

# Savoir-faire

Comment mesurer le taux de friction, le degré de voisement et la concentration de l'énergie d'un son ?

# Script *Analyse tout* de C. Gendrot

[http://ed268.univ-paris3.fr/lpp/pages/EQUIPE/gendrot/page\\_web/scripts.htm](http://ed268.univ-paris3.fr/lpp/pages/EQUIPE/gendrot/page_web/scripts.htm)

## **Des données spécifiques:**

- ZCR, HNR, COG, Skewness, Kurtosis, Déviation Standard

## **Des données plus classiques:**

- F0, F1, F2, F3, F4, durée, intensité, lieu et mode d'articulation, voisement

# Zero Crossing Rate (ZCR)

## *Nombre de passages par zéro*

- Nombre de fois que le signal dans sa représentation amplitude/temps passe par zéro sur une fenêtre temporelle. Taux de changements de signes d'un signal

$$zcr = \frac{1}{T} \sum_{t=0}^{T-1} \mathbb{I}\{s_t s_{t-1} < 0\}$$

où  $s$  est un signal de longueur  $T$  et  $\mathbb{I}\{A\}$  est une fonction indicatrice qui vaut 1 si son argument  $A$  est vrai et vaut 0 sinon.

- Taux de friction d'un son
- **+ ZCR élevé → + friction importante**  
(fricative)

# Harmonics to Noise Ratio (HNR)

## *Rapport Harmoniques/Bruit*

- Proportion d'harmoniques dans le signal
- Taux de voisement du son
- **+ HNR élevé → + son voisé**

# Skewness

## *Coefficient de dissymétrie*

- Dissymétrie de distribution de l'énergie d'un son

$$\gamma_1 = \frac{\mu_3}{\sigma^3},$$

Où  $\mu_3$  est le troisième moment centré et  $\sigma$  est l'écart-type.

- **+ Skewness élevé  $\rightarrow$  + énergie distribuée dans basses fréquences (approximante)**

# COG

## *Centre de gravité*

- Centre de gravité
- Fréquence moyenne du spectre
- **+ COG élevé → + moyenne des fréquences élevée (fricative)**

# Kurtosis

## *Coefficient d'aplatissement*

- Harmonie de la répartition de l'énergie d'un son

Etant donné une variable aléatoire réelle  $X$  d'espérance  $\mu$  et d'écart-type  $\sigma$ , on définit son kurtosis comme

$$\beta_2 = \mathbb{E} \left[ \left( \frac{X - \mu}{\sigma} \right)^4 \right]$$

lorsque cette espérance existe.

- **+ Kurtosis élevé → - répartition de l'énergie est harmonieuse**  
(approximante)

# Déviatiun Standard (SDev) *Ecart-type*

- Diffusion de l'énergie par rapport à la moyenne du spectre
- **+ SDev élevé → + énergie diffuse**  
(fricative)

# Intensité, fréquence et voisement

<b>INTENSITE</b>	<b>FREQUENCE</b>	<b>VOISEMENT</b>
Skewness	ZCR	HNR
Kurtosis	COG	
SDev		

L'association de ces paramètres permet une meilleure identification du son

# Le script

Enregistrer dans le disque C les fichiers:

- script\_fricatives.praat
- calculs.praat
- procedures.praat
- mesures spectrales.praat

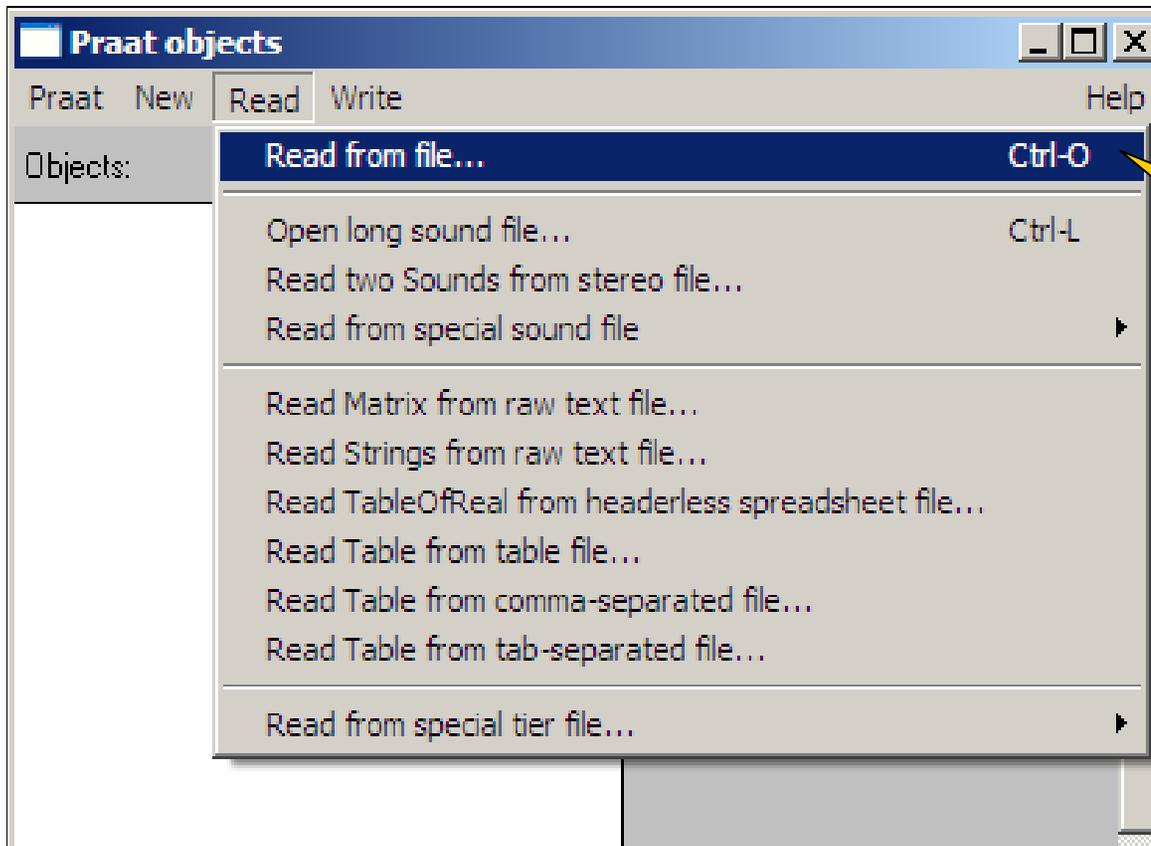
*Facultatif mais fortement conseillé:*

Créer un dossier (ex:« scripts\_praat ») dans C dans lequel seront enregistrés les fichiers

# Nota Bene

Il est **IMPERATIF** que tous les sons à analyser soient segmentés et possèdent un textgrid (créé avec Praat)

# Comment créer un Textgrid?

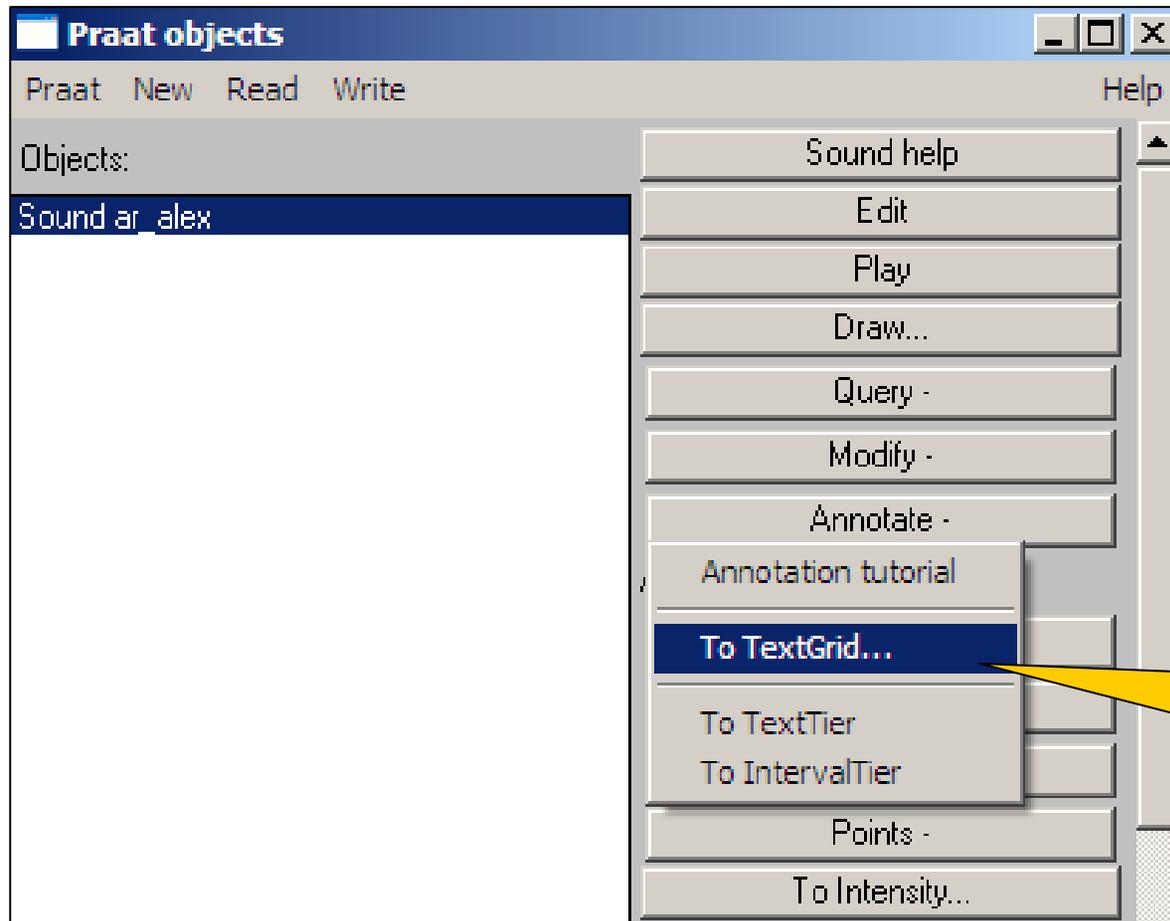


1. Read
2. Read from file

Allez chercher le son là où vous l'avez placé dans l'ordinateur

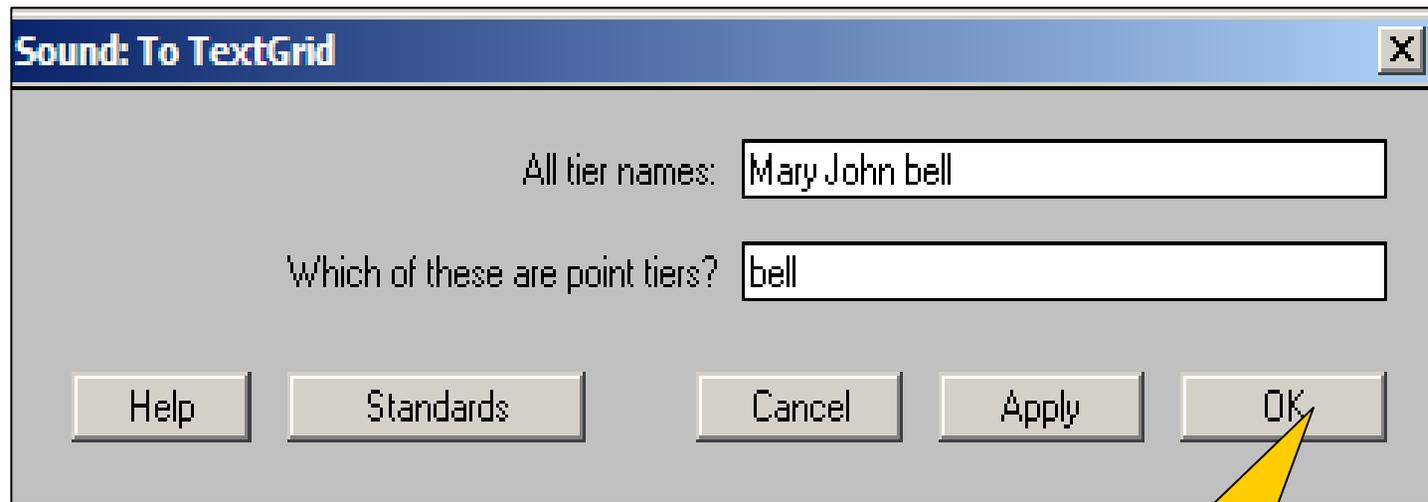
# Analysons le son «ar\_alex »

The image shows a screenshot of the Praat software interface. The window title is 'Praat objects'. The menu bar includes 'Praat', 'New', 'Read', 'Write', and 'Help'. The 'Objects:' list contains one item, 'Sound ar\_alex', which is highlighted in blue. To the right of the list is a vertical toolbar with buttons for 'Sound help', 'Edit', 'Play', 'Draw...', 'Query -', 'Modify -', and 'Annotate -'. Below the toolbar is the label 'Analyse'. A yellow callout box with a pointer to the selected object contains the text 'Le son à analyser'.



