

Les outils MATLAB pour traiter les séries temporelles

**Exemples sur une série du PSMSL :
hauteurs d'eau de la station BREST**

Karine Le Bail – IGN/ENSG/LAREG

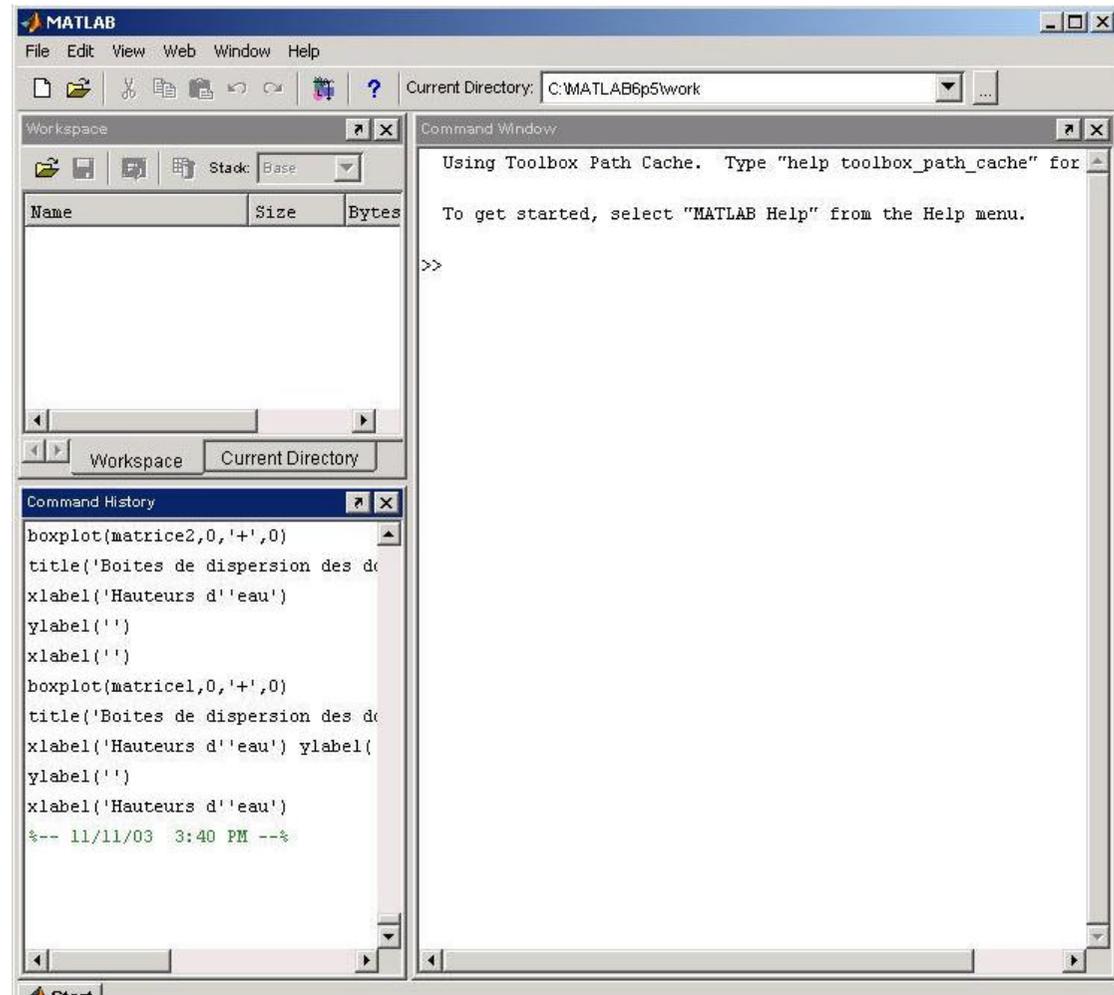
Champs Sur Marne

PLAN de la présentation

- Présentation succincte de MATLAB
- Les boîtes à outils par défaut
- La boîte à outils TSA (Time Series Analysis)

MATrix LABoratory (MATLAB)

- Environnement de calcul matriciel simple, efficace, interactif et portable
- Programmation aisée
- Organisation par « toolbox » (stats, wavelet, signal, splines, map,...)
- Développement

