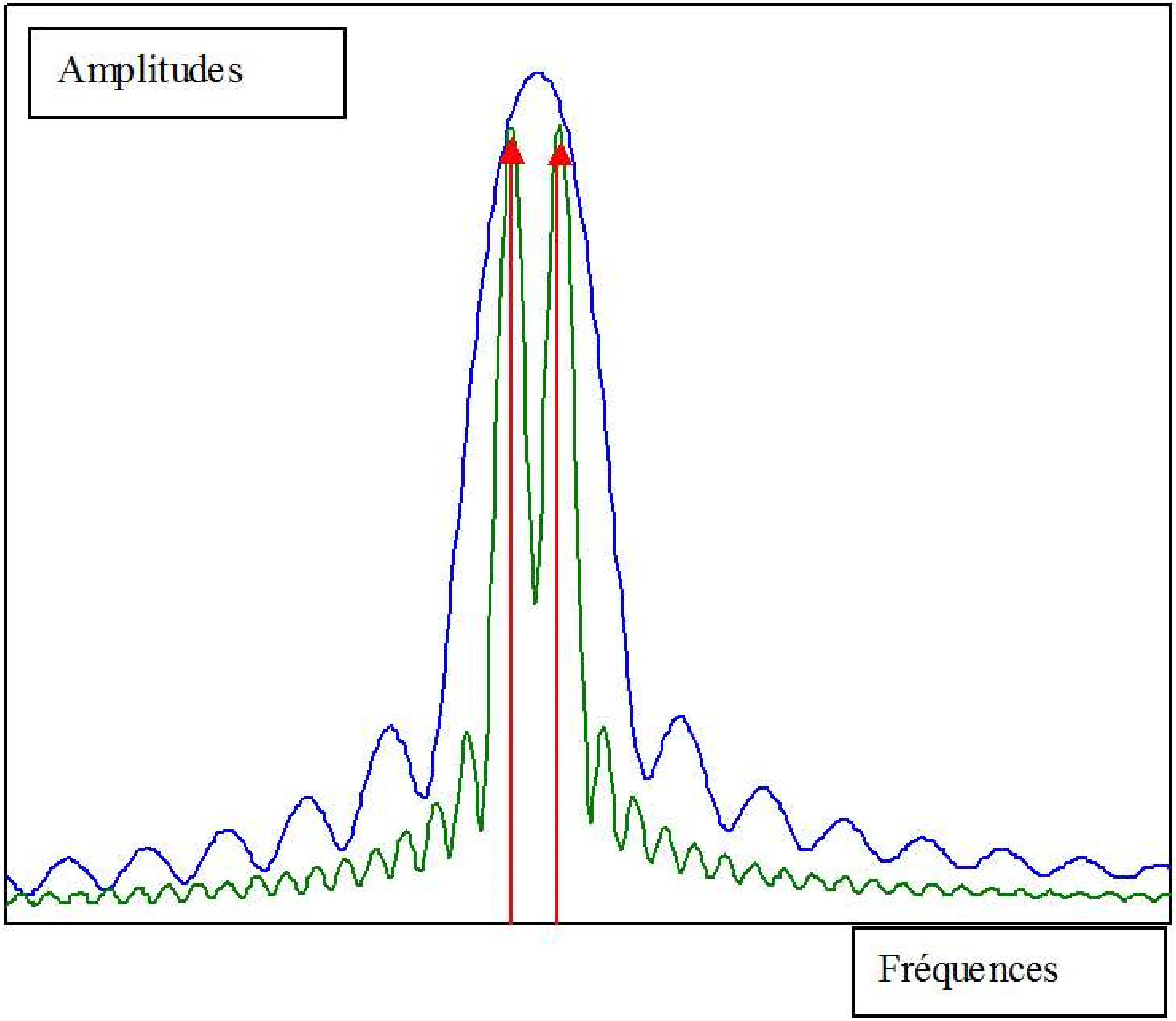
fenêtrage

L'objectif principal (et quasi unique) des fenêtres d'apodisation est d'améliorer la lisibilité des représentations fréquentielles.
... mais Le calcul numérique est réalisé dans le domaine temporel par un produit scalaire (terme à terme) entre le signal et la fenêtre.

$$w[n] = 0 \quad \forall\ n \notin \{0\ldots N-1\}$$
$$x_w[n] = x[n].w[n]$$
$$\widehat{x}_w(f) = \widehat{x}(f) \otimes \widehat{w}(f)$$