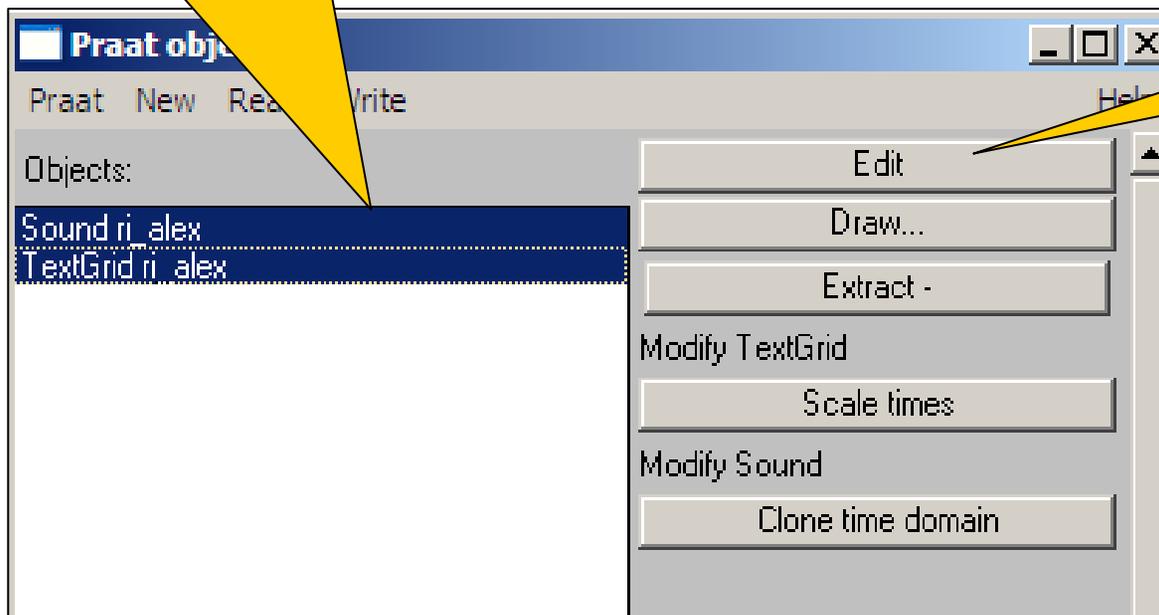
1. Annotate  
2. To Textgrid

# Une nouvelle fenêtre apparaît



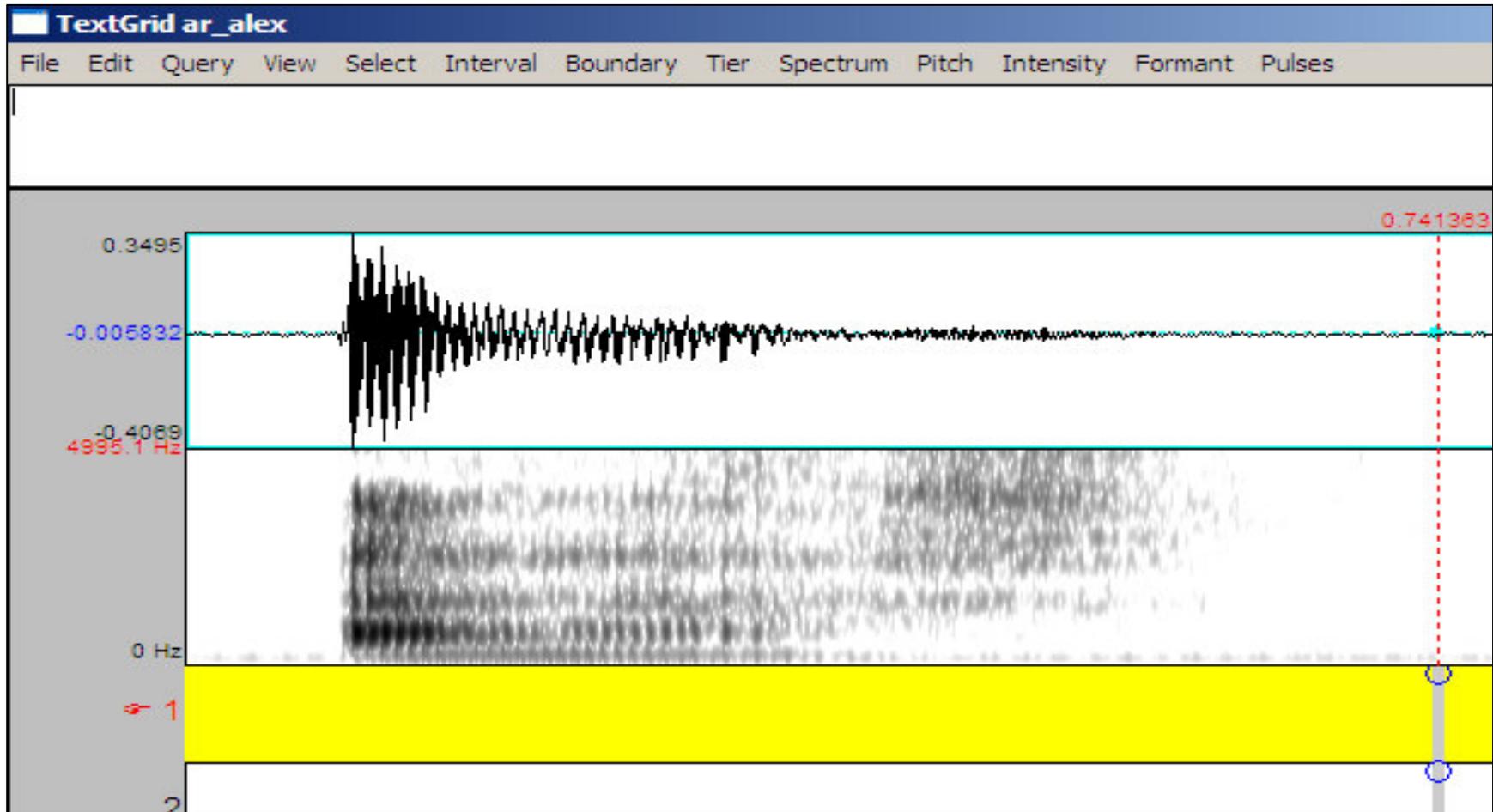
1. Annotate
2. To Textgrid

1. Sélectionner  
simultanément le son et  
son textgrid

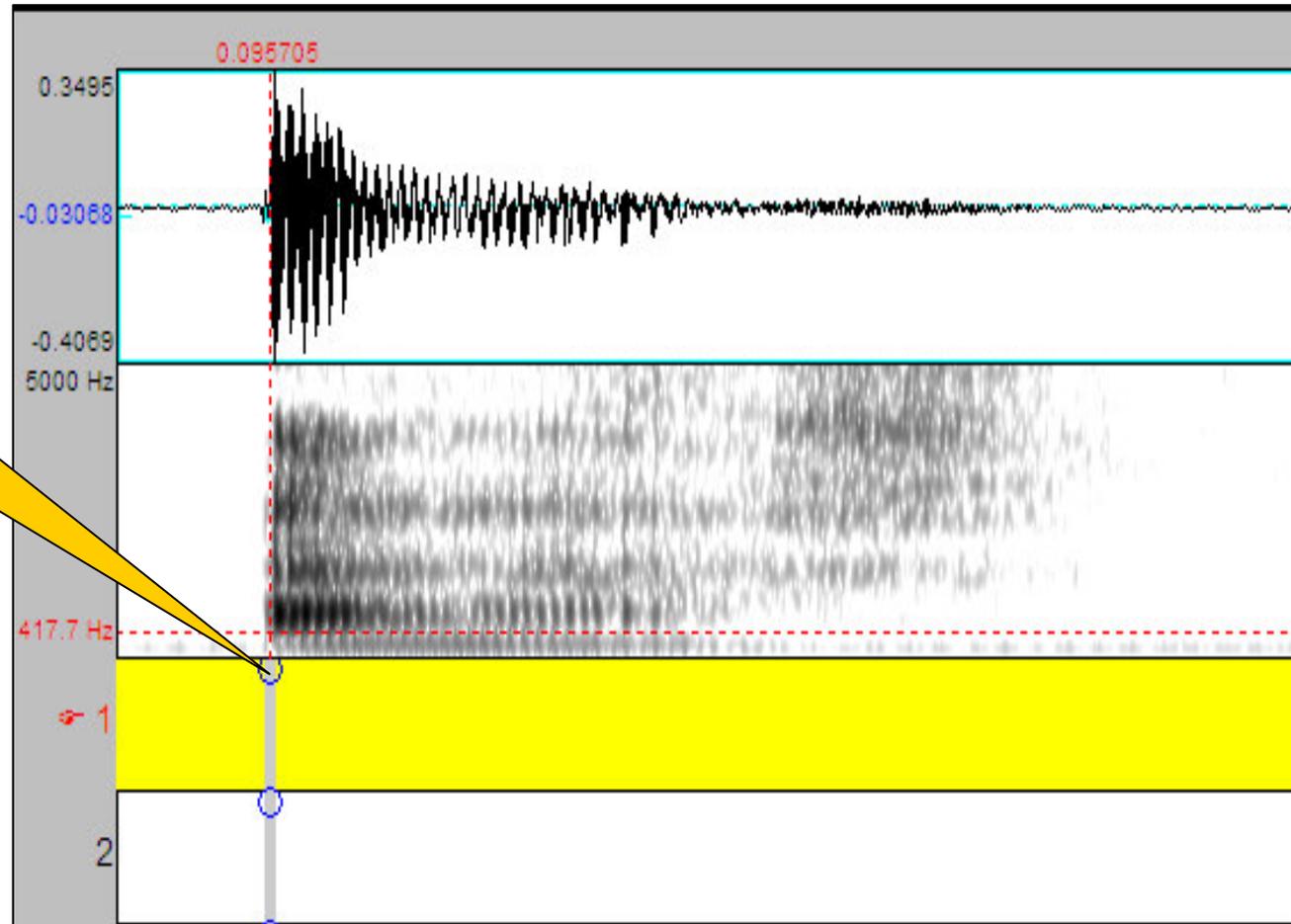


2. Edit

# Une nouvelle fenêtre apparaît

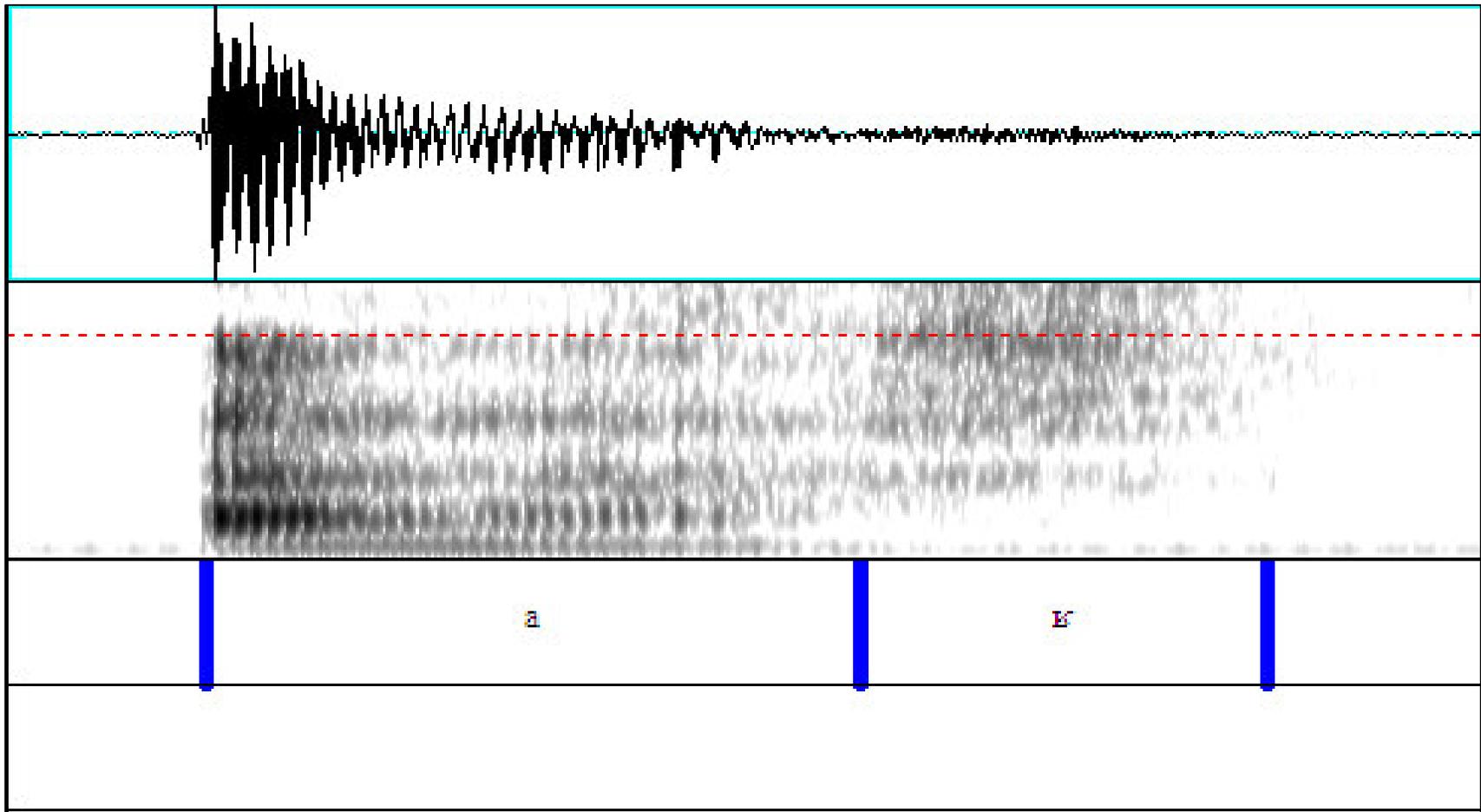


Clic dans le  
rond du  
haut



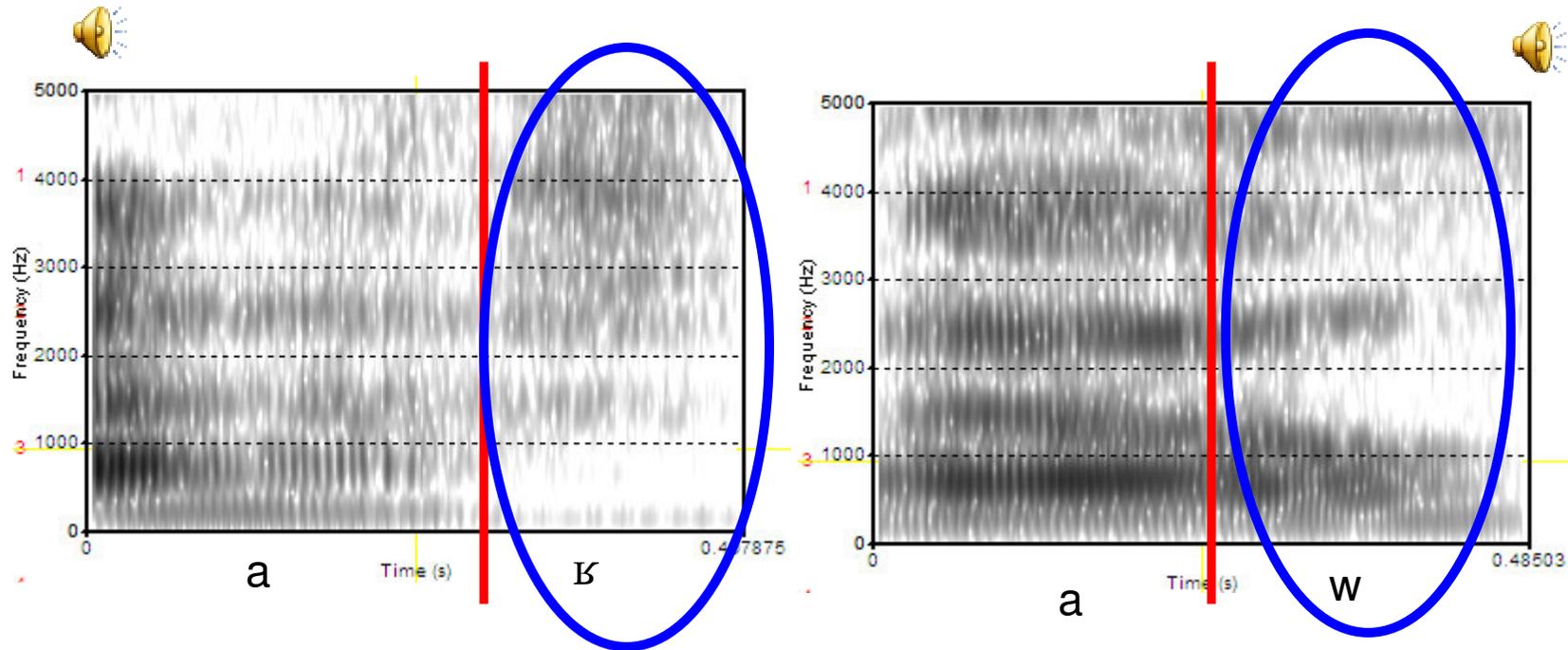
On procède ainsi pour toutes les autres limites

# Et on obtient:



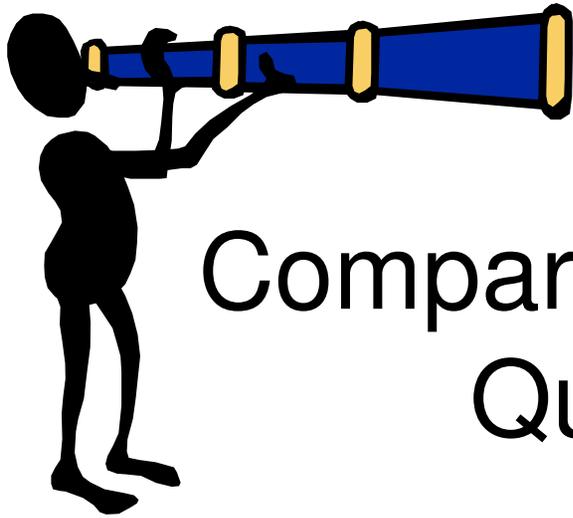