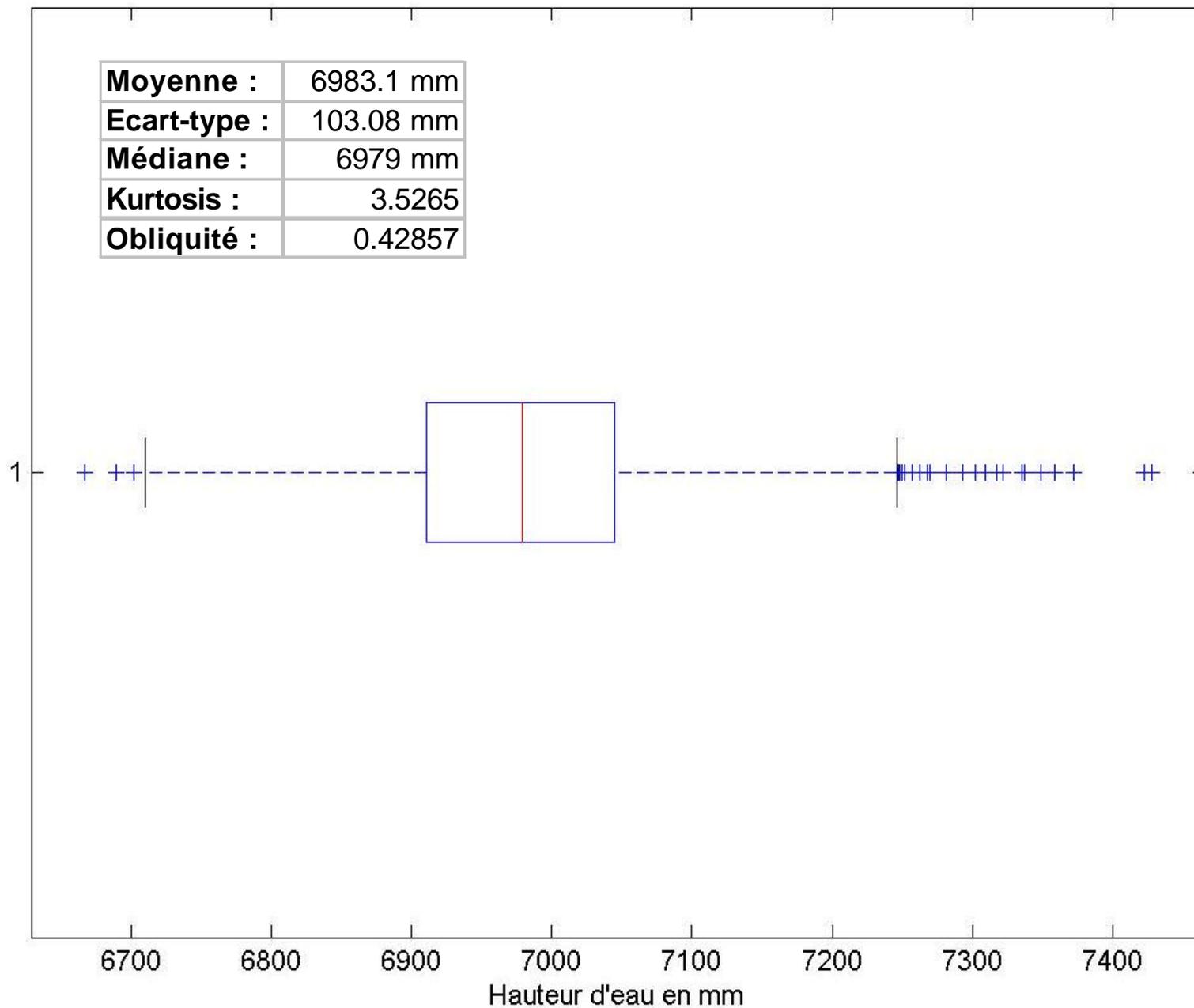


STATS TOOLBOX(1)

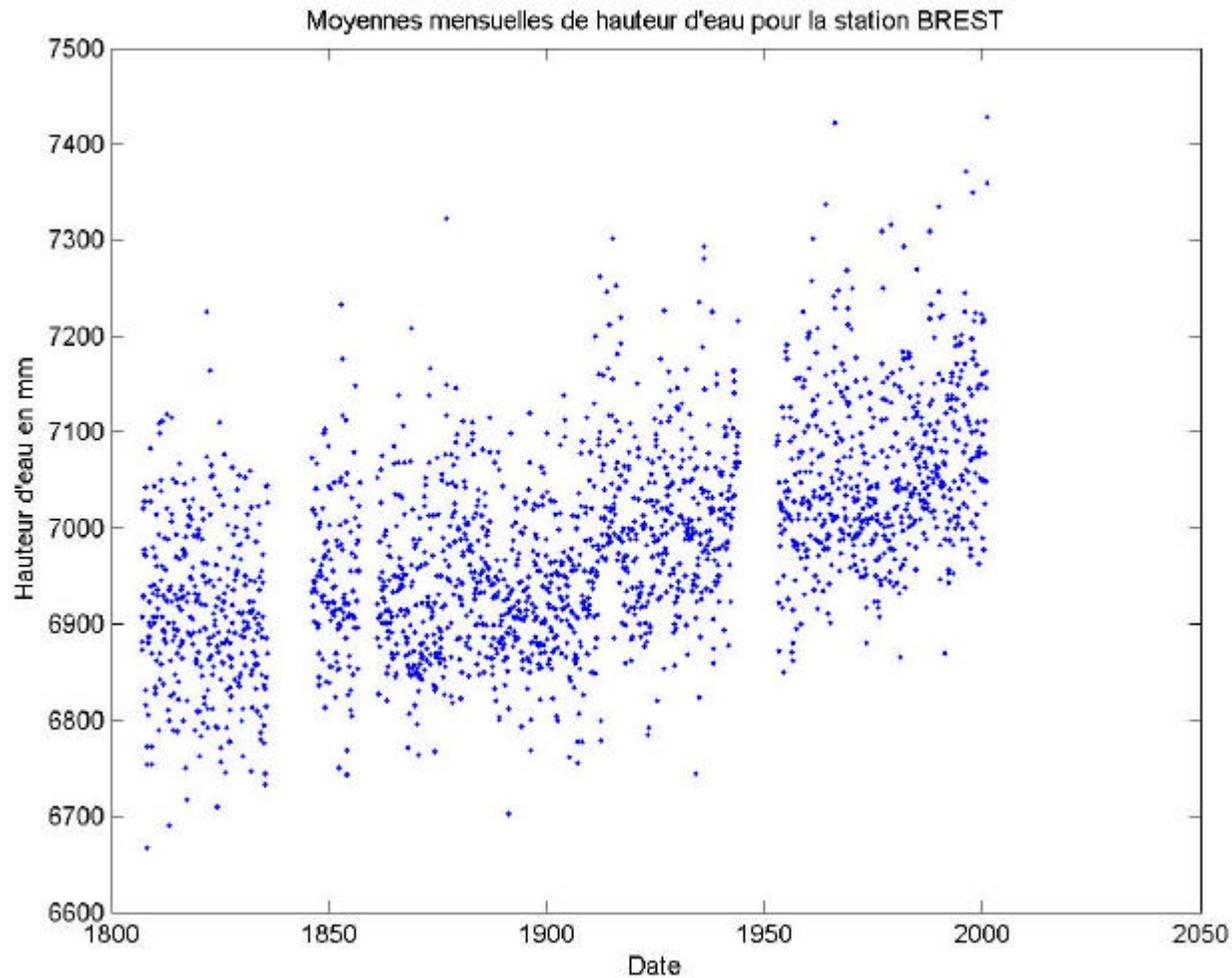
- Statistiques descriptives :
 - Moyenne, médiane, variance, kurtosis, obliquité (skewness)...
 - la boîte de dispersion :
 - Quartile bas – médiane – quartile haut
 - Ligne pour marquer l'étendue
 - Outliers

Boite de dispersion des données brutes de BREST

Moyenne :	6983.1 mm
Ecart-type :	103.08 mm
Médiane :	6979 mm
Kurtosis :	3.5265
Obliquité :	0.42857