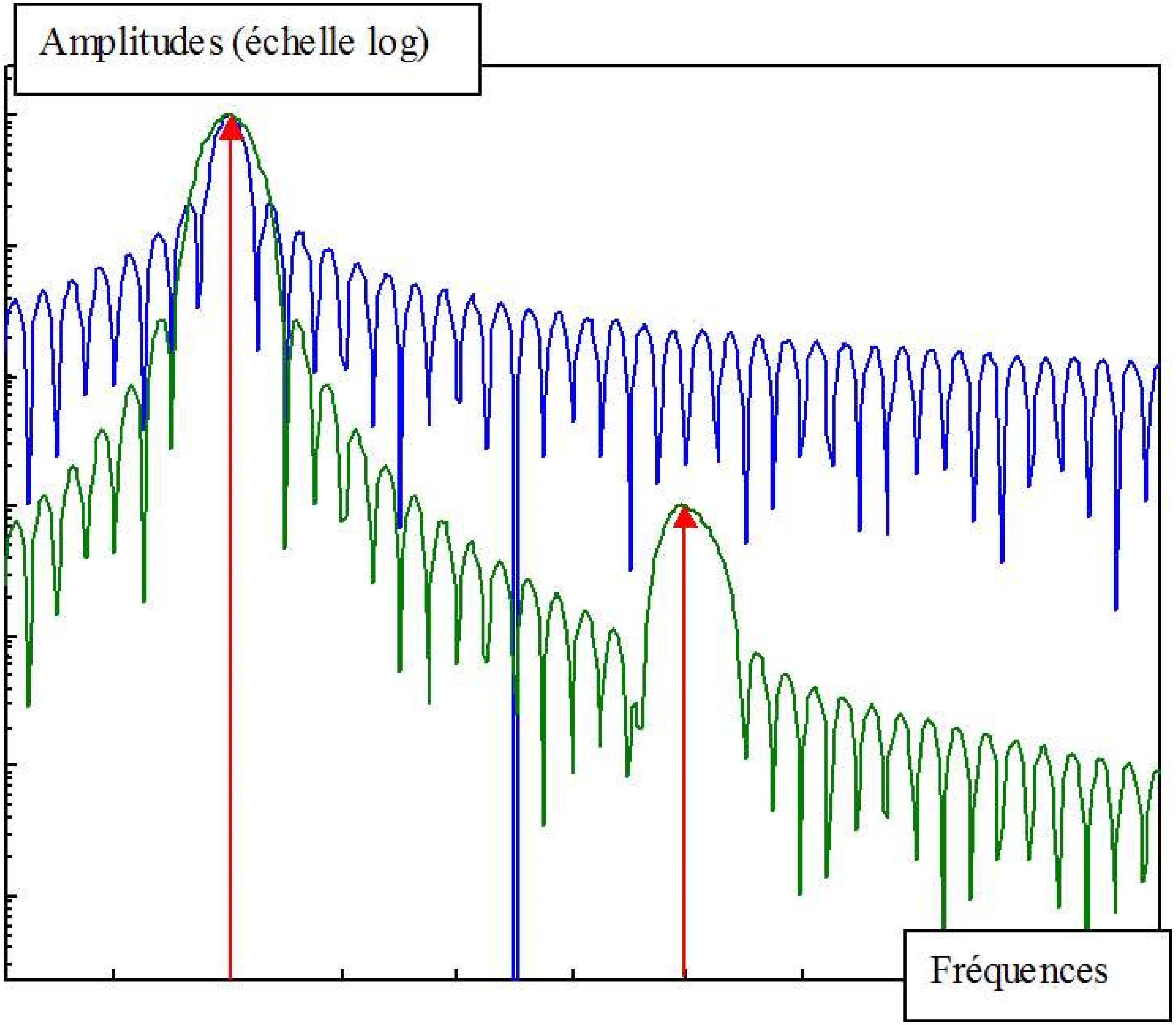
Le fenêtrage est un produit scalaire dans le domaine temporel et un produit de convolution dans le domaine fréquentiel : c'est le contraire pour le filtrage.