- Répéter cette même procédure pour **tous les sons** que l'on désire analyser avec le script
- Placer **tous les sons** dans le même dossier (facultatif mais fortement recommandé. Le script analysera ainsi en même temps tous les sons que vous désirez analyser)

# Nous avons segmenté le son /ar/ produit par 2 locuteurs différents



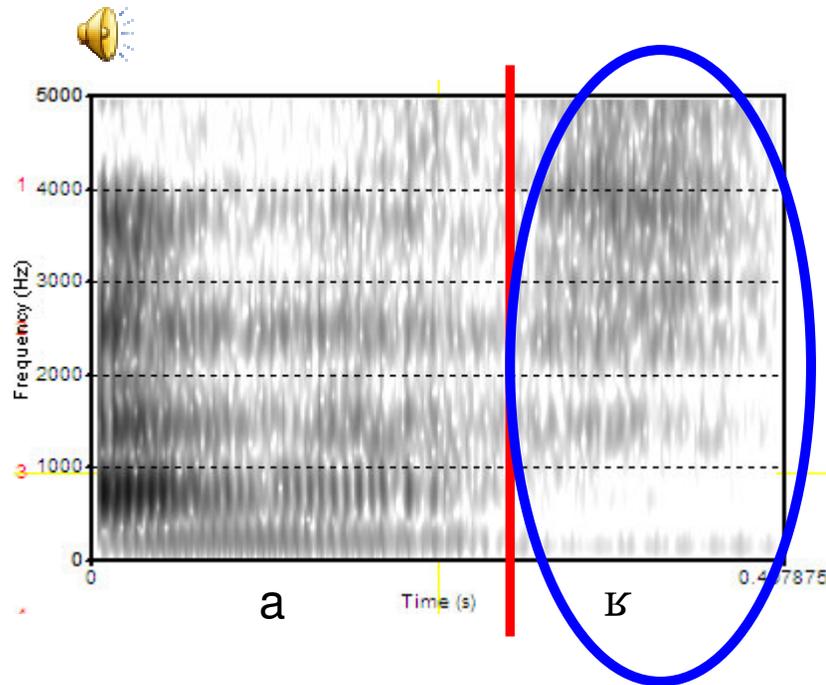
[aʁ] Alex

[aw] Jean

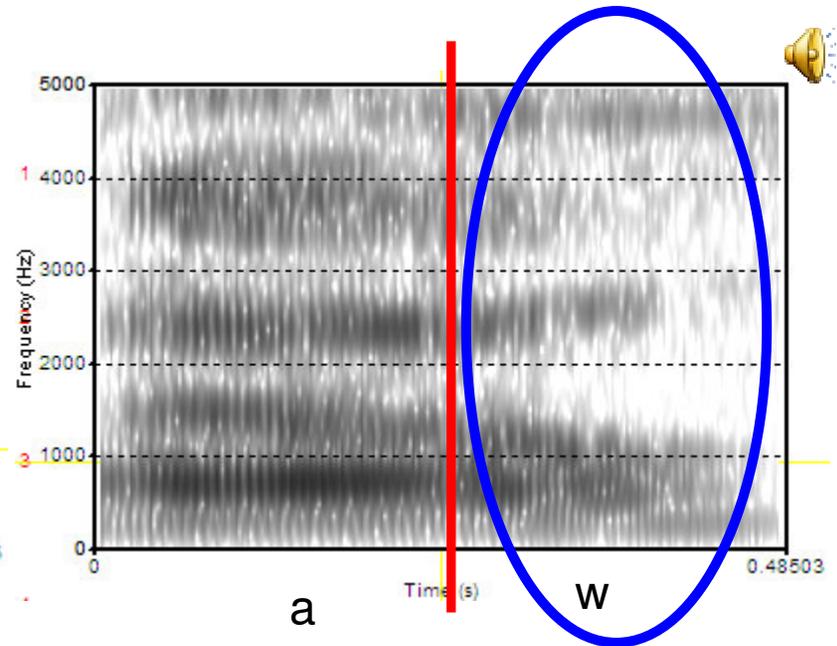


Comparez ces 2 réalisations.  
Que voyez-vous?