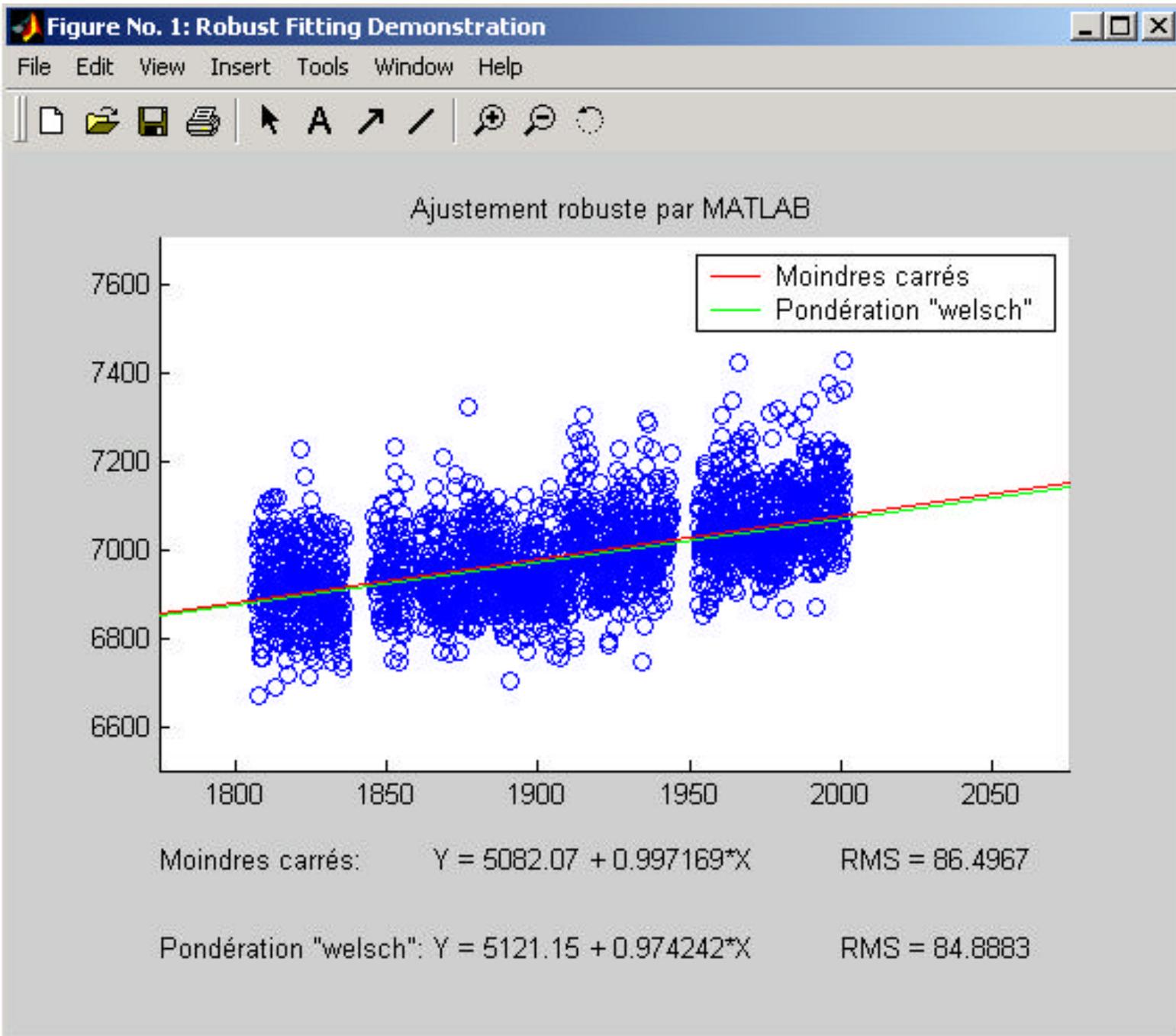


Remarque : les points aberrants



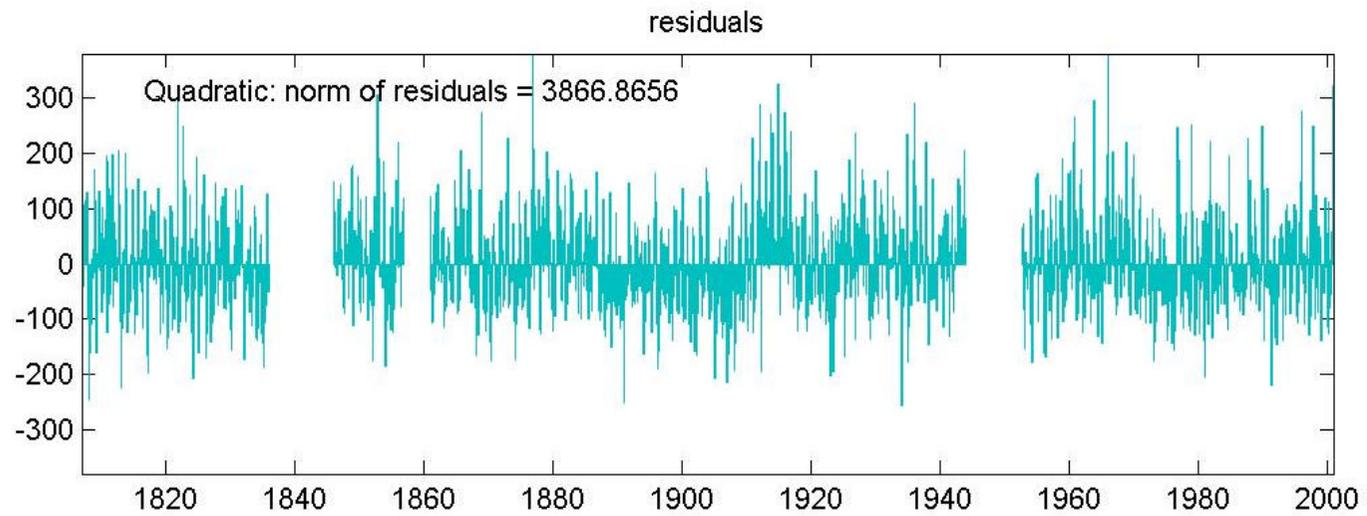
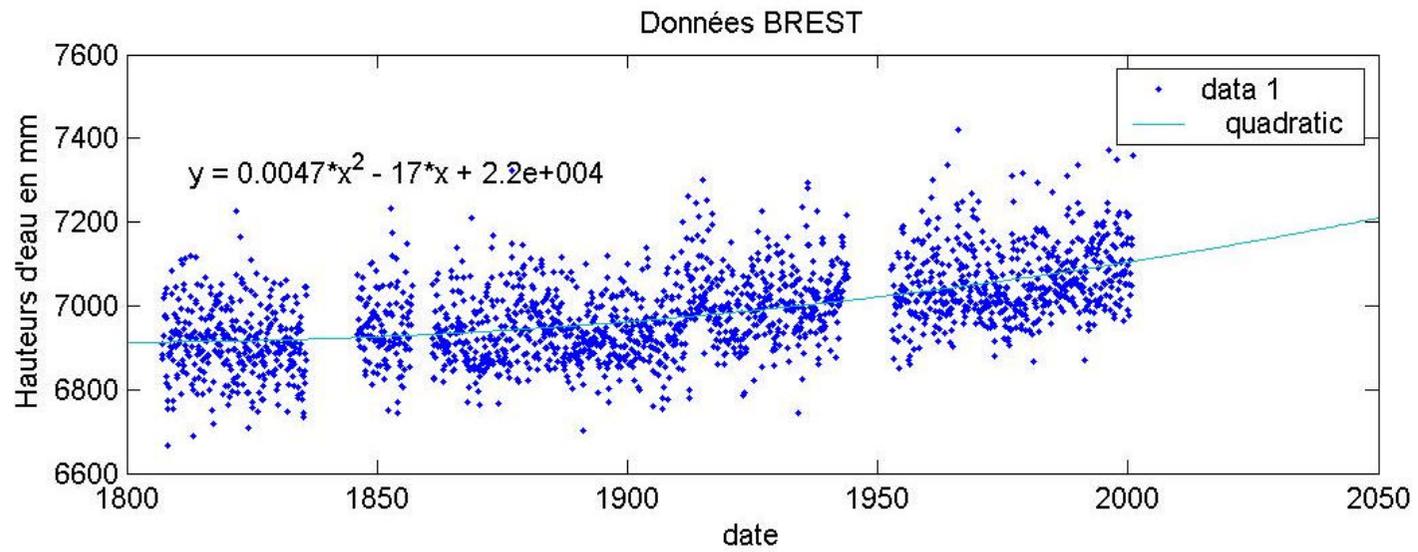
STATS TOOLBOX(2)