Pouvoir séparateur des fenêtres



Rôle de la largeur du lobe principal

Pouvoir de détection des fenêtres

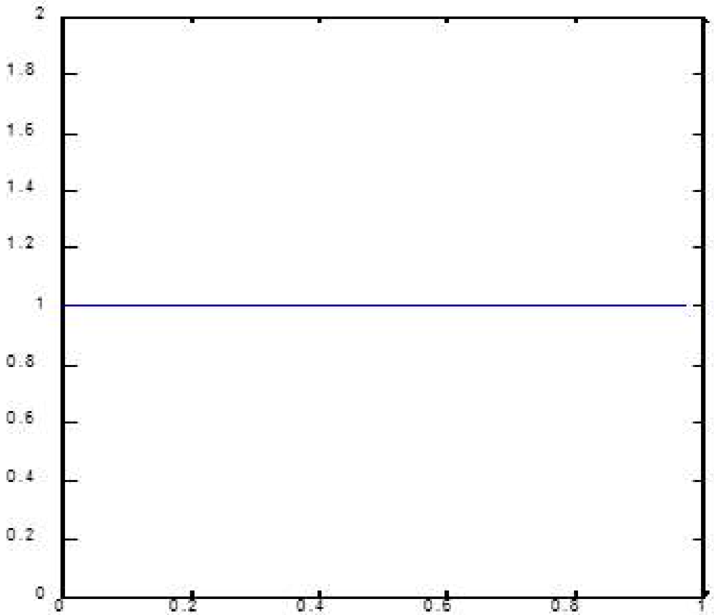


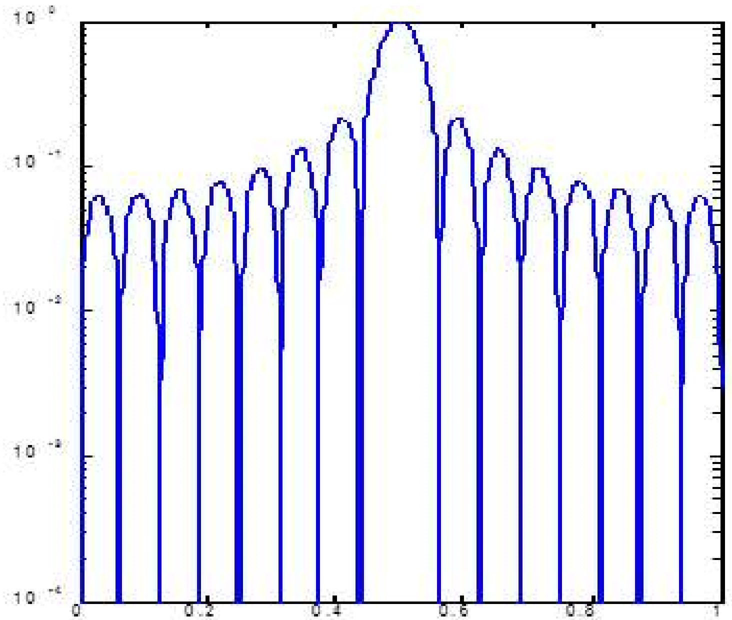
Rôle de la remontée des lobes secondaires

fenêtrage : fenêtre rectangulaire

Fenêtre rectangulaire (Uniforme, boxcar ...transient) :

$$w(t) = 1$$



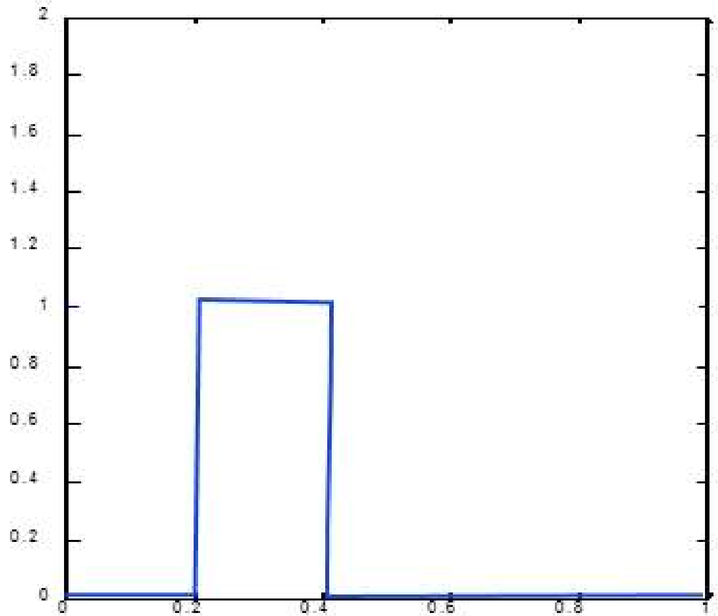


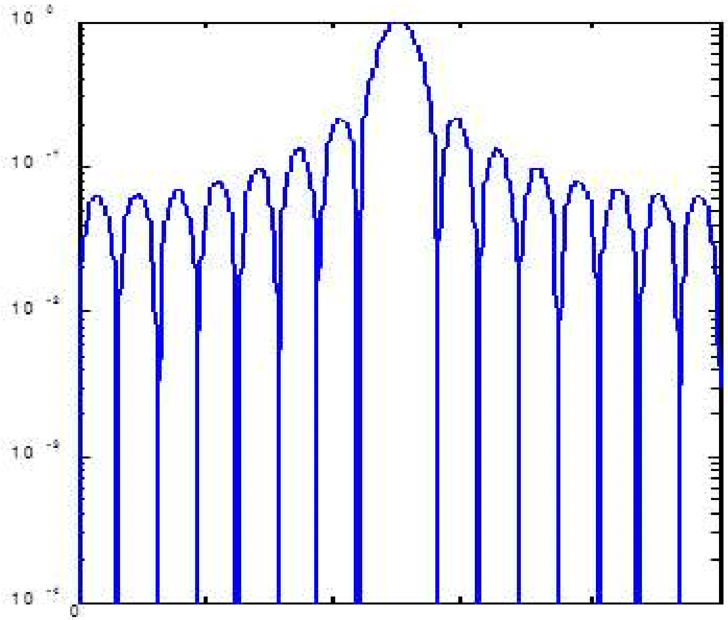
Pour des signaux périodiques de période parfaitement connue.