# Nous avons segmenté le son /ar/ produit par 2 locuteurs différents



[aʁ] Alex

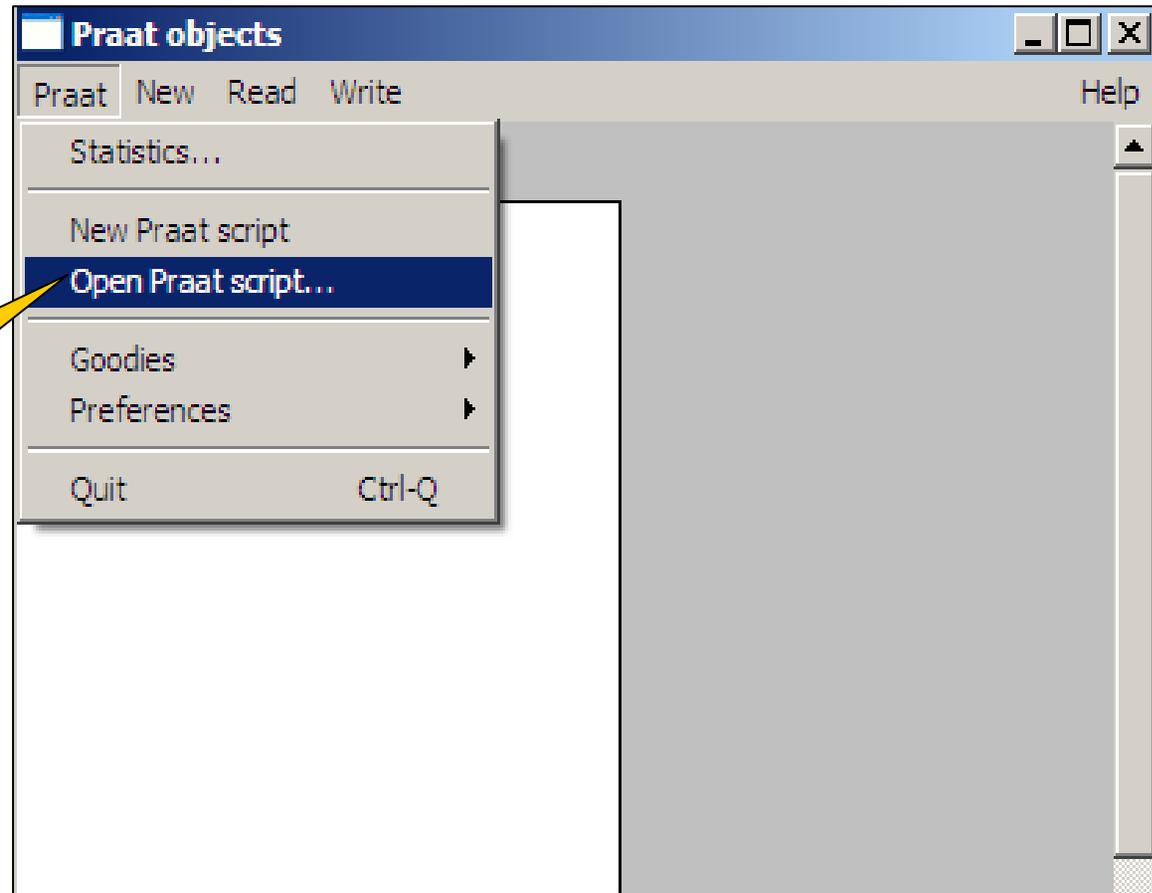


[aw] Jean

# Comment fonctionne le script?

A black stick figure stands in a state of confusion, with two question marks floating above its head. The figure is surrounded by several symbols: a question mark, a gear, two sheets of paper, and an open cardboard box containing a question mark. The entire scene is rendered in a simple, cartoonish style.