- Méthode de régression robuste (MC et MCP):
choix des pondérations
 - Andrews : $w = (\text{abs}(r) < \pi) .* \sin(r) ./ r$ 1.339
 - Bisquare : $w = (\text{abs}(r) < 1) .* (1 - r.^2).^24.685$
 - Cauchy : $w = 1 ./ (1 + r.^2)$ 2.385
 - Fair : $w = 1 ./ (1 + \text{abs}(r))$ 1.400
 - Huber : $w = 1 ./ \max(1, \text{abs}(r))$ 1.345
 - Logistic : $w = \tanh(r) ./ r$ 1.205
 - Talwar : $w = 1 * (\text{abs}(r) < 1)$ 2.795
 - **Welsch** : $w = \exp(-(r.^2))$ 2.985



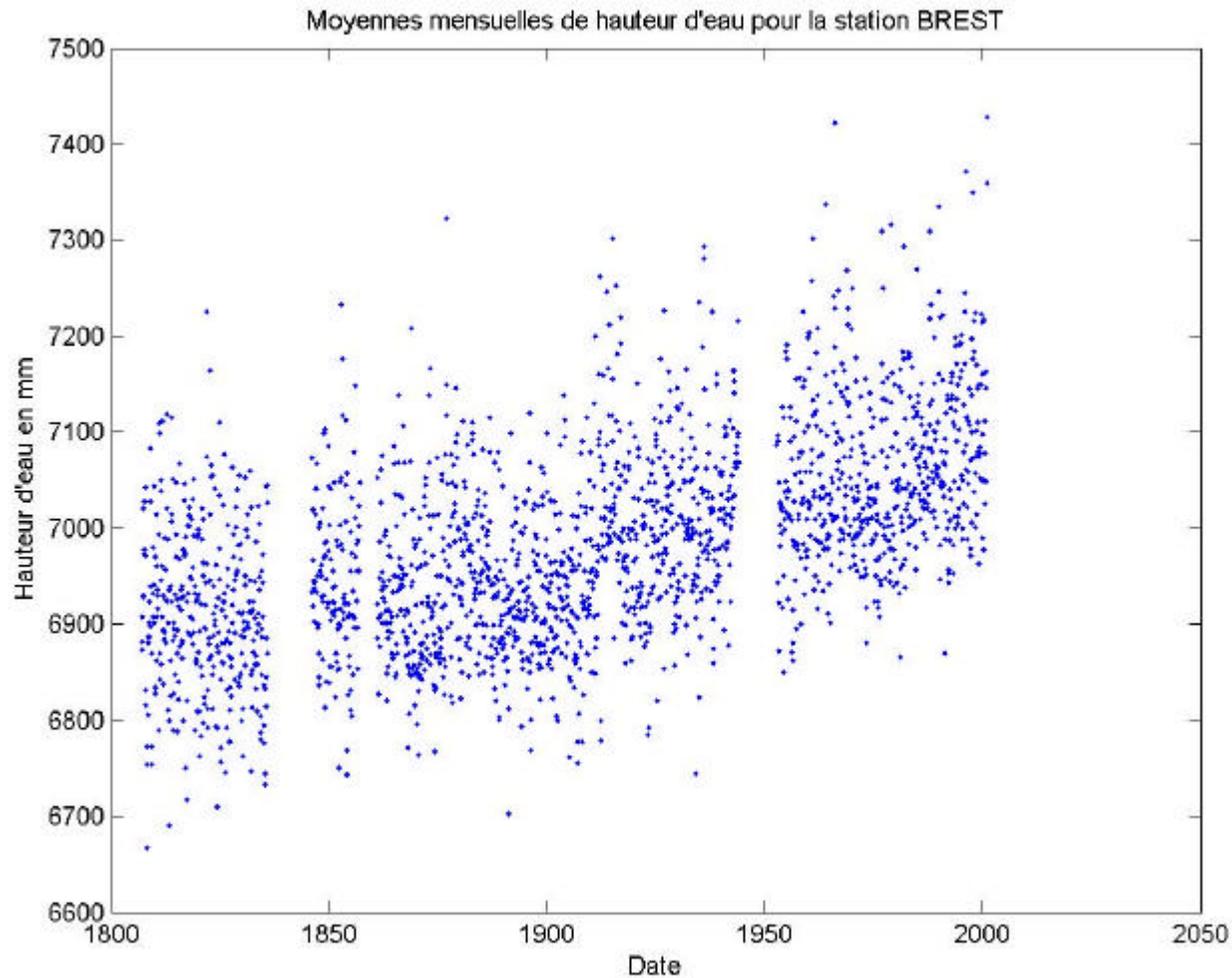
STATS TOOLBOX(3)

- Ajustement de courbes : interface « Basic Fitting » d'après une figure
 - Choix de l'ajustement de courbes (linéaire, spline, cubique, polynôme de degré 1 à 10,...)
 - Équation de la courbe
 - Graphe des résidus



- Problème de la boîte à outils STATS : pour une série temporelle, il faut prendre en compte une pente, une tendance alors que ces outils statistiques sont intemporels;
- Problème des statistiques des séries temporelles : combler les trous.

Comblers les trous?

