

Types de signaux:

- Ton purs (sinusoïdes)
- Périodiques
- Quasi-périodiques
- Impulsion

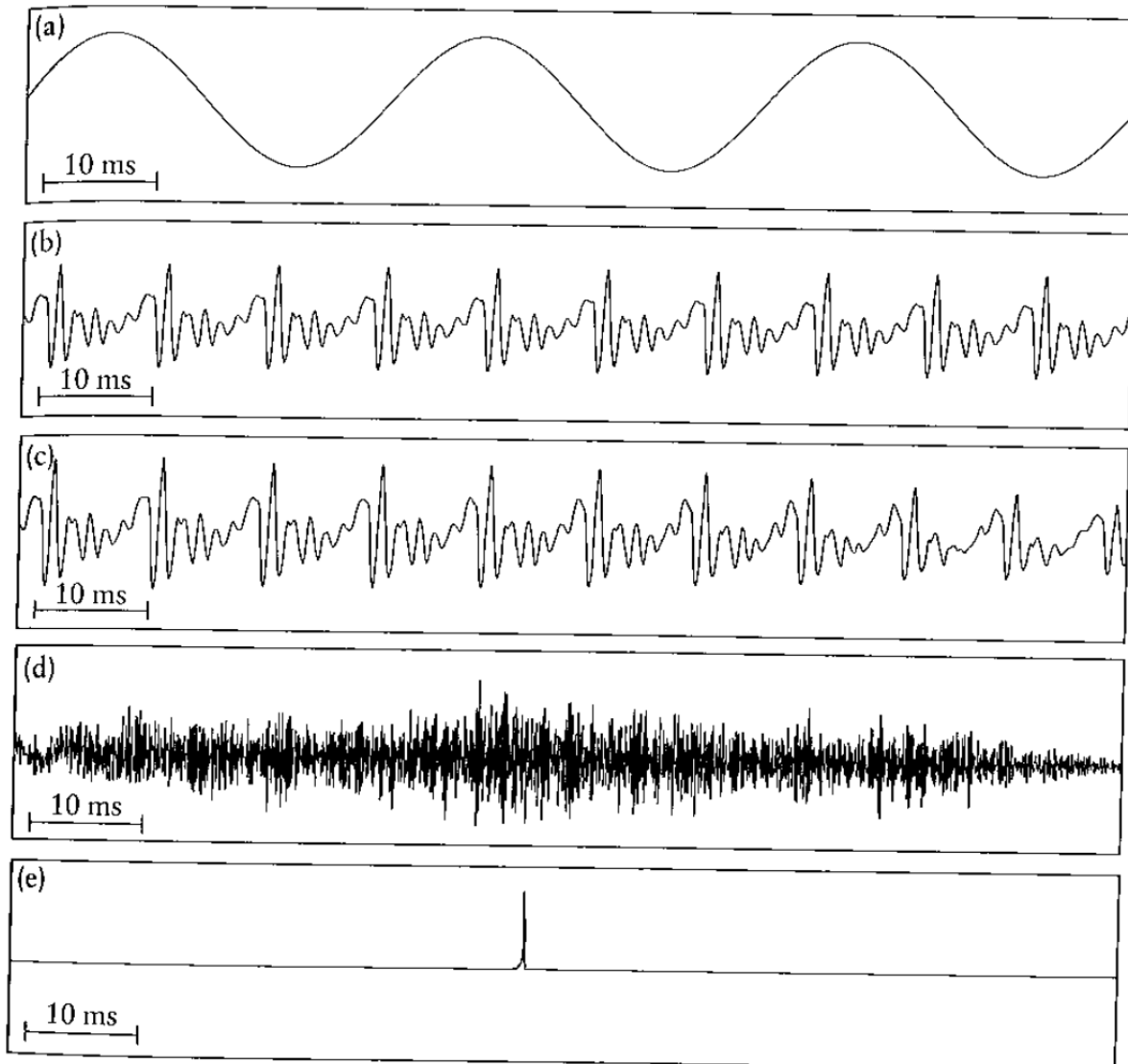


Figure 8.5 Five different types of signals: (a) pure tone, (b) periodic signal, (c) quasi-periodic signal, (d) noise, and (e) impulse. Only (a) and (b) are purely periodic signals; (c) is quasi-periodic, and (d) and (e) are non-periodic signals.