fenêtrage : fenêtre rectangulaire paramétrée

Fenêtre rectangulaire paramétrée (transitoire, transient ...) :

$$\prod_{\tau}\left(t - t_0 - \frac{\tau}{2}\right)$$



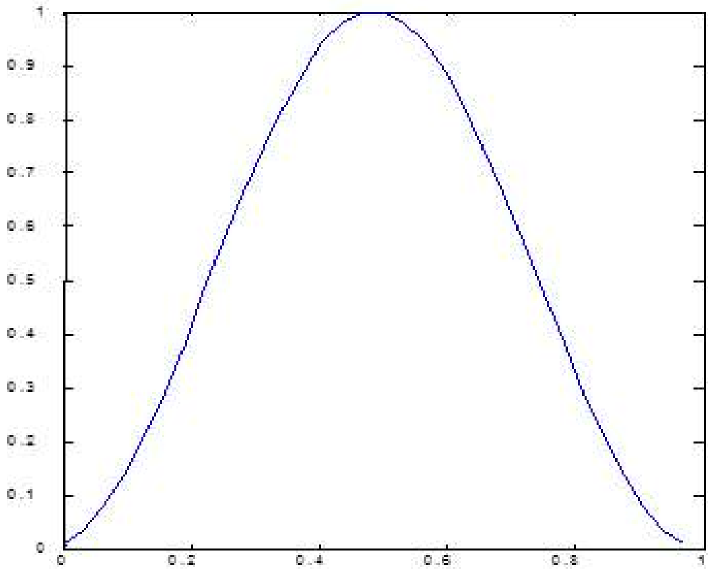


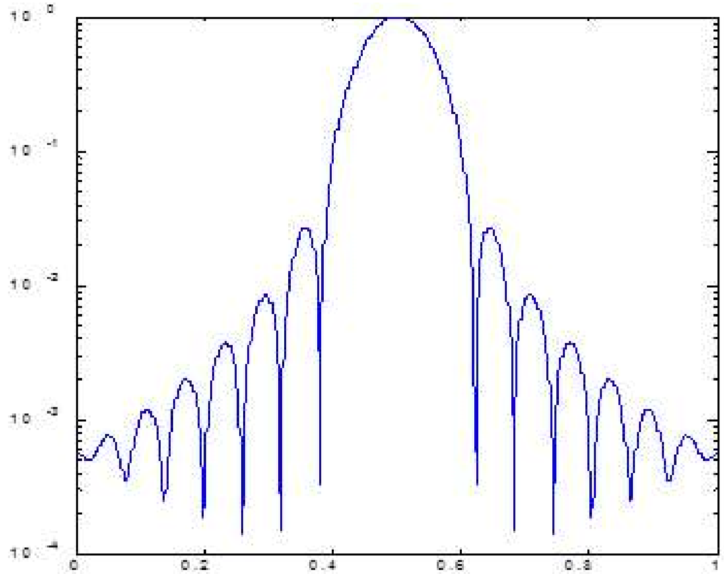
Dans le cas d'un début décalé et d'une longueur différente de la durée d'analyse : signaux transitoires courts, chocs ...

fenêtrage : fenêtre de Hanning 1/2

Fenêtre de Hanning :