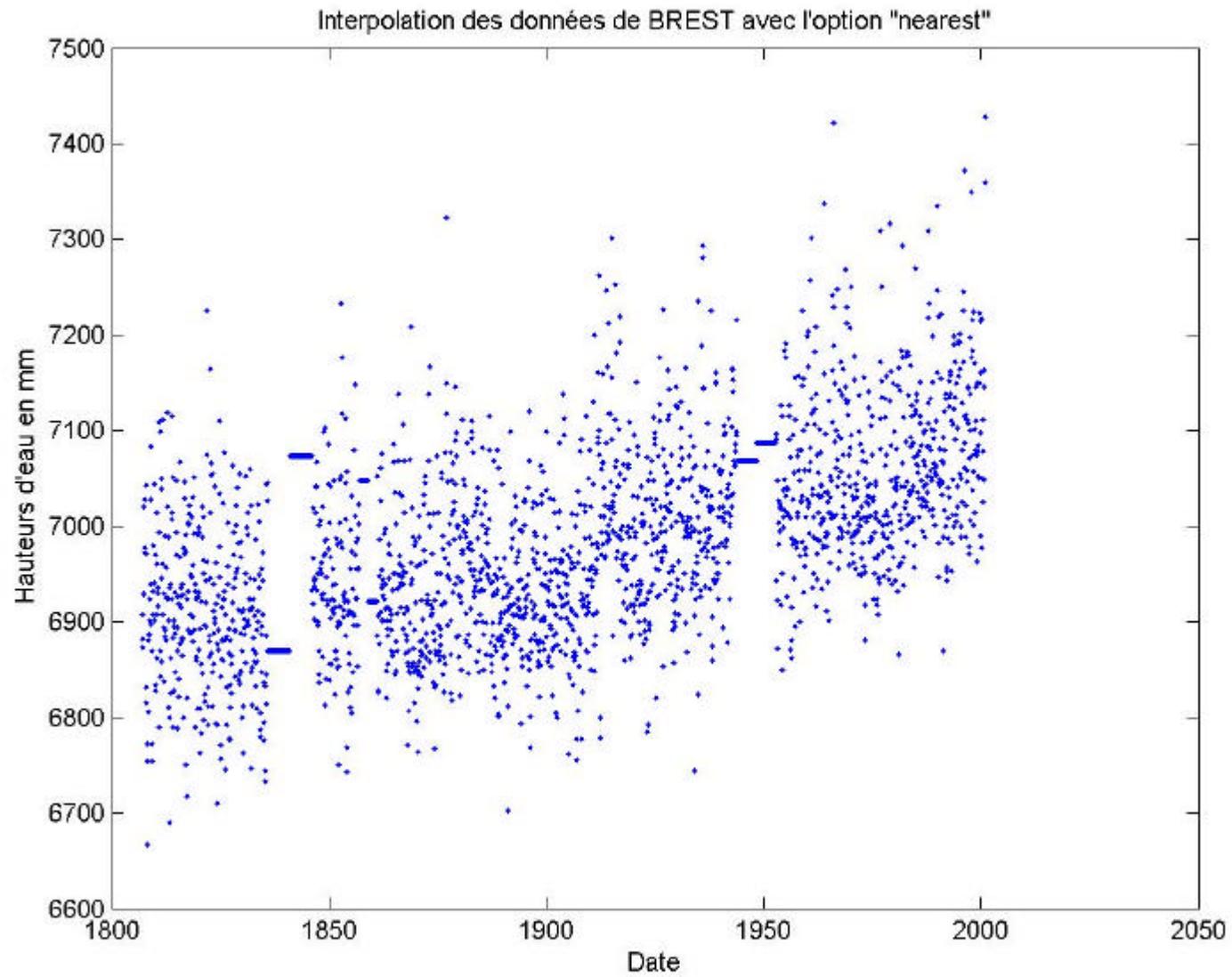


Interpolation de séries temporelles

- Fonction interp1 avec les options :
 - Interpolation au voisinage proche
 - Interpolation linéaire
 - Interpolation « spline cubic piecewise »
 - Interpolation d'Hermite « cubic piecewise »

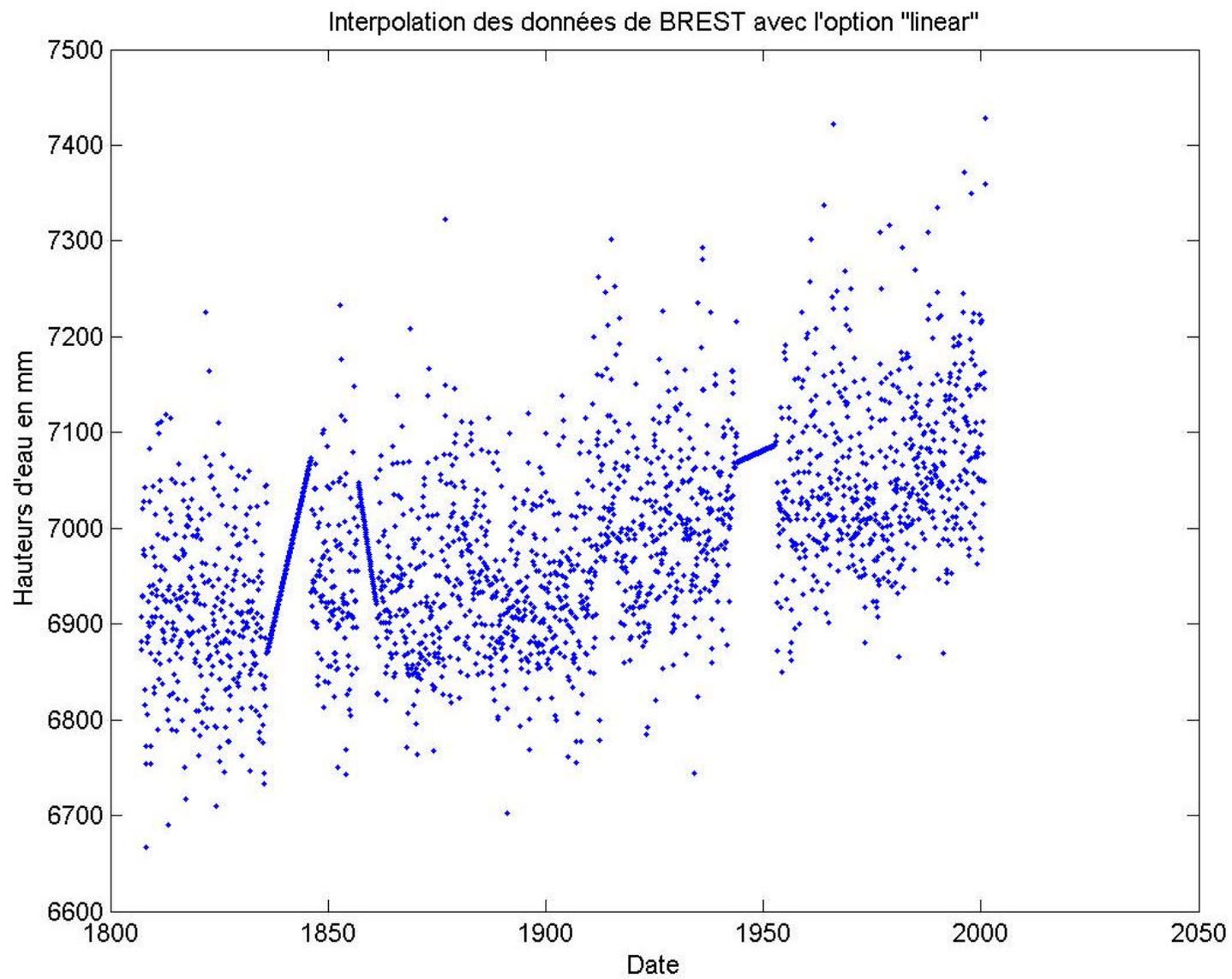
Interpolation de séries temporelles

- Fonction interp1 avec les options :
 - **Interpolation au voisinage proche**
 - Interpolation linéaire
 - Interpolation « spline cubic piecewise »
 - Interpolation d'Hermite « cubic piecewise »