# Dans Praat

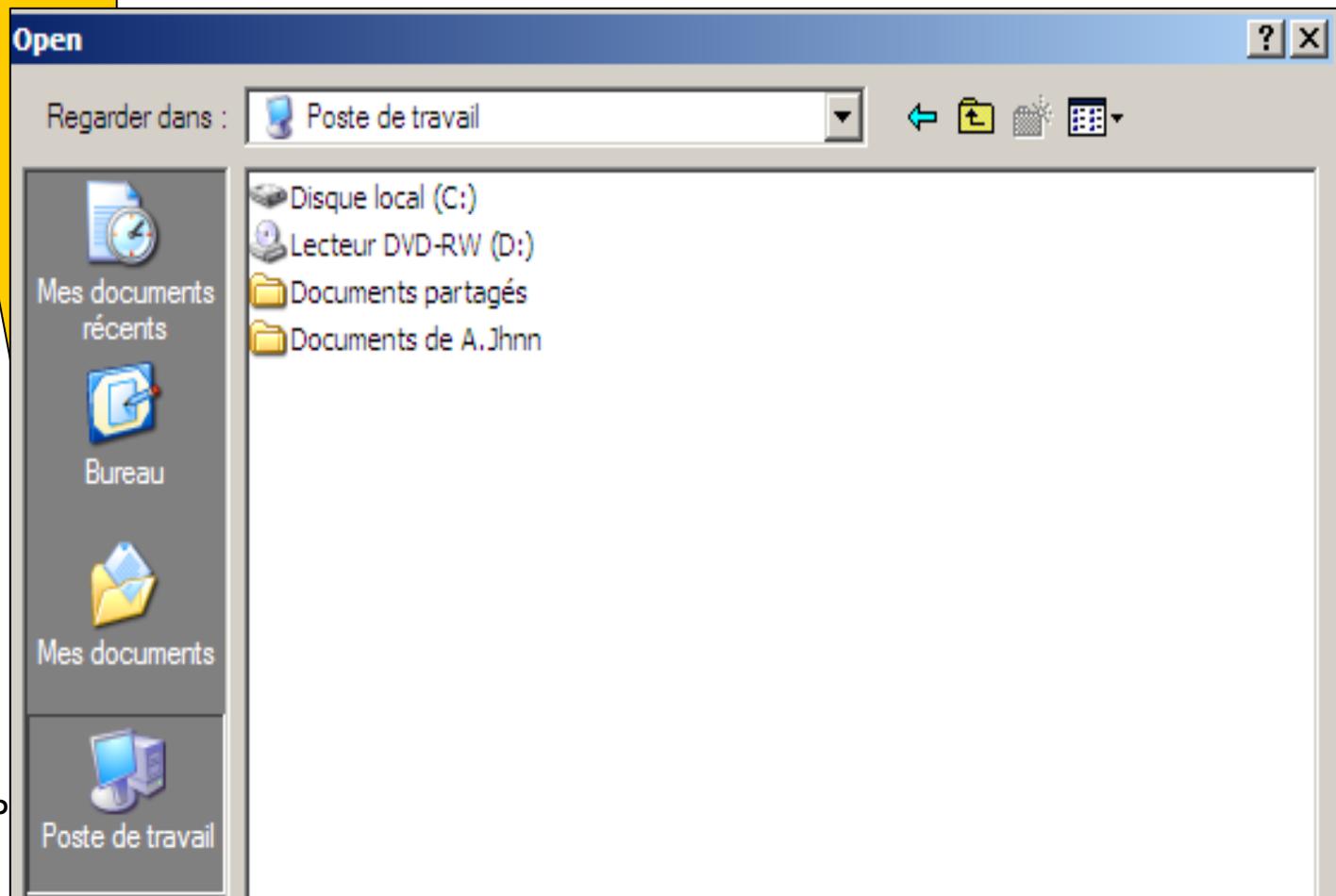


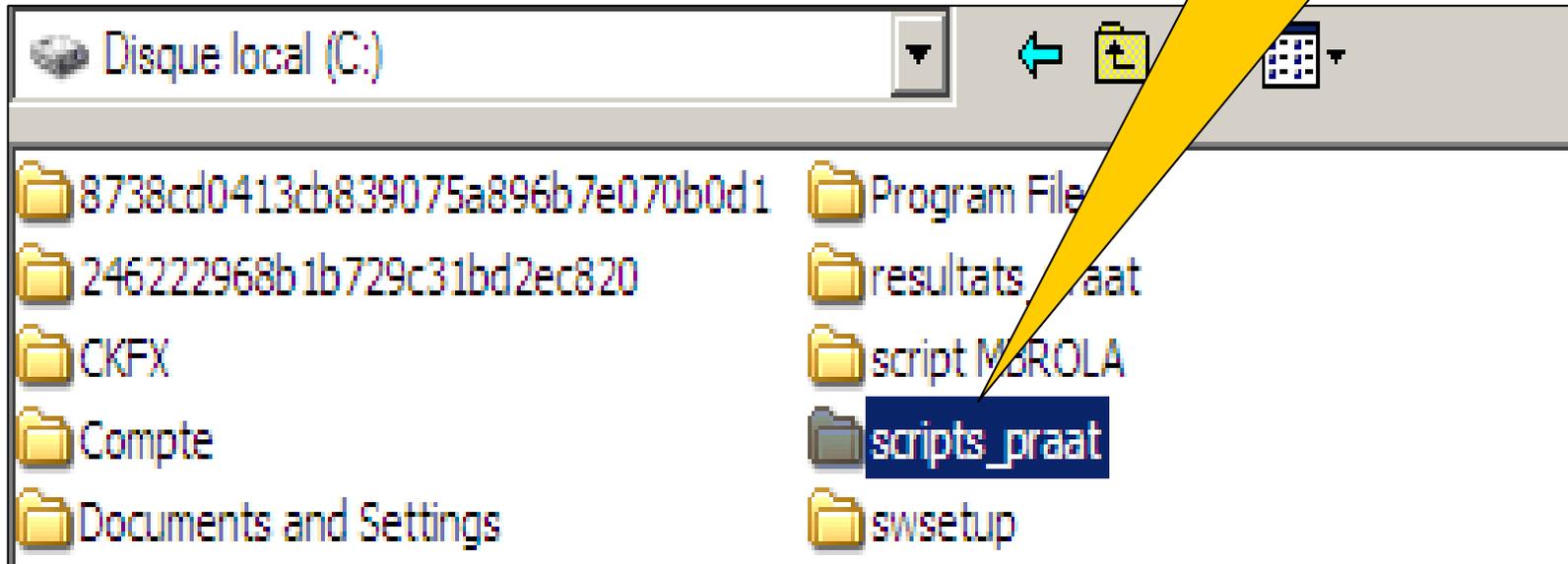
1. Praat
2. Open Praat Script

On va rechercher le script où on l'a enregistré

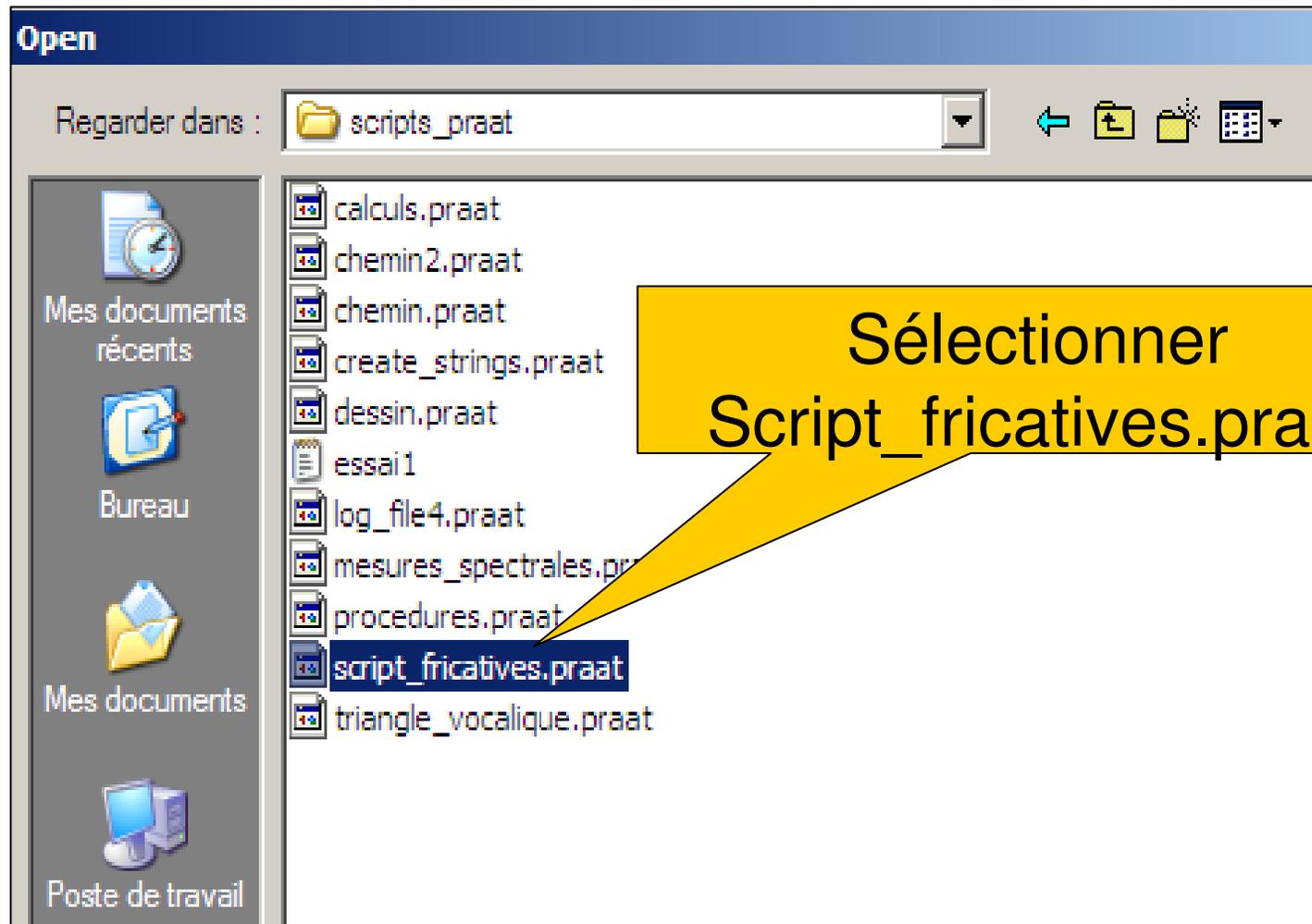
# “Démarrer”...

1. Poste de travail

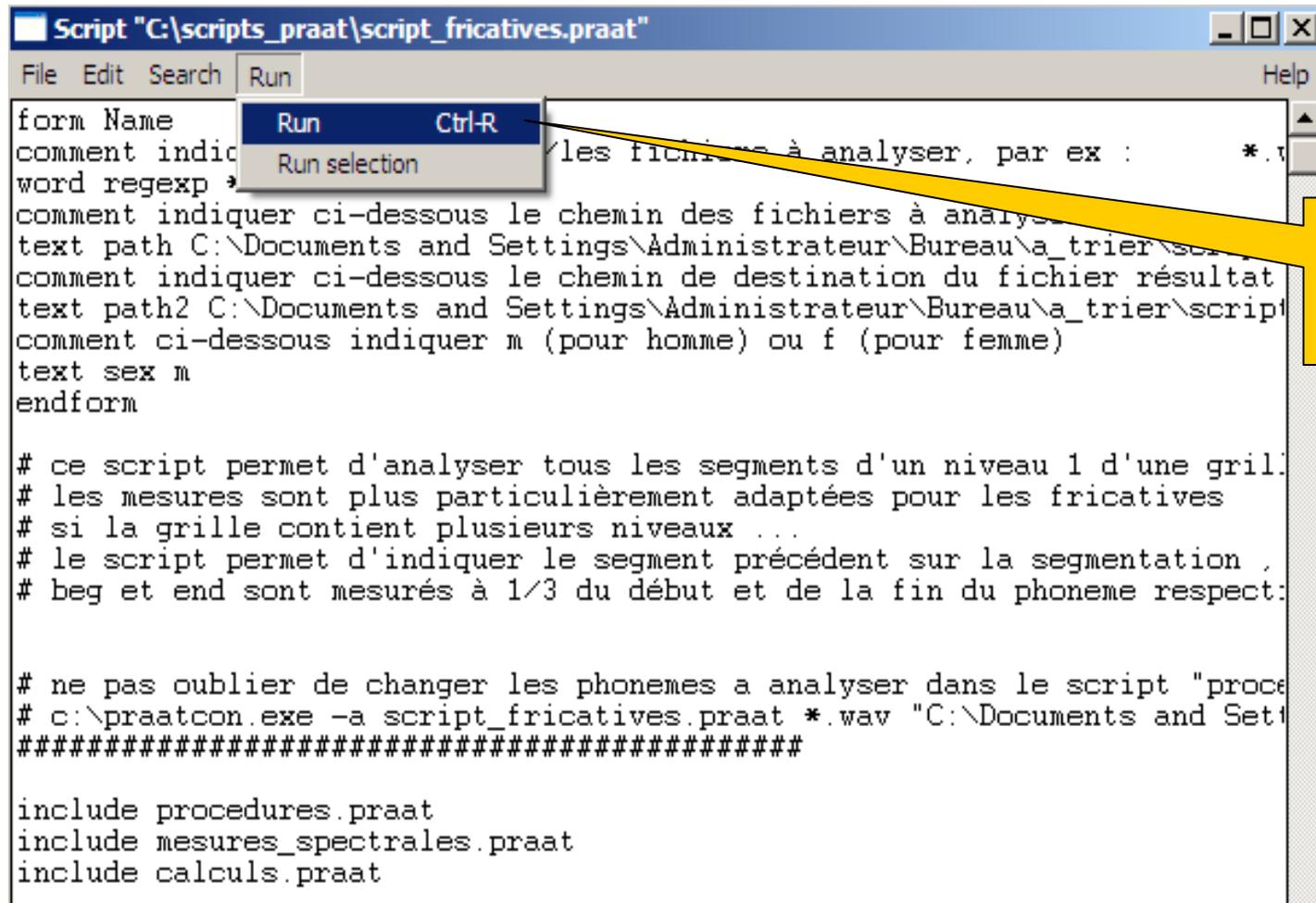




Dossier  
scripts\_praat



# Une nouvelle fenêtre apparaît



1. Run
2. Run

Les caractéristiques du son à analyser

Où se situent les sons à analyser

Où on veut que soit mis le fichier résultat

m= homme  
f= femme

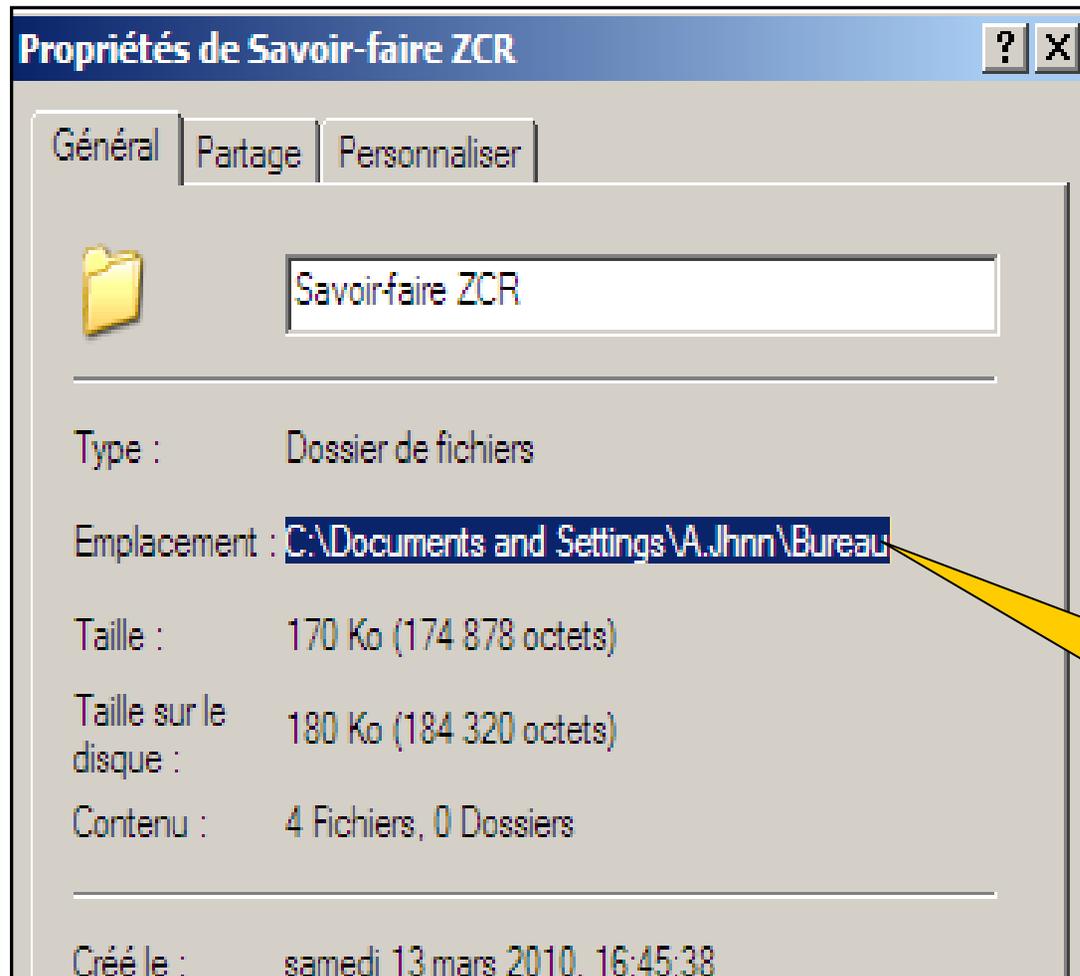
The image shows a screenshot of a software dialog box with several input fields and buttons. The dialog box has a title bar with a close button (X) in the top right corner. The main area contains the following elements:

- A text label: "indiquer ci-dessous le/les fichiers à analyser, par exemple \*.wav OU \*ichier.wav"
- A text input field labeled "regexp:" containing the text "\*d.wav".
- A text input field containing the path "C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau\script\_".
- A text label: "indiquer ci-dessous le chemin de destination du fichier résultat"
- A text input field containing the path "C:\Documents and Settings\Administrateur\Bureau\script\_".
- A text label: "ci-dessous indiquer m (pour homme) ou f (pour femme)"
- A text input field containing the letter "m".
- Four buttons at the bottom: "Standards", "Cancel", "Apply", and "OK".