$$w(t) = 1 - \cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right)$$

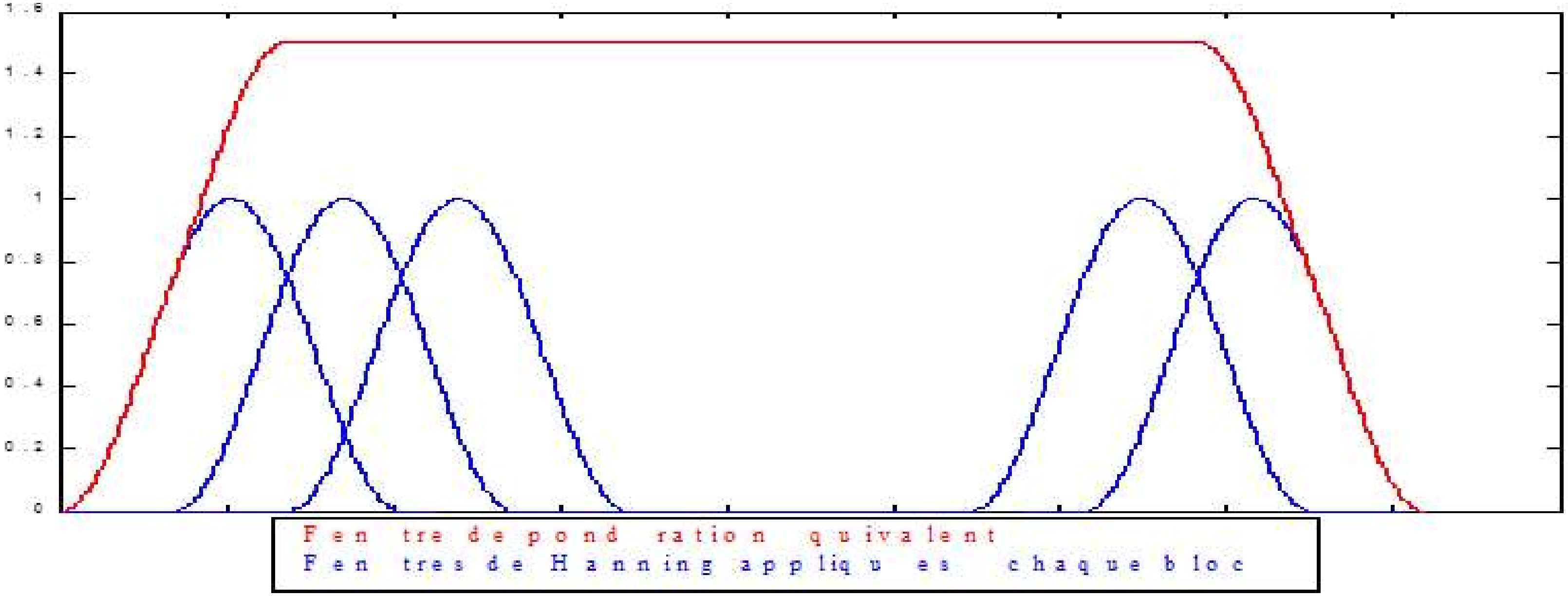




Pour des signaux aléatoires, périodiques de période connue avec incertitude, machines tournantes (... presque tout sauf les transitoires courts)

fenêtrage : fenêtre de Hanning 2/2

Fenêtre de Hanning :

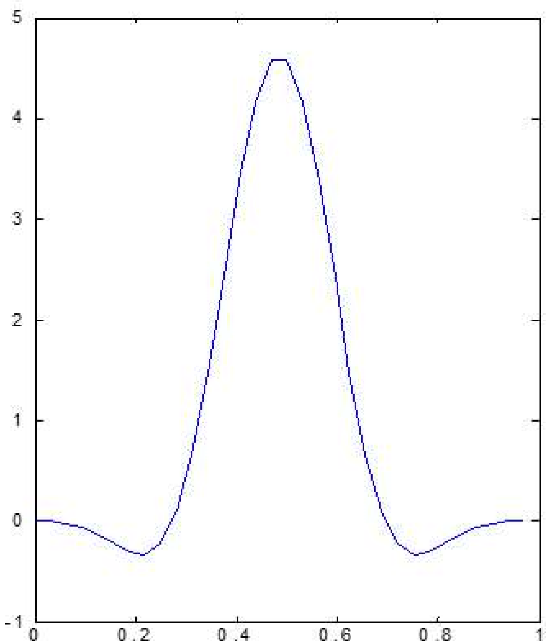


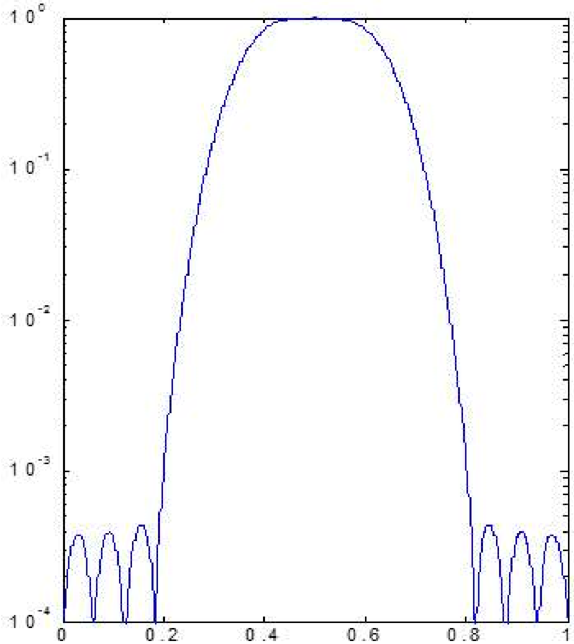
Utilisée avec des techniques de moyennage et de chevauchement de type n/(n+1). Rapidité de convergence vers la partie déterministe. Prise en compte d'évènements isolés (courts).