Dans la parole – quasi-périodiques.

Change constamment. Deux périodes consécutives ne sont jamais identiques (a et b)

Dans la parole on a une alternance des quatre types de signaux.

Pour un signal périodique on peut calculer le spectre basé sur une période, par la transformée de Fourier :

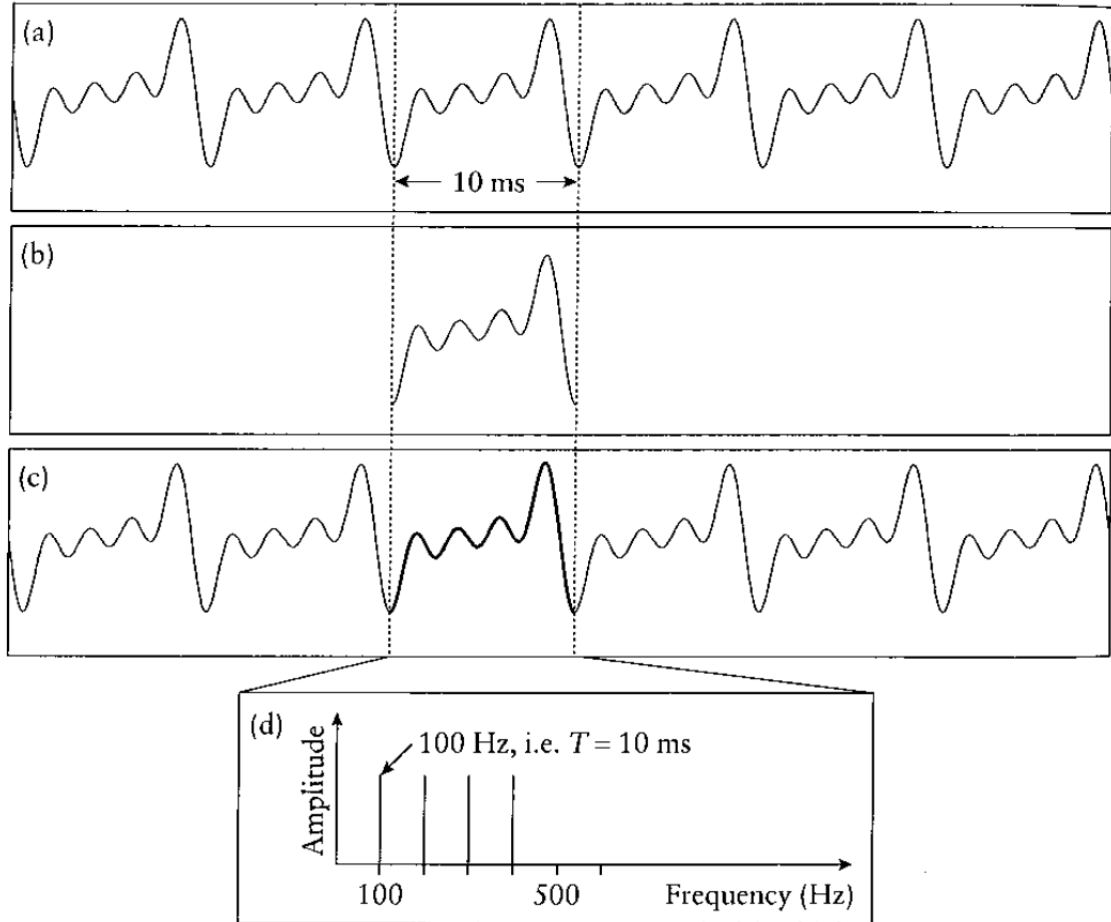


Figure 8.15 A periodic signal (a) can be fully reconstructed (c) on the basis of a single period (b). The spectrum (d) shows the harmonics of the signal in (c), which are identical to those of the original signal (a).