Four yellow callout boxes with black text and pointer tails are overlaid on the dialog box:

- One points to the "regexp:" field with the text "Où se situent les sons à analyser".
- Another points to the "regexp:" field with the text "Les caractéristiques du son à analyser".
- A third points to the first path input field with the text "Où on veut que soit mis le fichier résultat".
- A fourth points to the gender input field with the text "m= homme f= femme".

# Pour être sûr de ne pas se tromper de chemin



1. Clic droit sur le dossier dans lequel vous avez placé les sons
2. Propriétés

**Copier le chemin**

**Coller le chemin**

Enlever le "d" pour que le script analyse tous les sons sans exception

**Coller le même chemin**

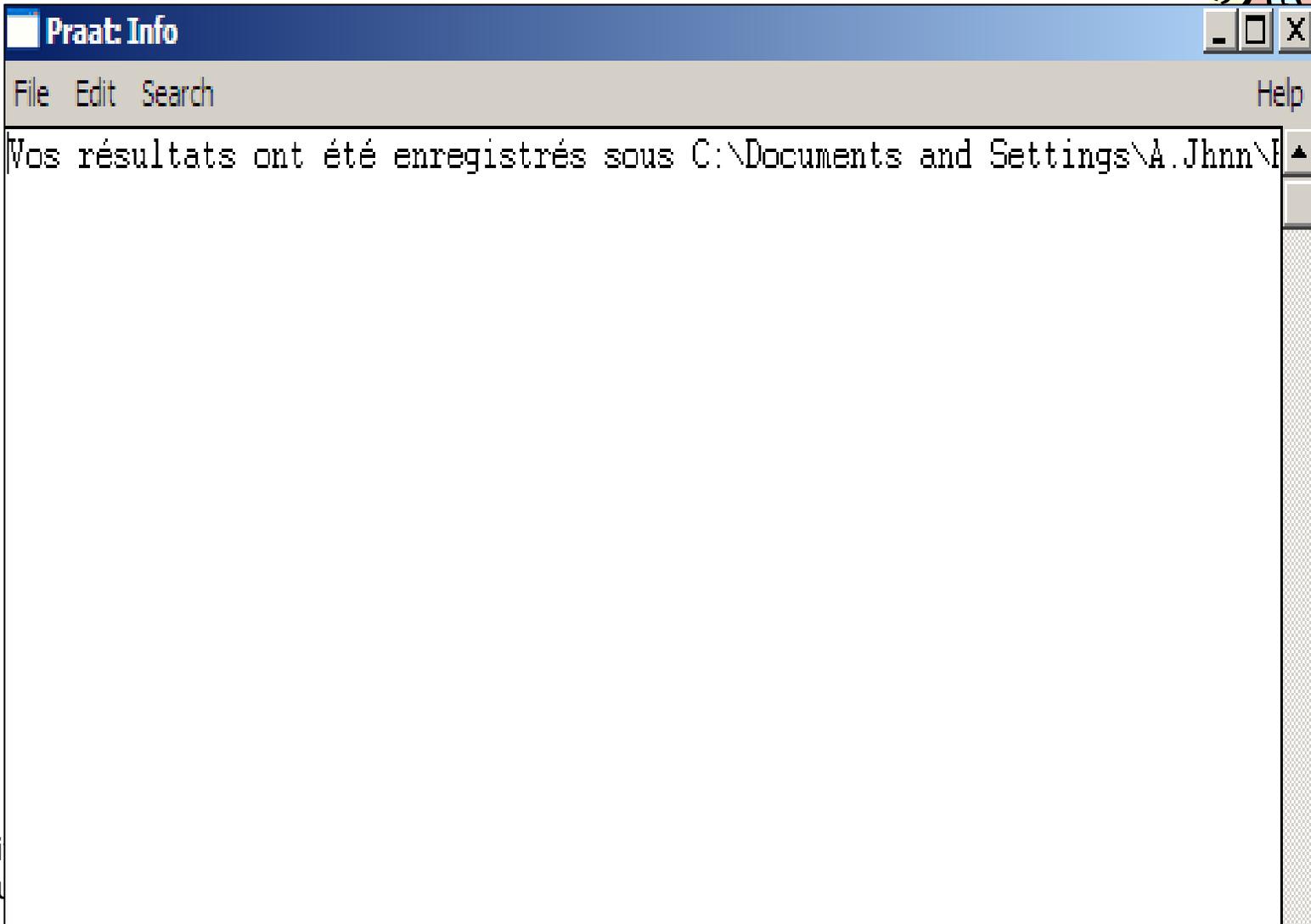
**m = homme**

**OK**

On attend tranquillement que le  
script s'exécute...



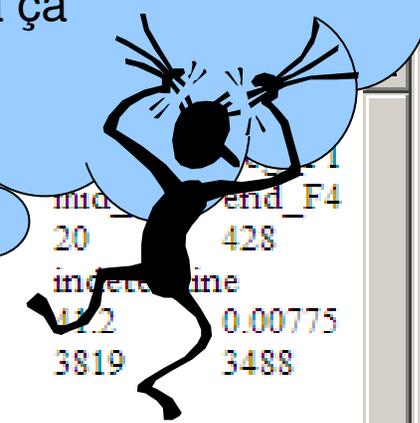
# Les résultats sont servis...



# Quand on ouvre directement le fichier résultats on a

Quelque chose qui ressemble à ça

fic	label	sex	tier2	hnr	cog	zcr	skewness	kurtosis	...	
mid_f0	end_f0	place_p	manner_p	voice_p	place_f	manner_f	voice_f	d...		
fo_norm	tier3	beg_intensite		mid_intensite		end_intensite		intens...	1	
mid_F1	end_F1	beg_F2	mid_F2	end_F2	beg_F3	mid_F3	end_F3	beg...	mid... end_F4	
ar_alex.wav			m	'tier2\$'	--undefined--	50	22	20	428	
641	--undefined--	--undefined--	--undefined--	--undefined--	initial	in...	indeter...			
voyelle	voyelle	sonore	94	3	'fo_norm'	'tier3\$'	42.0	42.6	11.2	0.00775
1157	507	1056	2262	1418	2188	3461	2749	3172	3819	3488
4209										
ar_alex.wav		a	m	'tier2\$'	12	314	578	10	150	589
124	115	107	initial	initial	indetermine	indetermine	indetermine	indetermine		
indetermine		311	3	2	'tier3\$'	67.0	65.6	63.6	0.04008	622
703	698	1454	1434	1221	2559	2531	2478	3856	3758	3753
ar_alex.wav		\ri	m	'tier2\$'	5	1016	1867	2	5	1734
--undefined--	--undefined--	--undefined--	--undefined--	--undefined--	voyelle	voyelle	sonore	final	final	
indetermine		185	3	2	'tier3\$'	51.2	50.3	47.9	0.00946	1381
1306	1298	2489	2479	2422	3496	3312	3299	3912	3887	3953
ar_alex.wav			m	'tier2\$'	22	47	0	20	460	632
--undefined--	--undefined--	--undefined--	--undefined--	--undefined--	indetermine	indetermine	indetermine	indetermine		
indetermine		final	final	indetermine	337	3	2	'tier3\$'	38.6	
40.9	41.5	0.00747	1144	1439	1159	2234	2269	2442	3002	2927
2711	4072	3992	3918							
ar_jean.wav			m	'tier2\$'	10	735	2422	3	10	1915
--undefined--	--undefined--	--undefined--	--undefined--	--undefined--	initial	initial	indetermine	indetermine	voyelle	