fenêtrage : fenêtre Flat-Top 1/2

Fenêtre Flattop :

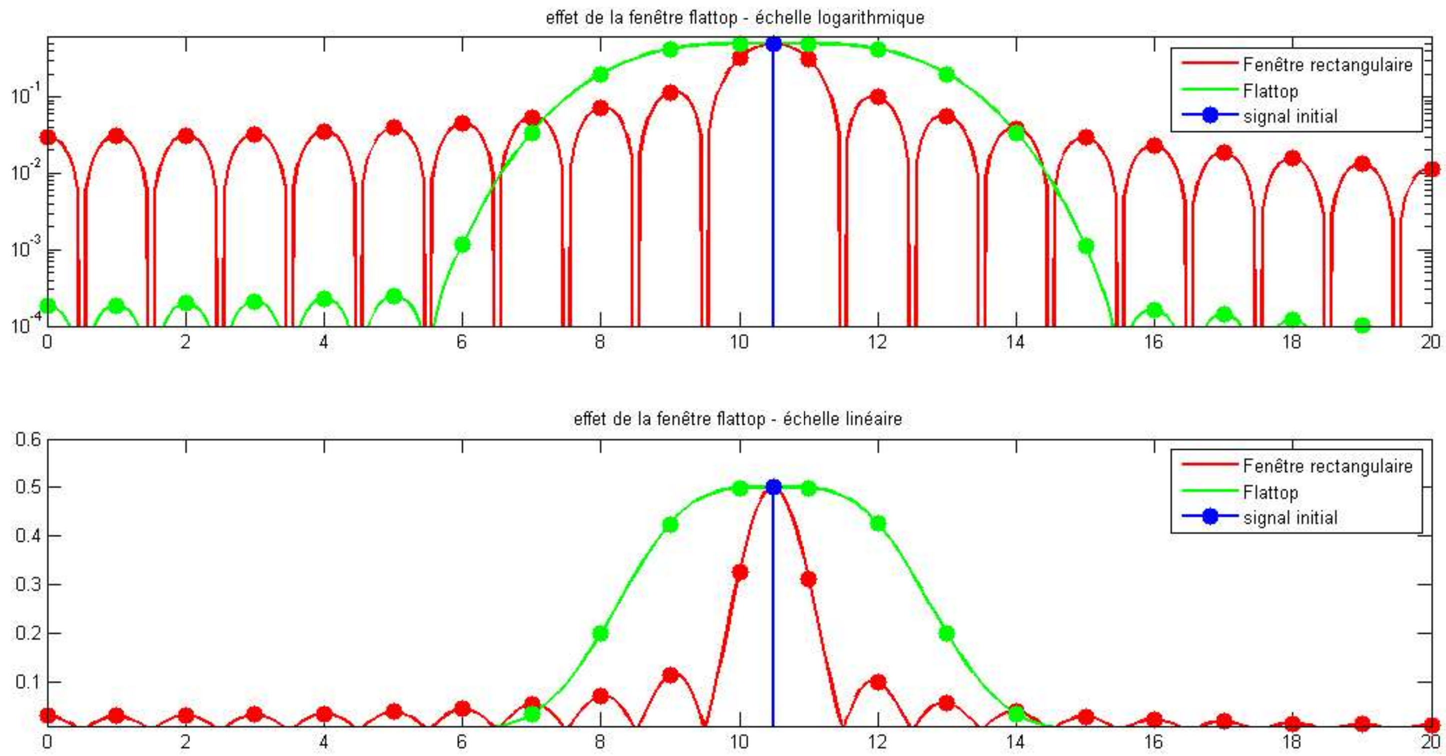
$$w(t) = 1 - 1,93.\cos\left(\frac{2\pi t}{T}\right) + 1,29.\cos\left(\frac{4\pi t}{T}\right) - 0,388.\cos\left(\frac{6\pi t}{T}\right) + 0,0322.\cos\left(\frac{8\pi t}{T}\right)$$