La fenêtre

Si la fenêtre ne correspond pas à une période, le spectre résultant a des distorsions.

Il faut diminuer l'amplitude du signal aux bordures de la fenêtre et garder l'amplitude entière du signal au milieu seulement. Ce sont les rebonds d'amplitude aux bordures qui créent les distorsions (les flèches).

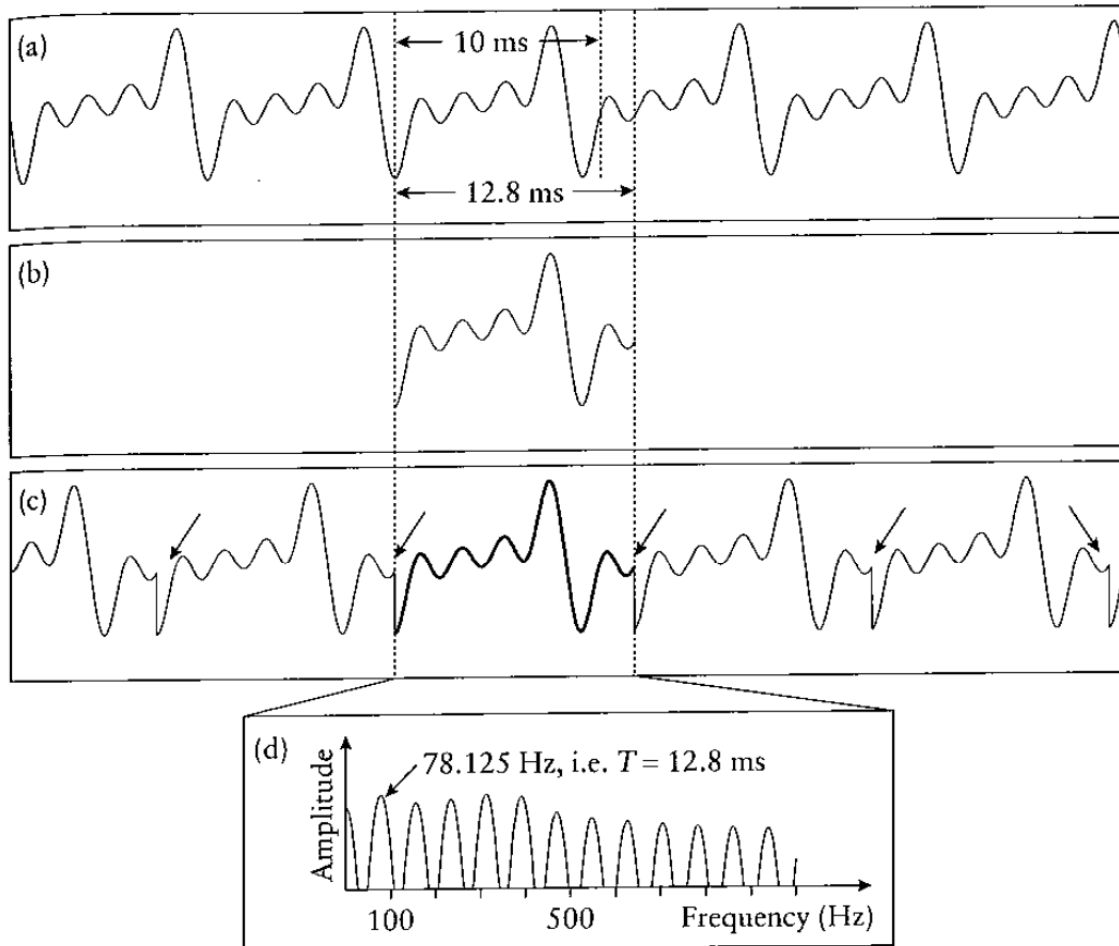


Figure 8.16 A signal stretch, which does not exactly match a period (b), is cut out (excised) of a periodic signal (a). If this stretch is replicated, the periods of the resulting signal (c) have the duration of the excised segment.