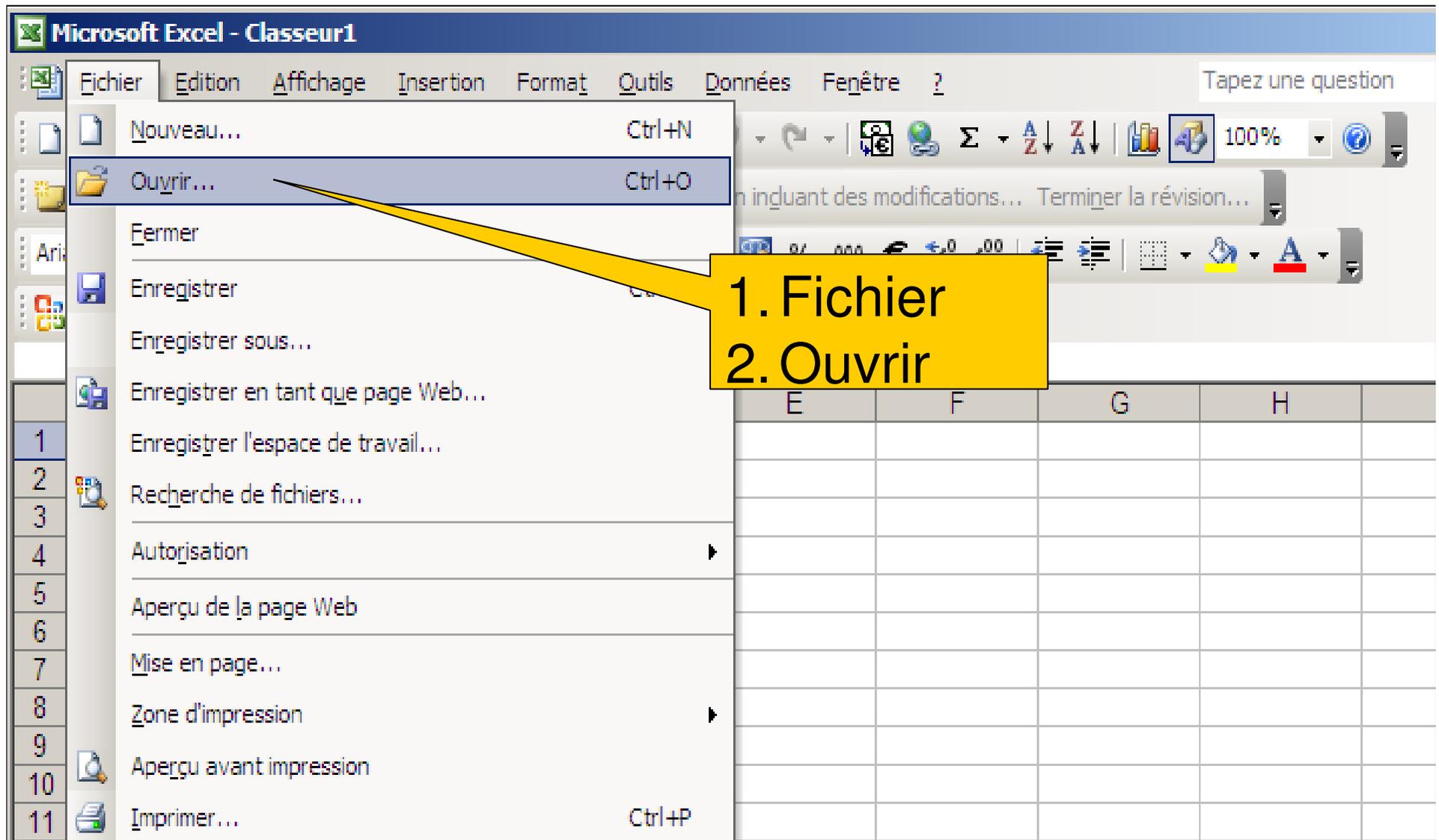


Savoir faire ZCR  
17 mars 2010

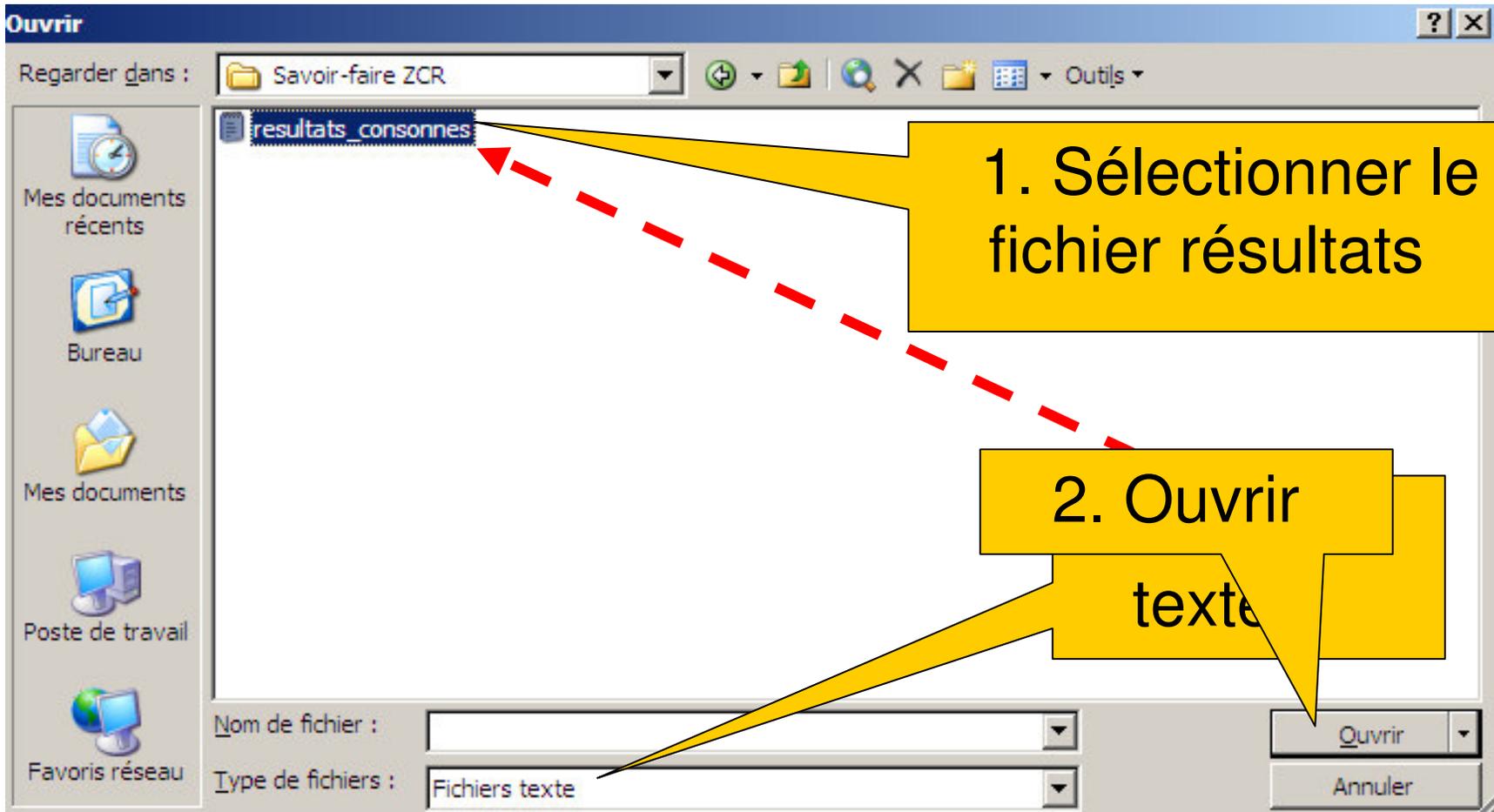
Akpossan Johanne

35

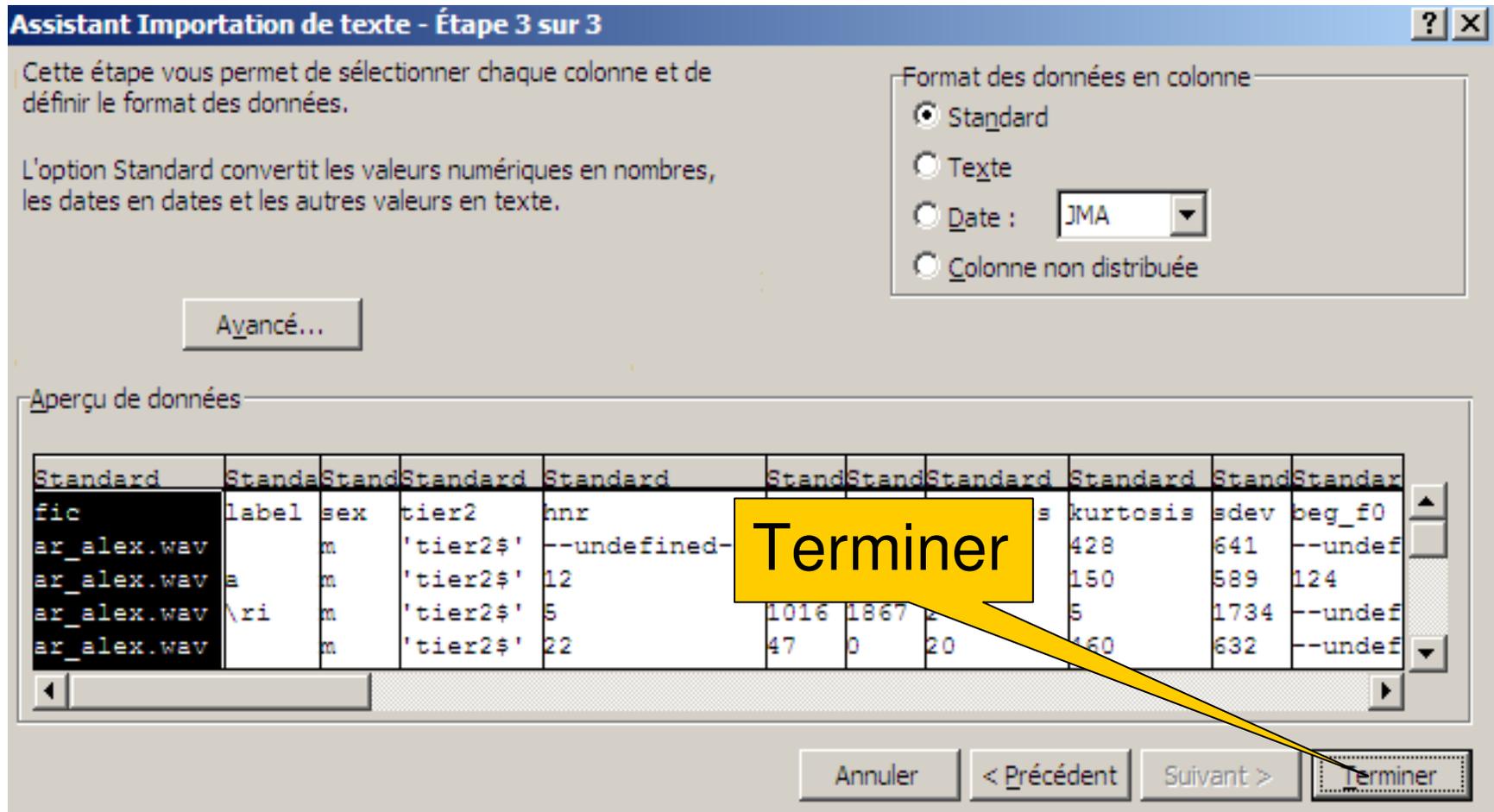
# Créons un tableau sous Excel



# Vous allez chercher le fichier où vous l'avez placé



# Il n'y a plus qu'à...

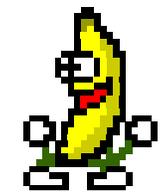


Nom de  
fichier  
analy

Le  
so  
an

Le sexe du  
locuteur

résultats....



A	B	C	D	E	F	G	H	I
fic	label	sex	hnr	cog	zcr	skewness	kurtosis	sdev
ar_alex.wav		m	--undefined--	50	22	20	428	
ar_alex.wav	a	m	12	314	578	10	150	
ar_alex.wav	ri	m	5	1016	1867	2	5	
ar_alex.wav		m	22	47	0	20	460	
ar_jean.wav		m	10	735	2422	3	10	
ar_jean.wav	a	m	15	715	844	7	78	
ar_jean.wav	w	m	10	580	578	9	162	
ar_jean.wav		m	15	1054	2022	2	4	

# (1) HNR

## *Rapport Harmoniques/Bruit*

- Taux de voisement du son
- + HNR élevé → + son voisé

**Le plus  
voisé**

	/r/ Alex	/r/ Jean
HNR	5	10

## (2) COG

### *Centre de gravité*

- Centre de gravité
- Fréquence moyenne du spectre
- + COG élevé → + moyenne des fréquences élevée

	/r/ Alex	/r/ Jean
COG	1016	580

**Dans les plus hautes  
fréquences**

### (3) ZCR

## *Nombre de passages par zéro*

- Taux de friction
- + ZCR élevé → + friction importante

	/r/ Alex	/r/ Jean
ZCR	1867	578

**Le plus fricatif**

## (4) Skewness

### *Coefficient de dissymétrie*

- Dissymétrie de distribution de l'énergie d'un son
- + Skewness élevé  $\rightarrow$  + énergie *distribuée* dans basses fréquences

	/r/ Alex	/r/ Jean
Skewness	2	9

**Concentration d'énergie dans  
des fréquences plus basses**

## (5) Kurtosis

### *Coefficient d'aplatissement*

- Harmonie de la répartition de l'énergie d'un son
- + Kurtosis élevé → - répartition de l'énergie est harmonieuse

	/r/ Alex	/r/ Jean
Kurtosis	5	162

**Energie la plus  
harmonieusement répartie**

# (6) SDev *Ecart-type*

- Diffusion de l'énergie par rapport à la moyenne du spectre
- + SDev élevée → + énergie diffuse