Précision de la mesure d'amplitude pour les signaux périodiques, calibration de capteur, qualification matériel sous excitation périodique de période connue avec incertitude

fenêtrage : fenêtre Flat-Top 2/2

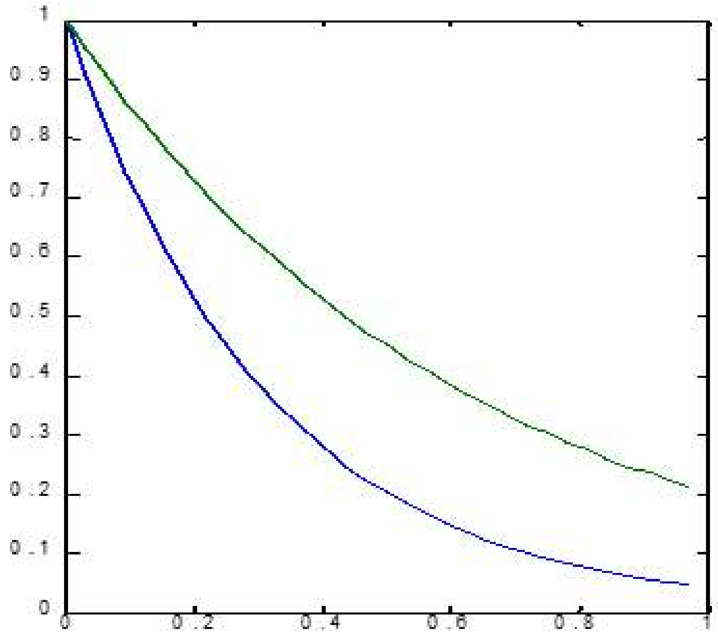


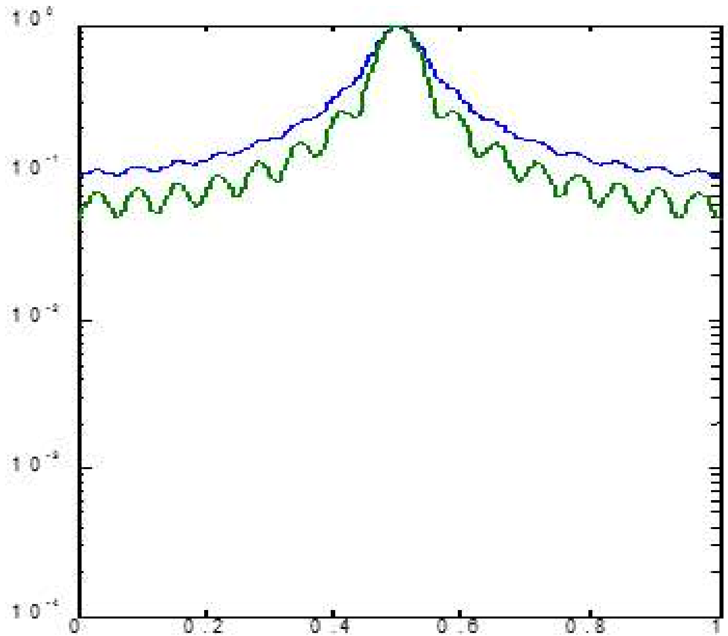
Précision de la mesure d'amplitude pour les signaux périodiques, calibration de capteur, qualification matériel sous excitation périodique de période connue avec incertitude.

fenêtrage : fenêtre Exponentielle

Fenêtre Exponentielle :

$$w(t) = e^{-\delta(t-t_0)}$$





Effet de lissage des FRF. Analyse Modale . Amortissement induit mais pouvant être corrigé.

rappels sur les outils d'analyse des systèmes non idéaux

Les systèmes non idéaux peuvent présenter des non linéarités, des bruits d'observation et des bruits d'état.

Les outils issus de l'analyse des systèmes linéaires

Le spectre unilatéral :

$$Gx[k] = \begin{cases} Sx[k] & pour \;\; k = 0 \\ 2.Sx[k] & pour \;\; 1 \leq k \leq \frac{N}{2} - 1 \\ 0 & pour \;\; \frac{N}{2} \leq k \leq N - 1 \end{cases}$$

(en lien avec le prochain cour sur la transformée de Hilbert)

Processus récursif des "moyennes"

Moyenne linéaire (classique) :

$$\overline{X_n} = \left(1 - \frac{1}{n}\right)\overline{X_{n-1}} + \frac{x_n}{n}$$

Moyenne exponentielle (le droit à l'oubli - réglages, non stationnarité faible, évènements non significatifs isolés) :

$$\overline{X_n} = (1 - \xi)\,\overline{X_{n-1}} + \xi.x_n$$

Mémoire de crête ((Peak hold) - sinus modulés (sweep...), machines tournantes) :

$$\overline{X_n^M} = \max\left\{\overline{X_{n-1}^M}, x_n\right\}$$

Les estimateurs de la fonction de transfert

L'autospectre :

$$\overline{Gxx[k]} = \overline{Gx^*[k].Gx[k]} = \overline{|Gx[k]|^2}$$

L'interspectre :

$$\overline{Gxy[k]} = \overline{Gx^*[k].Gy[k]}$$

H1 :

$$H_1[k] = \frac{\overline{Gxy[k]}}{\overline{Gxx[k]}}$$

H2 :