Adoucissement (*smoothing*)

Types de fenêtres :

- Hann(ing)
- Hamming
- Plus larges ; meilleures pour bande étroite, mais peuvent introduire des distorsions

- Blackman
- Kaiser
- Plus étroites, moins de distorsions

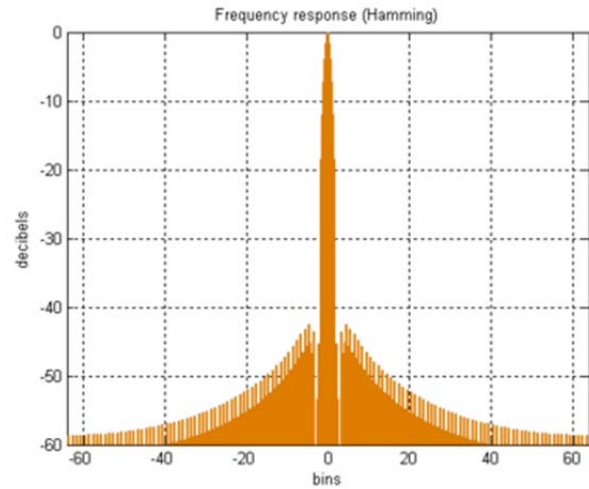
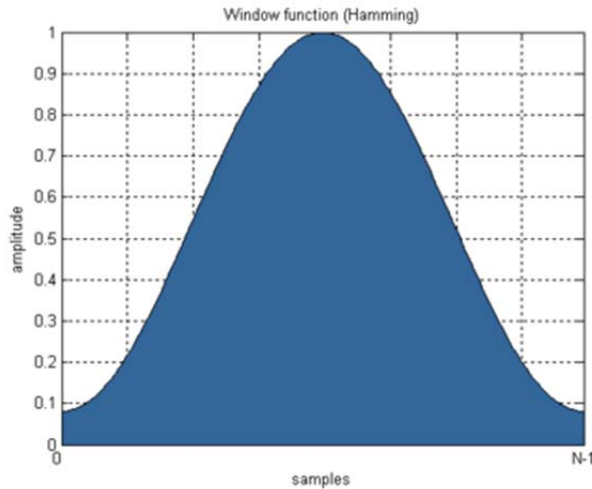
(PM – figure 4.7 pour un son pur)

La forme idéale de la fenêtre :

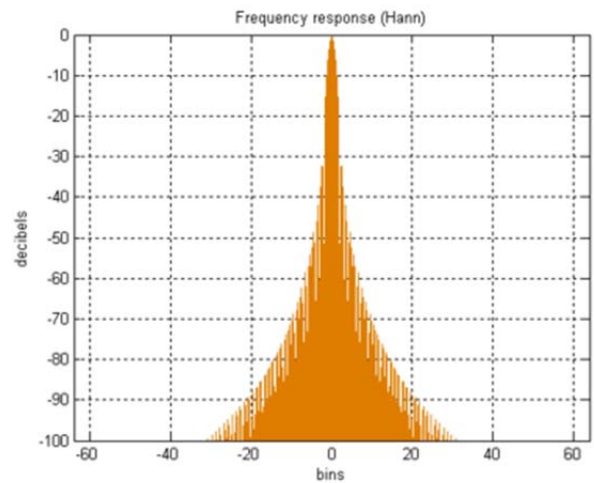
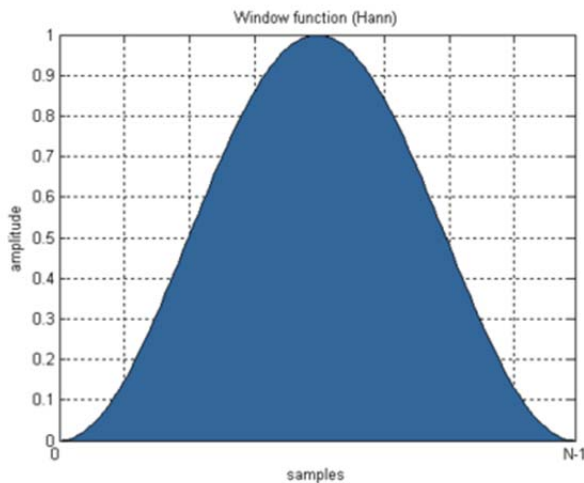
- Ne pas s'agrandir brusquement aux bordures