	/r/ Alex	/r/ Jean
SDev	1734	504

**Énergie la plus diffuse**

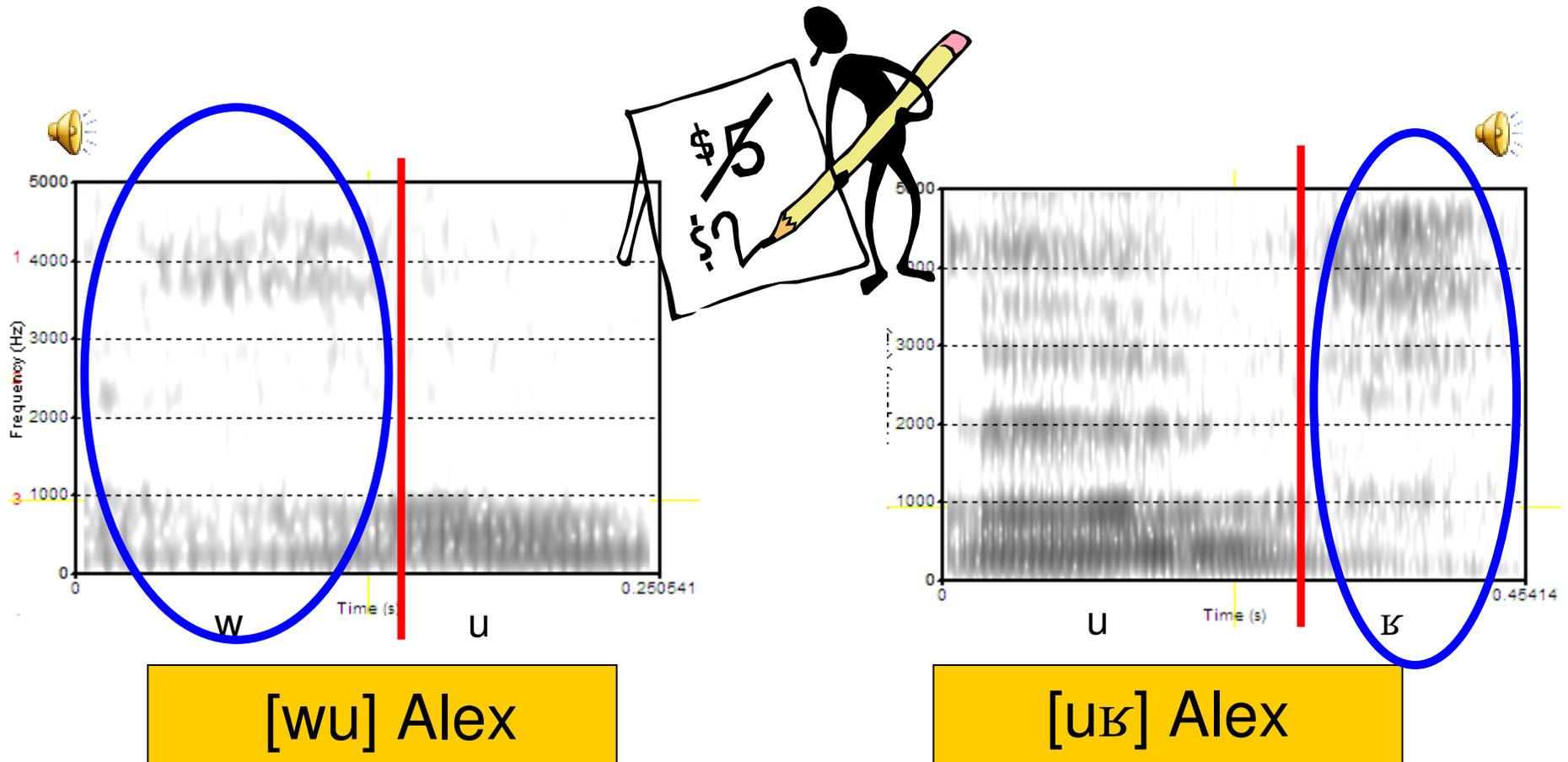
# Des données plus classiques...

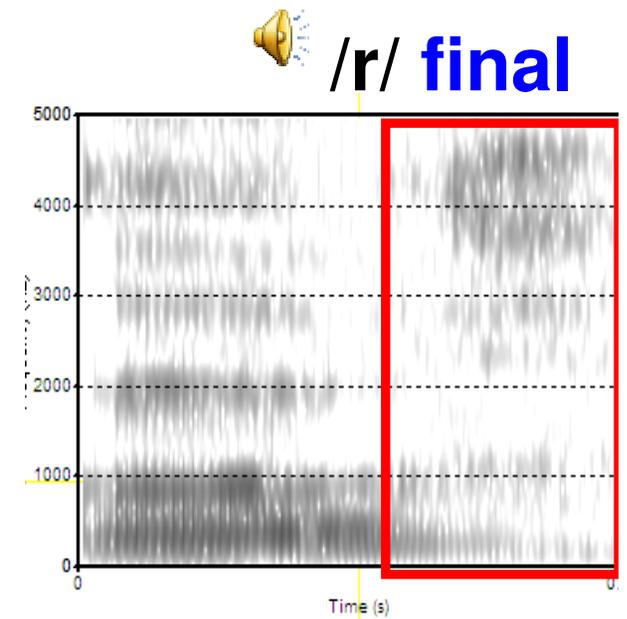
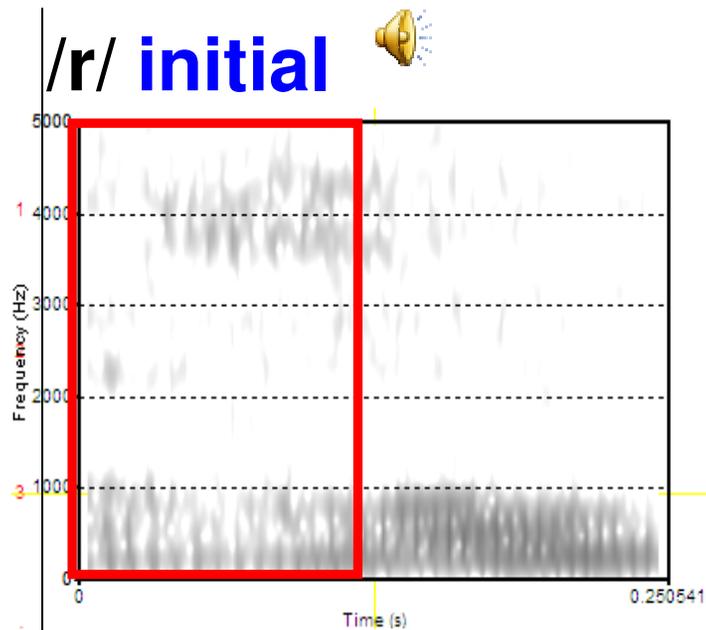
K	L	M	N	O	P	Q	R
beg_f0	mid_f0	end_f0	place_p	manner_p	voice_p	place_f	manner_f
--undefined--	--undefined--	--undefined--	initial	initial	indetermine	voyelle	voyelle
124	115	107	initial	initial	indetermine	indetermine	indetermine
--undefined--	--undefined--	--undefined--	voyelle	voyelle	sonore	final	final
--undefined--	--undefined--	--undefined--	indetermine	indetermine	indetermine	final	final
--undefined--	--undefined--	--undefined--	initial	initial	indetermine	voyelle	voyelle
132	133	137	initial	initial	indetermine	voyelle	glide
160	173	191	voyelle	voyelle	sonore	final	final
--undefined--	430	--undefined--	voyelle	glide	sonore	final	final

etc. ■ ■ ■

- F0 (en début, milieu et fin de segment)
- Lieu d'articulation, mode d'articulation et voisement du son qui précède le son que l'on analyse
- Lieu d'articulation, mode d'articulation et voisement du son qui suit le son que l'on analyse
- Durée
- Intensité
- F1, F2, F3 et F4 (début, milieu et fin de segment)

# Petit exo (1): /r/ position initiale vs. position finale

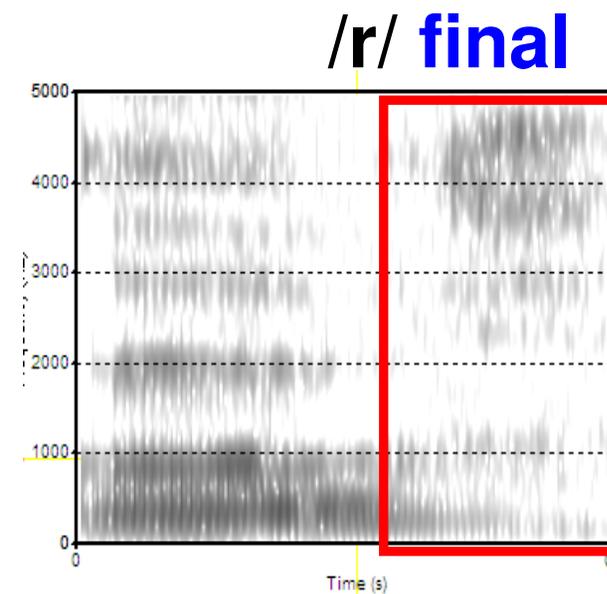
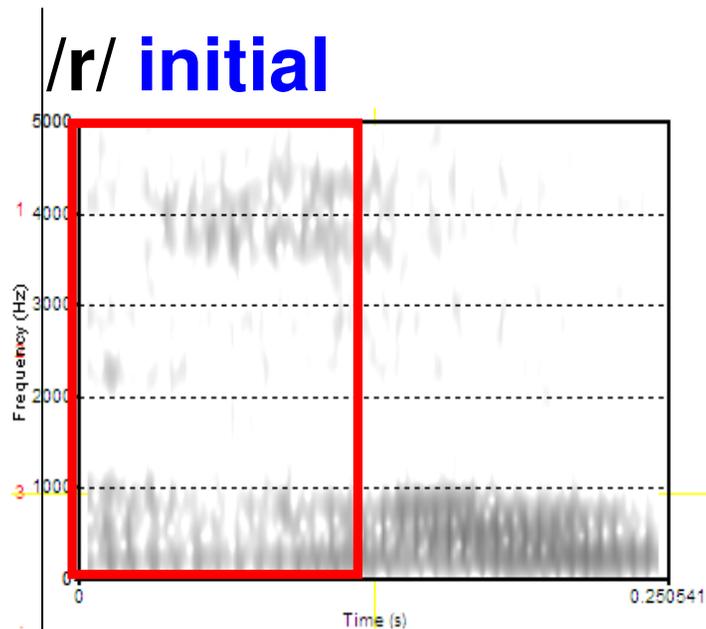




**+ ou -**

HNR		
COG		
ZCR		
Skewness		
Kurtosis		
SDev		

	A	B	E	F	G	H	I	J
1	fic	label	hnr	cog	zcr	skewness	kurtosis	sdev
2	our_alex.wav		16	47	67	22	533	570
3	our_alex.wav	u	14	340	400	16	348	379
4	our_alex.wav	\ri	10	382	1111	5	38	1225
5	our_alex.wav		18	51	200	20	444	642
6	rou_alex.wav		13	44	178	24	628	544
7	rou_alex.wav	w	11	150	556	16	303	633
8	rou_alex.wav	u	17	223	200	31	1876	218
9	rou_alex.wav		20	48	0	20	439	614
10								



HNR	+	-
COG	-	+
ZCR	-	+
Skewness	+	-
Kurtosis	+	-
SDev	-	+
Software ZCR		

# Petit exo (2): Quel type de son se cache derrière ces chiffres?



hnr	cog	zcr	skewness	kurtosis	sdev
14	340	400	16	348	379

# Réponse: un [u] (voyelle compacte dans les basses fréquences)

	hnr	cog	zcr	skewness	kurtosis	sdev
our alex.wa u	14	340	400	16	348	379

Merci de votre attention