIQUE POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL VOCAL

METHODE	VISUALISATIONS	PARAMETRES
	Fonction d'autocorrélation du résidu	type de la méthode : covariance ou autocorrélation nombre de coefficients de prédiction nombre de points du spectre
HISTOGRAMME DES PASSAGES PAR UN SEUIL	Autocorrélation du signal Histogrammes déduits du signal et du signal autocorrélé	répartition des classes valeur du seuil

Quelques résultats sont donnés fig 1 à 3

LE PROGRAMME "FILTRES"

Ce programme sert à étudier les filtres numériques récurrents. Il permet de :

- visualiser les fonctions de transfert, module et phase sous les quatre formes :

1. linéaire
2. amplitude linéaire/Oct
3. dB/Hz
4. dB/Oct

avec les paramètres : nombre de filtres

type du filtre, passe-bas
passe-bande, passe-haut
fréquence centrale ou fréquence de coupure
bande passante

- visualiser le signal filtré

Quelques résultats sont donnés fig 4 et 5

LE PROGRAMME "SPECTRES"

A partir de signaux préalablement analysés (voir méthodes ci-dessus) ce programme permet de visualiser des spectres et des spectrogrammes sous différentes formes afin de mettre en lumière certains indices particuliers. Les spectrogrammes peuvent être obtenus

1. en projection à 3 dimensions
2. avec les lignes de crêtes
3. avec les lignes isoclines
4. en noircissant les zones d'énergie

Les spectres peuvent être tracés côte à côte ou superposés en vue de leur comparaison visuelle. On peut prélever sur le signal un bloc quelconque et le confronter à tout autre bloc.

CONCLUSION

Un tel logiciel s'avère indispensable pour :

1. comparer les performances des méthodes d'analyse
2. tester une gamme variée de filtres
3. adapter l'analyse aux contraintes extérieures (échantillonnage, filtrage, préemphasis)
4. optimiser les méthodes d'analyse
5. contrôler les résultats obtenus
6. faire des études comparées sur les phonèmes
7. observer le signal par morceaux (sous l'angle temporel ou fréquentiel)
8. rechercher des indices acoustiques pour la reconnaissance de la parole
9. etc . . .

REMERCIEMENTS

Ont également participé à la mise au point des logiciels : N. Vigouroux et S. Manas

BIBLIOGRAPHIE

- ATAL B.S., HANAUER S.L. 1971
Speech analysis and synthesis by linear prediction of the speech wave. J.A.S.A. N° 50
- CAELEN J. 1977
Etude de la fonction de filtrage de l'oreille à partir d'un modèle mathématique. Rev d'Acoustique vol 10 n° 42, 226-234
- CAELEN J. 1979
Un modèle d'oreille. Analyse de la parole continue. Reconnaissance phonétique. Th d'Etat Toulouse
- FANT G. 1967
Sound, features and perception. 6° I.C.P. Prague
- FLANAGAN J.L. 1972
Speech analysis, synthesis and perception. Berlin-Heidelberg-New-York Springer Verlag
- MAKHOUL J. 1975
Linear prediction : a tutorial review. Proc IEEE vol 63 N° 4
- MARKEL J.D. 1972
Digital inverse filtering. IEEE ASSP N° 20
- MARKEL J.D., GRAY A.H. 1976
Linear prediction of speech. Spinger Verlag Berlin
- WOLF E. 1974
Analyse numérique de quelques problèmes liés au traitement du signal. Th d'état Grenoble



UN LOGICIEL GRAPHIQUE POUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL VOCAL