- Ne pas s'agrandir trop lentement, car une trop grande partie du signal sera supprimée et ne sera pas incluse dans l'analyse

Une fenêtre rectangulaire va donner des fréquences très hautes tout au début et à la fin du signal. Le signal résultant aura donc des fréquences hautes, alors que ce n'est pas le cas pour le signal original. C'est pour cela qu'en général on utilise une fenêtre de type Hamming :



ou Hanning :

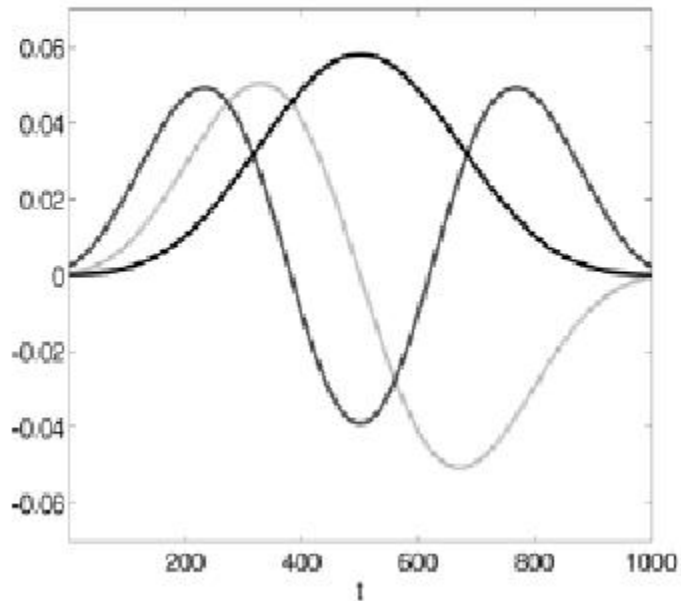


Par contre, ces fenêtres qui s'agrandissent plus lentement peuvent ne pas capter les fréquences à basse amplitude du début et de la fin de la fenêtre.

Une autre méthode, plus récente [1,2] :

- utiliser plusieurs fenêtres superposées de différentes formes – *multitaper analysis*
- on calcule la moyenne sur les FFT obtenus pour chaque fenêtre

Les fenêtres superposées sont des fenêtres sphéroïdales du même type – genre Hamming ou Hanning, mais :



Elles sont elles-mêmes de fréquences différentes. Celle du milieu a un pic, les autres ont un plus grand nombre de pics dans la même période, donc des fréquences plus élevées. Les fenêtres a fréquence plus haute vont placer des pics sur les côtes, donc on s'assure de ne pas rater les fréquences des côtes, tout en gardant une forme « adoucie » (un agrandissement graduel).

Dans Matlab (signal processing toolbox) l'algorithme d'analyse spectrale *multitaper* utilise huit fenêtres.