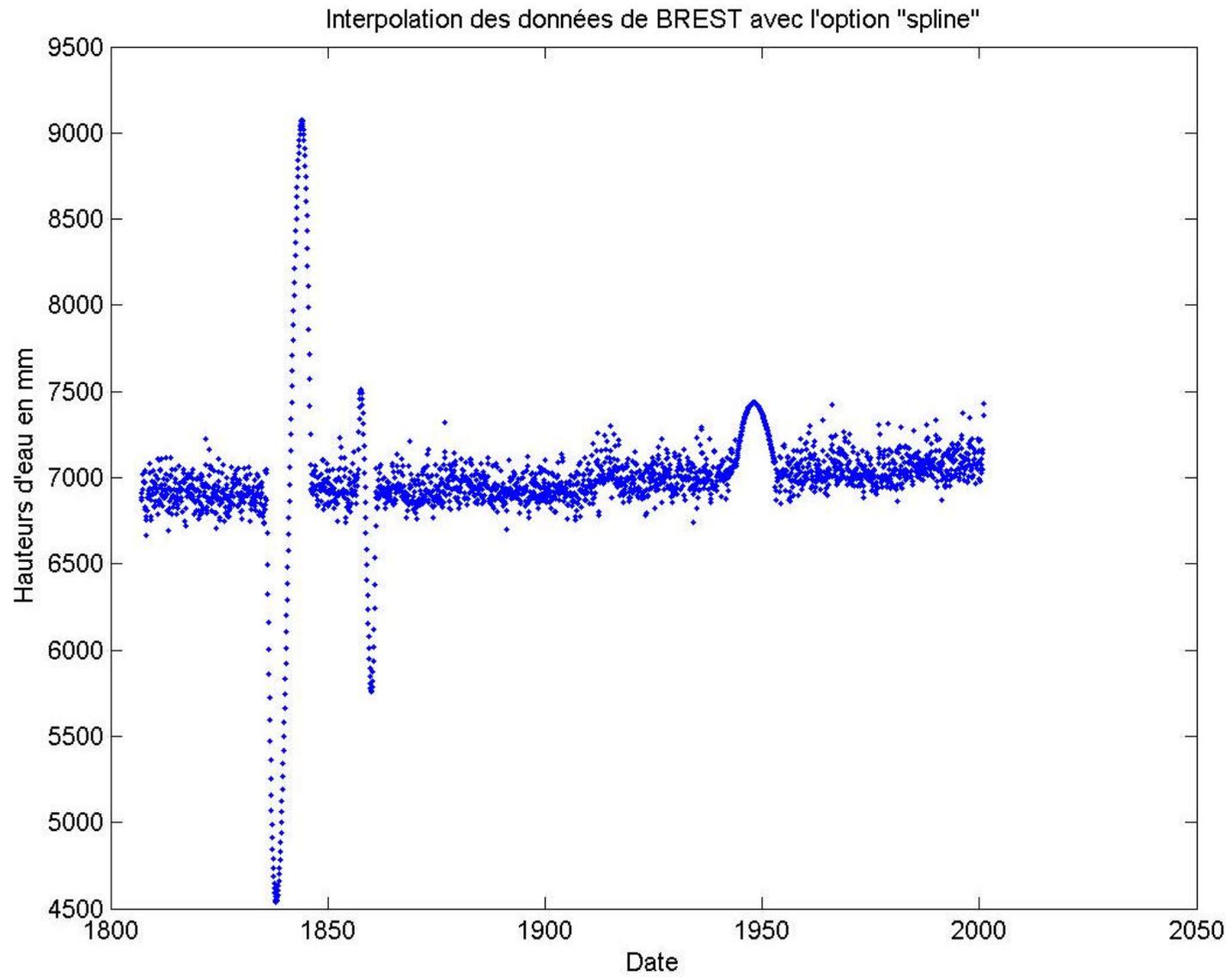
Interpolation de séries temporelles

- Fonction interp1 avec les options :
 - Interpolation au voisinage proche
 - **Interpolation linéaire**
 - Interpolation « spline cubic piecewise »
 - Interpolation d'Hermite « cubic piecewise »



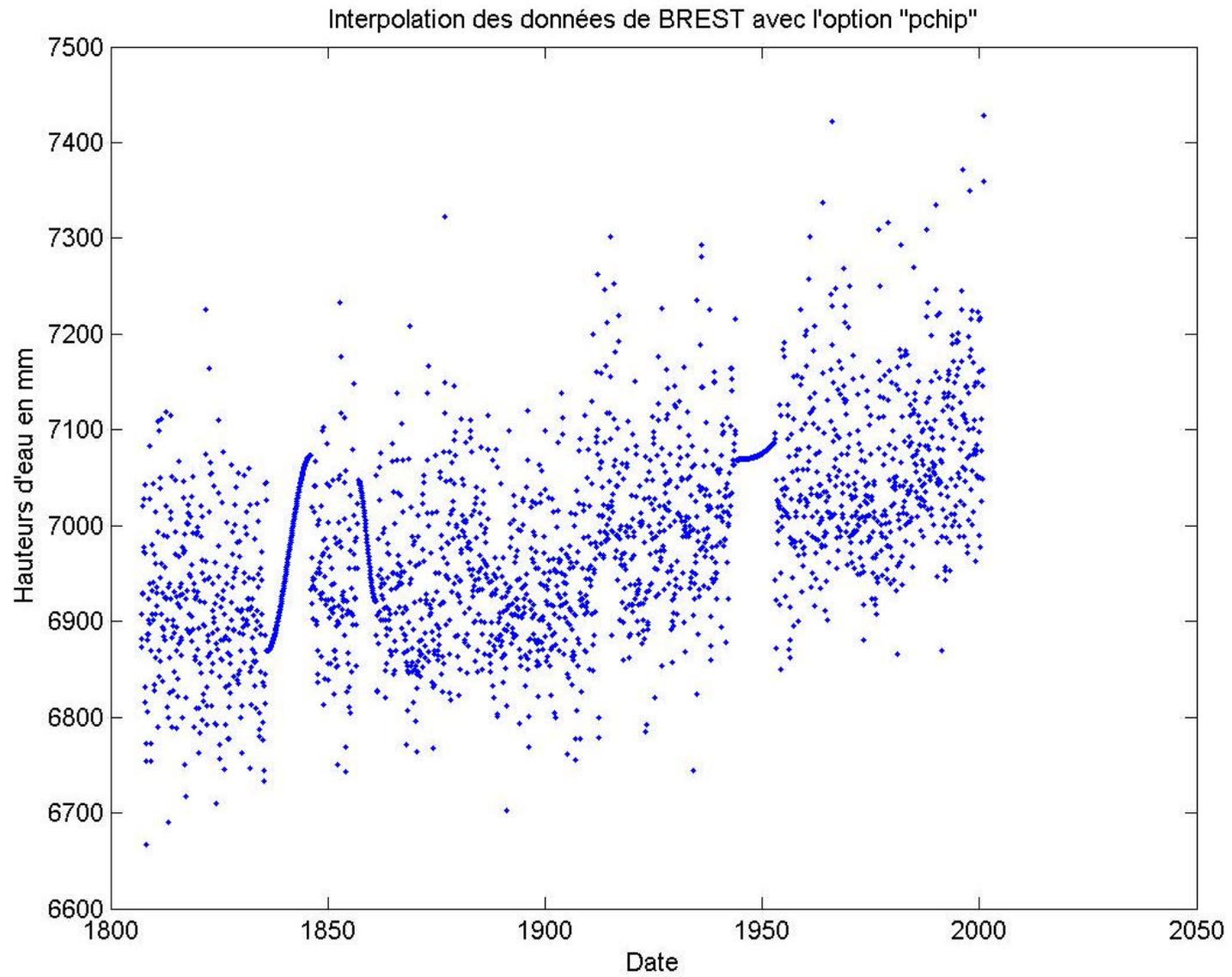
Interpolation de séries temporelles

- Fonction interp1 avec les options :
 - Interpolation au voisinage proche
 - Interpolation linéaire
 - **Interpolation « spline cubic piecewise »**
 - Interpolation d'Hermite « cubic piecewise »