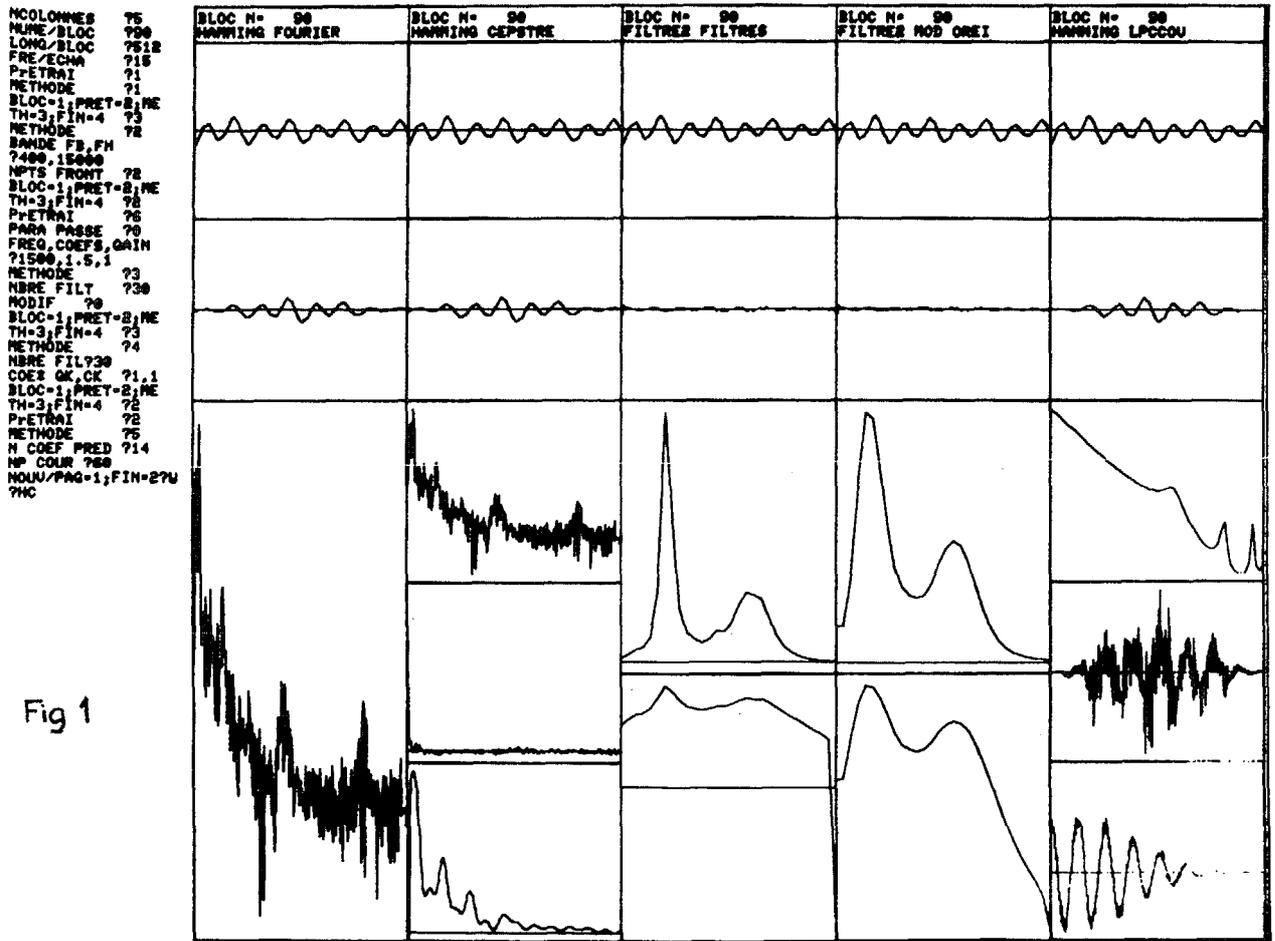


Fig 1

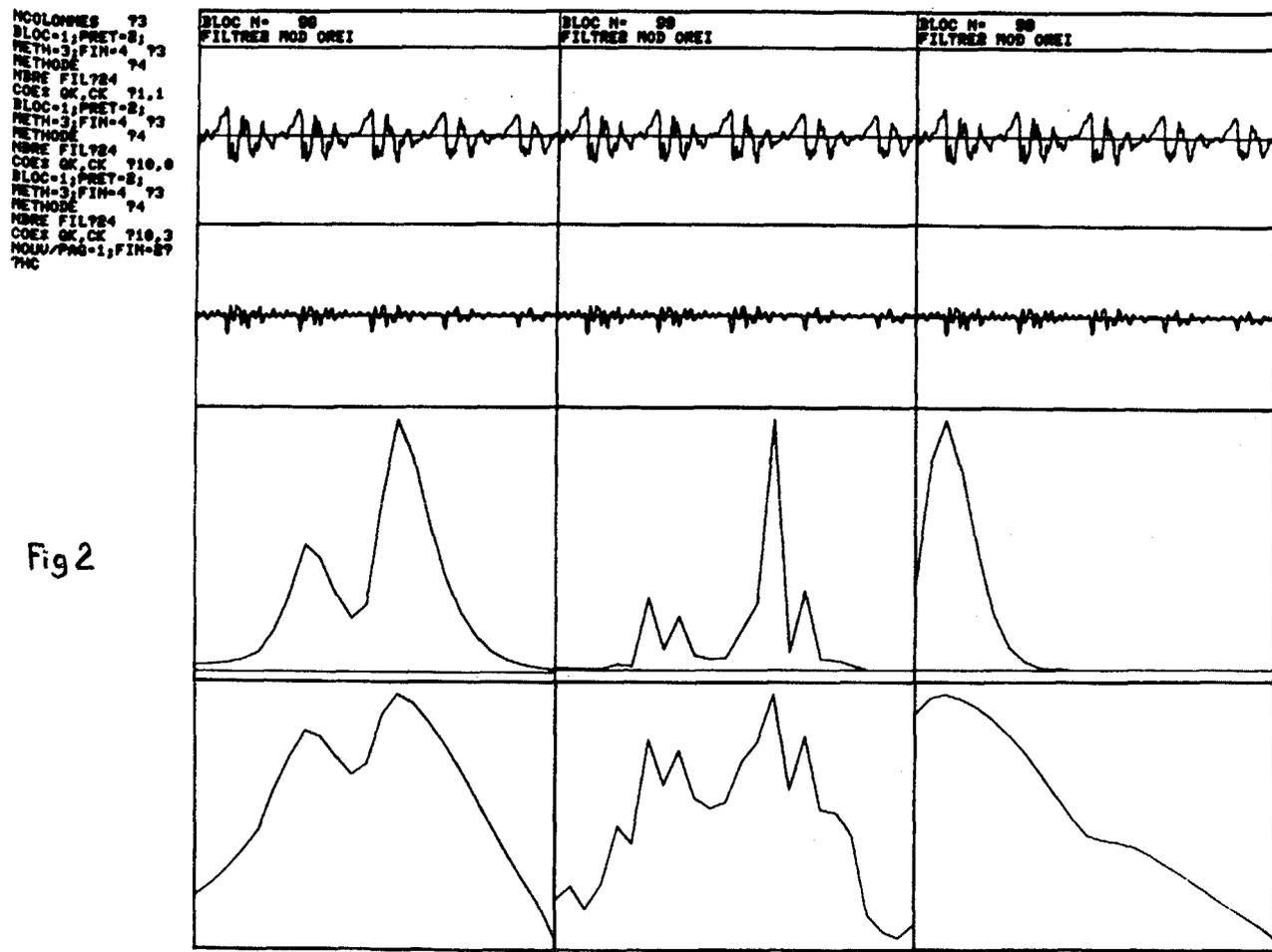
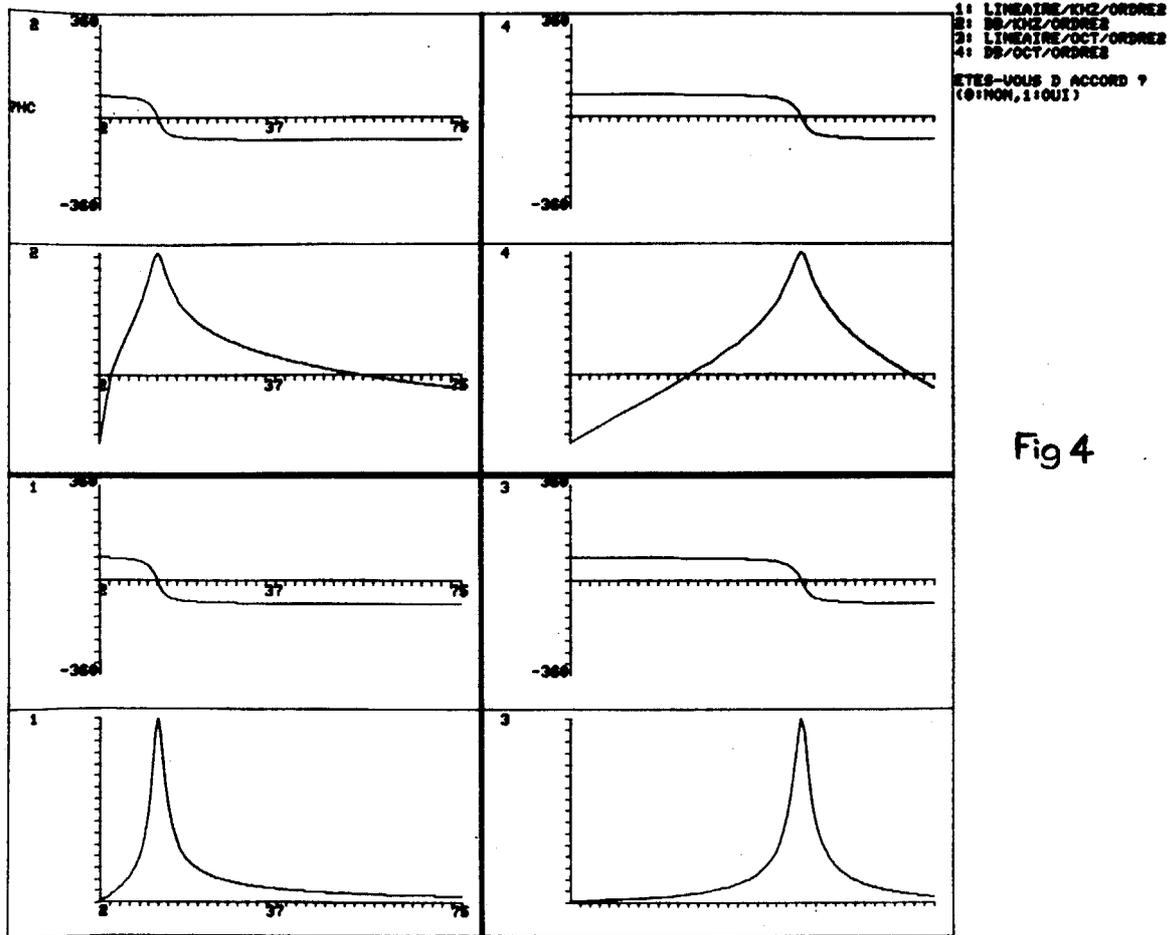
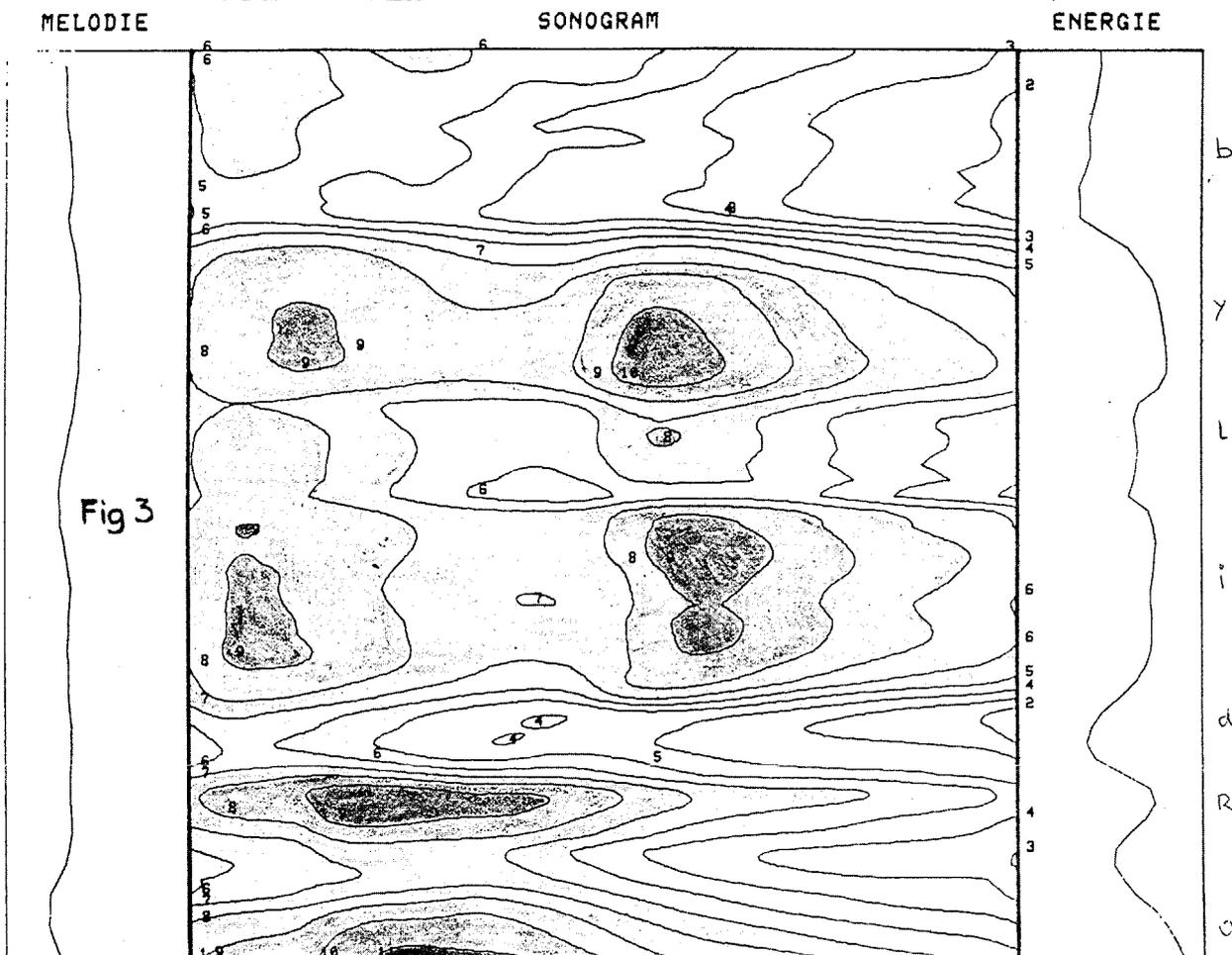
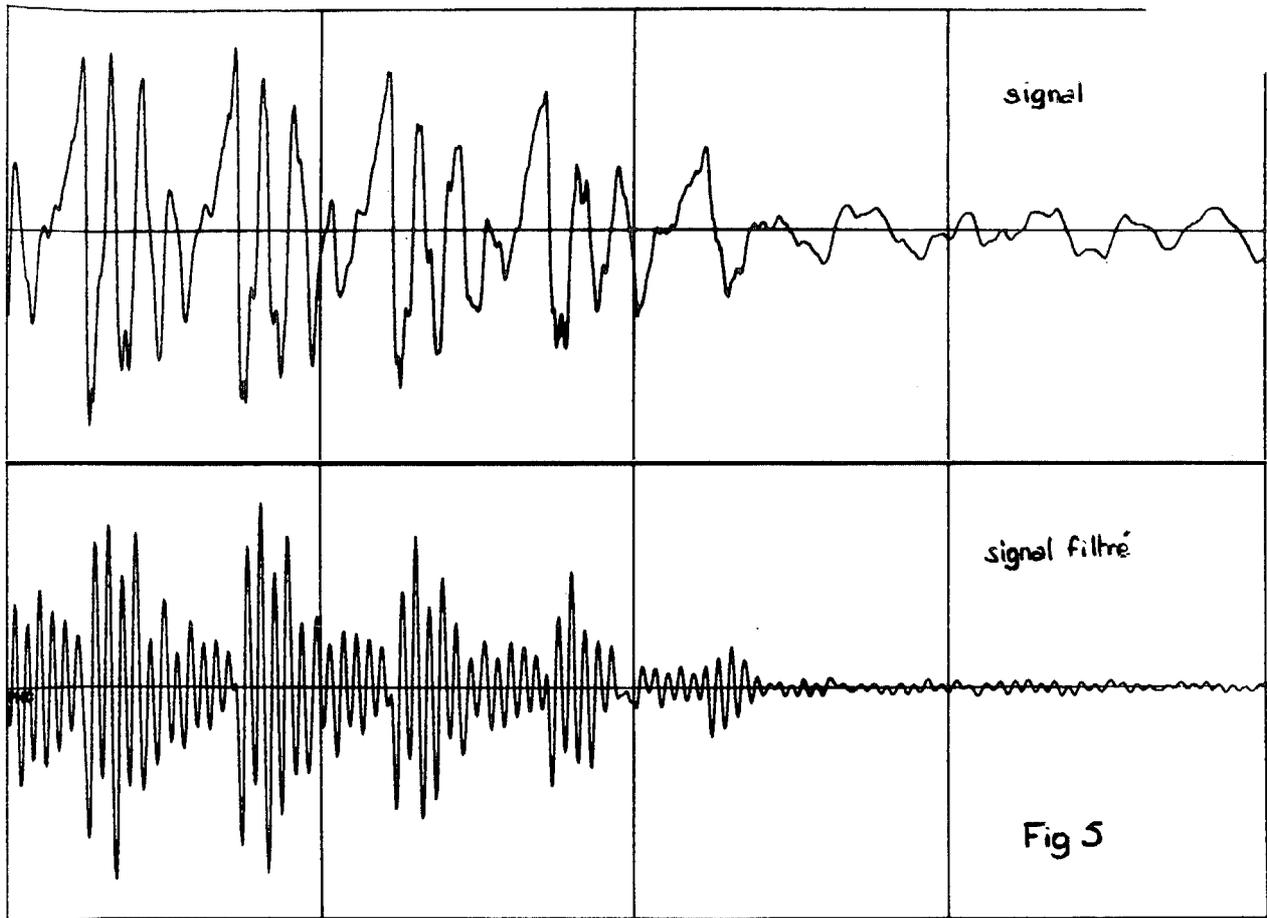


Fig 2





LEGENDE DES FIGURES

- FIG 1 : Analyses d'un même bloc de parole, phonème /b/
 le signal (512 points) est sur la première ligne
 le signal prétraité est sur la deuxième ligne
 de la gauche vers la droite les méthodes suivantes ont
 été utilisées :
 HAMMING + F.F.T., HAMMING + CEPSTRE, PREEMPHASE + VOCODER
 PREEMPHASE + MODELE D'OREILLE, HAMMING + L.P.C. COVARAINCE
 les échelles fréquentielles sont linéaires pour F.F.T. et
 CEPSTRE, logarithmiques pour les autres méthodes
- FIG 2 : Influence du couplage dans le modèle d'oreille, 3 analyses
 d'un même bloc de parole
- FIG 3 : Sonagramme "en isoclines" du segment de phrase /bylidro/
 cette représentation peu courante permet de mettre en
 évidence les "ilots" d'énergie
- FIG 4 : Les 4 formes amplitude-phase de la fonction de transfert d'un
 filtre : linéaire, linéaire/oct, dB/hz, dB/oct les phases
 sont en degré/hz ou degré/oct
- FIG 5 : Signal et signal filtré