La durée de la fenêtre :

- Détermine la résolution fréquentielle (spectrale)
- Durée plus longue = résolution spectrale plus grande
- Durée plus petite = résolution spectrale plus petite (inverse de la résolution temporelle)

Durée de la fenêtre = $T = 1/F$

10 ms (.01s)

$F = 1/(1/100) = 100\text{Hz}$

20 ms (.02s)

$F = 1/(2/100) = 50\text{Hz} \rightarrow$ valeurs des harmoniques plus rapprochées

Fenêtre plus petite – réglage bande large – pour éléments brefs (relâchements des occlusives, transitions formantiques rapides). Brouille les harmoniques, faisant ressortir les zones d'harmoniques de plus grande amplitude (les formants). Pulsations de la glotte = verticales

Fenêtre plus grande – réglage bande étroite ; on voit mieux les harmoniques

Une fenêtre doit contenir au moins un cycle laryngé :

Homme 15 ms

Femme 7 ms (au moins)

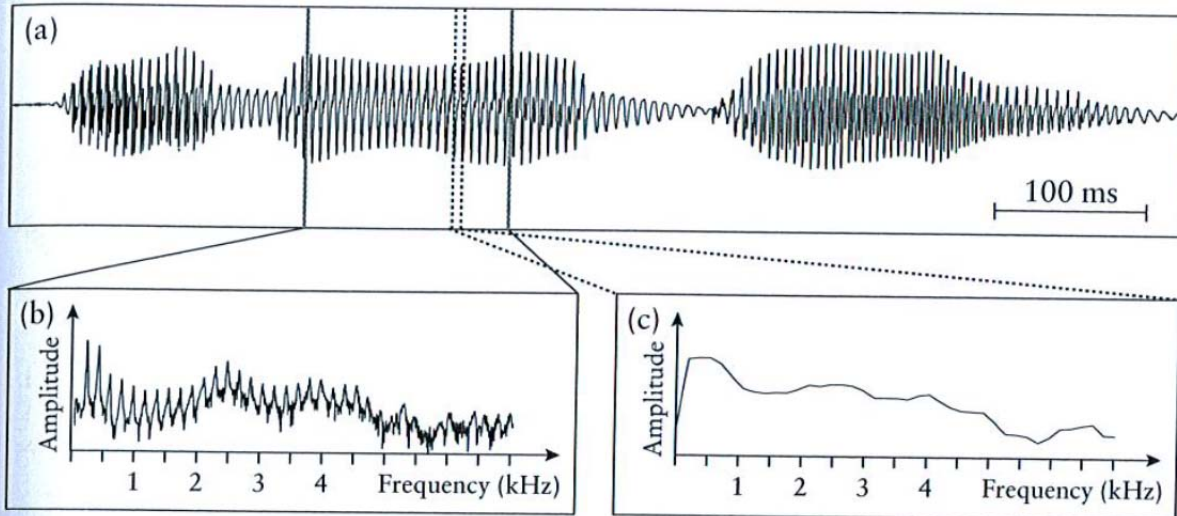


Figure 8.19 The influence of window size on the spectral (frequency) resolution. The spectrum to the left (b) is calculated with a window of 102.4 ms. The spectrum to the right (c) has been calculated with a window of 2.56 ms.

Analyse de Fourier sépare l'amplitude des composantes harmoniques de leur phase, pour chaque échantillon contenu à l'intérieur de la fenêtre temporelle d'analyse.