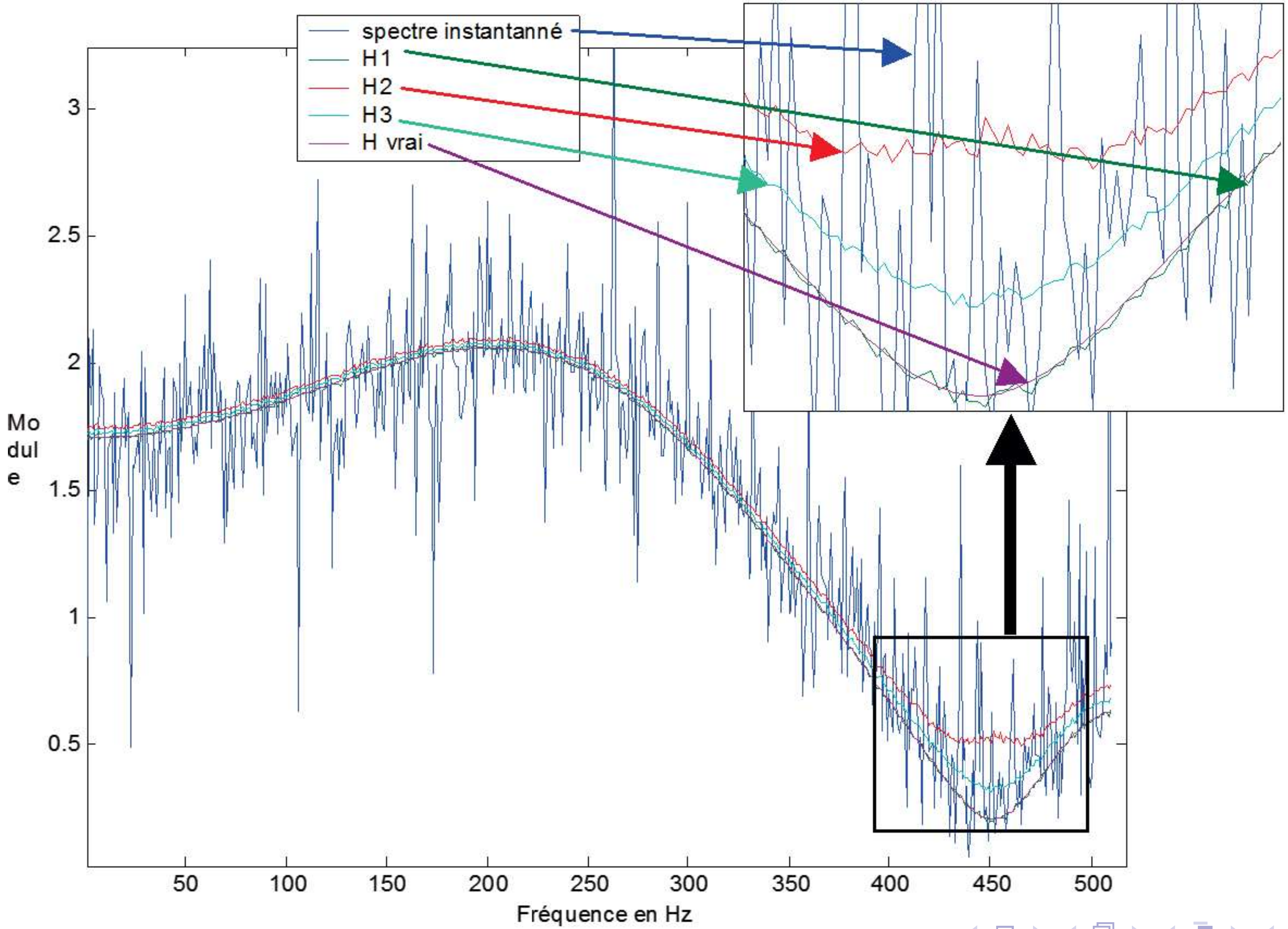
$$H_1[k] = \frac{\overline{Gyy[k]}}{\overline{Gyx[k]}}$$

La Cohérence :

$$\gamma^2[k] = \frac{\left|\overline{Gxy[k]}\right|^2}{\overline{Gxx[k]}.\overline{Gyy[k]}} = \frac{H1[k]}{H2[k]}$$

$$0 \leq \gamma^2[k] \leq 1$$

Les estimateurs de la fonction de transfert (démo)



Supervision des estimateurs de la fonction de transfert (démo)