Interpolation de séries temporelles

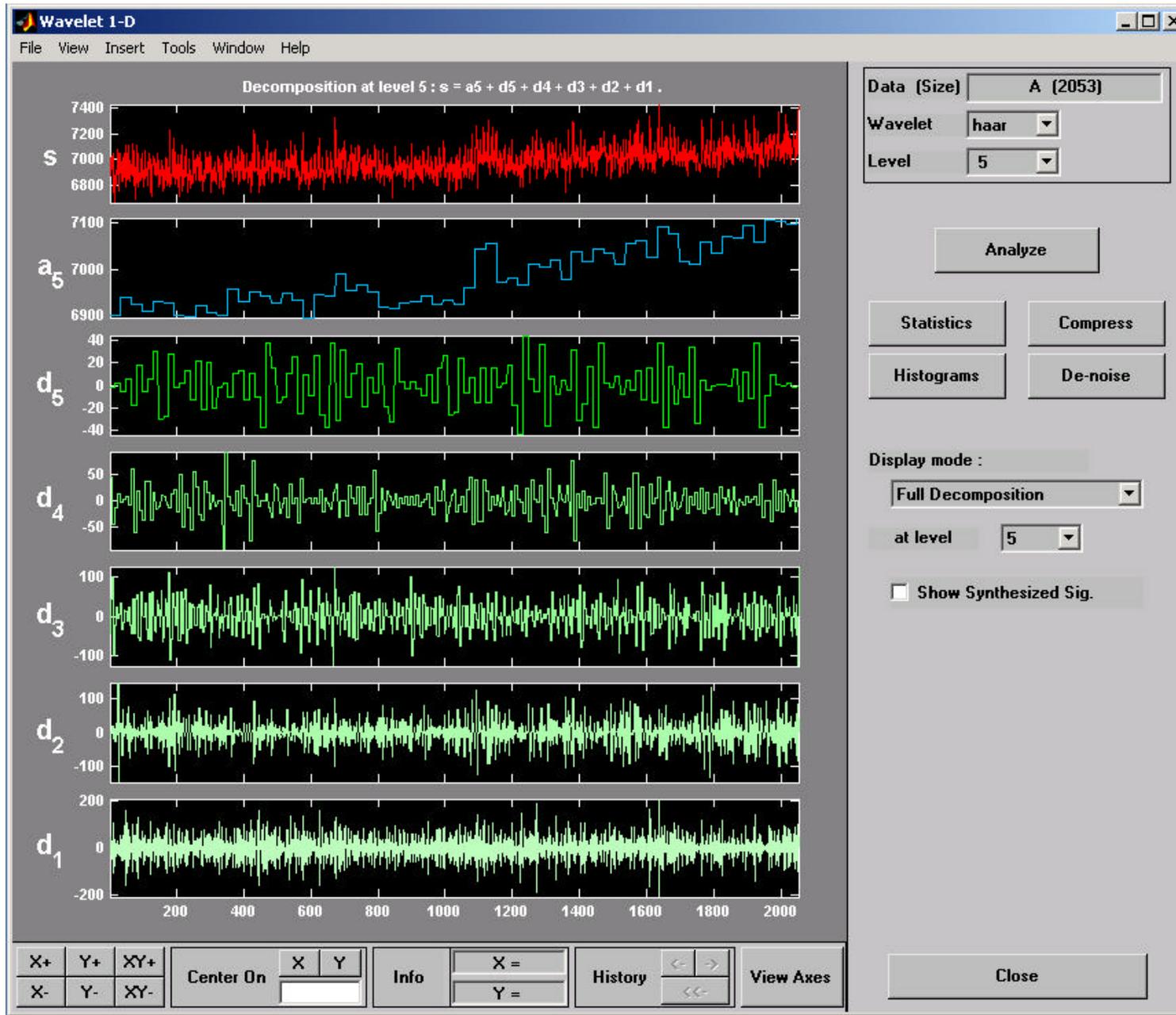
- Fonction interp1 avec les options :
 - Interpolation au voisinage proche
 - Interpolation linéaire
 - Interpolation « spline cubic piecewise »
 - **Interpolation d'Hermite « cubic piecewise »**