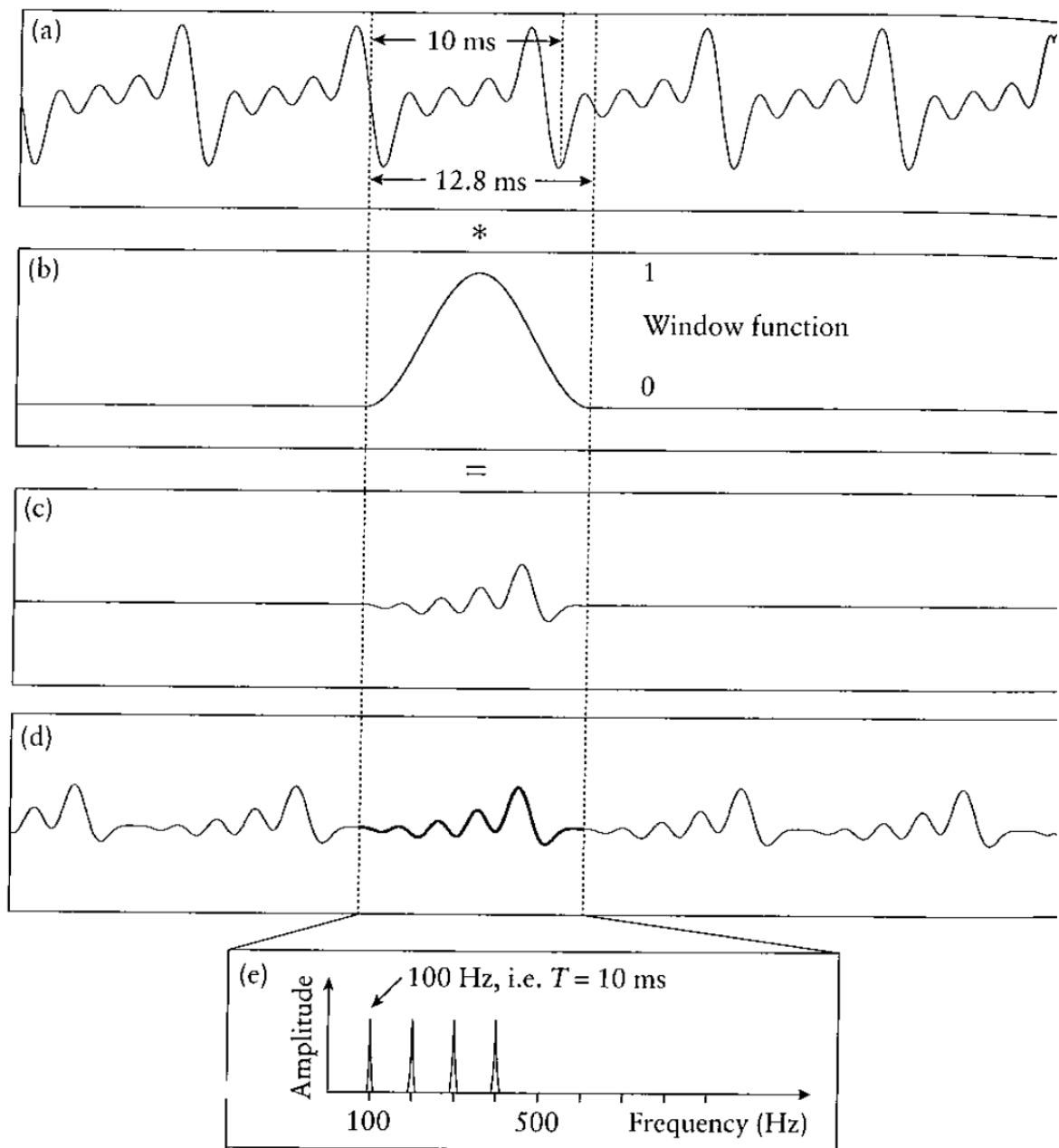


Figure 8.17 Reducing the distortions in the signal analysis by choosing an appropriate window function.

- [1] D.J. Thomson. Spectrum Estimation and Harmonic Analysis. *Proceedings of the IEEE*, Volume 70: 1055-1096. 1982
 - [2] O.S. Blacklock. *Characteristics of variation in production of normal and disordered fricatives, using reduced-variance spectral methods*. Ph.D. thesis, School of ECS, University of Southampton 2004
- Figures de Wikipedia et de Reetz & Jongman 2008