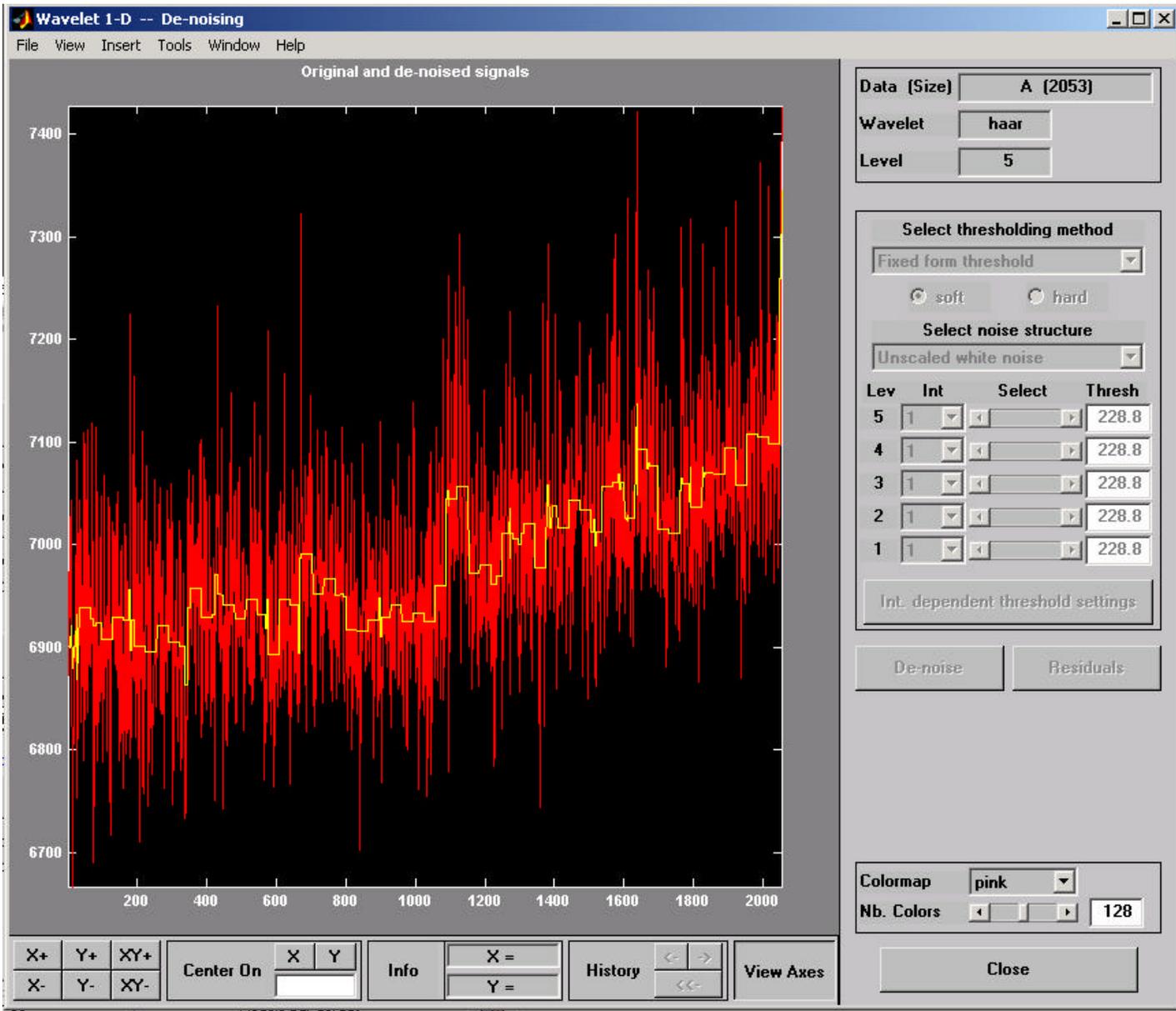


WAVELET TOOLBOX

Décomposition du signal et reconstruction

- Utilisation de l'outil d'interface des ondelettes :
 - **Décomposition du signal** : options pour l'ondelette choisie (« low-pass » et « high-pass », Daubechies/Haar, Coiflets, Symlets, Meyer discret, bi orthogonal, bi orthogonal inversé)
 - **Dé-bruitage** (plusieurs options : 'rigrsure' utilise le principe du risque non biaisé de Stein)





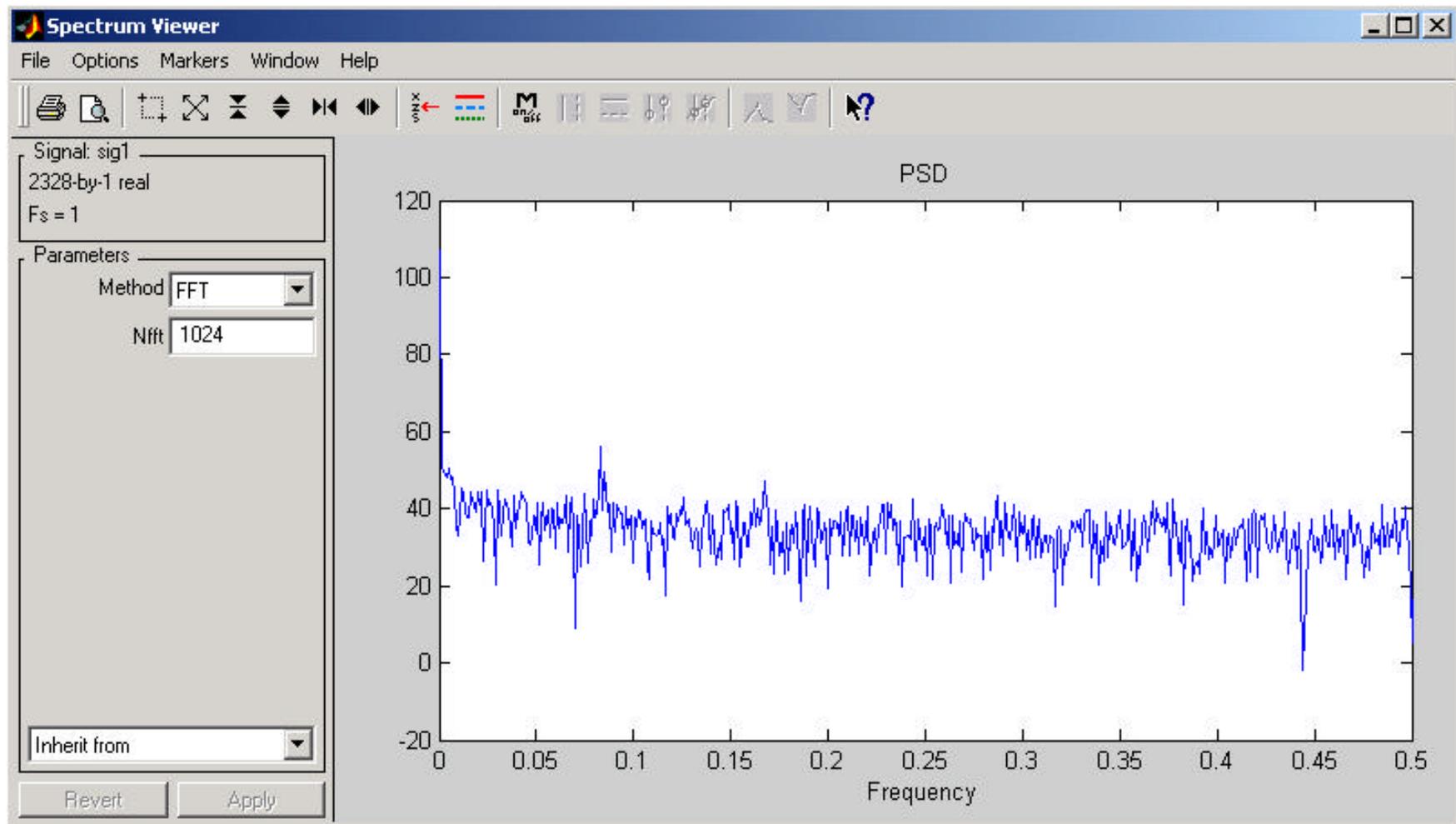
WAVELET TOOLBOX

Décomposition du signal et reconstruction

- Utilisation de l'outil d'interface des ondelettes :
 - Décomposition du signal : options pour l'ondelette choisie (« low-pass » et « high-pass », Daubechies, Coiflets, Symlets, Meyer discret, bi orthogonal, bi orthogonal inversé)
 - Dé-bruitage (plusieurs options : 'rigrsure' utilise le principe du risque non biaisé de Stein)
- **Génération de bruits (blancs par exemple)**
- **Gestion des problèmes de bord**

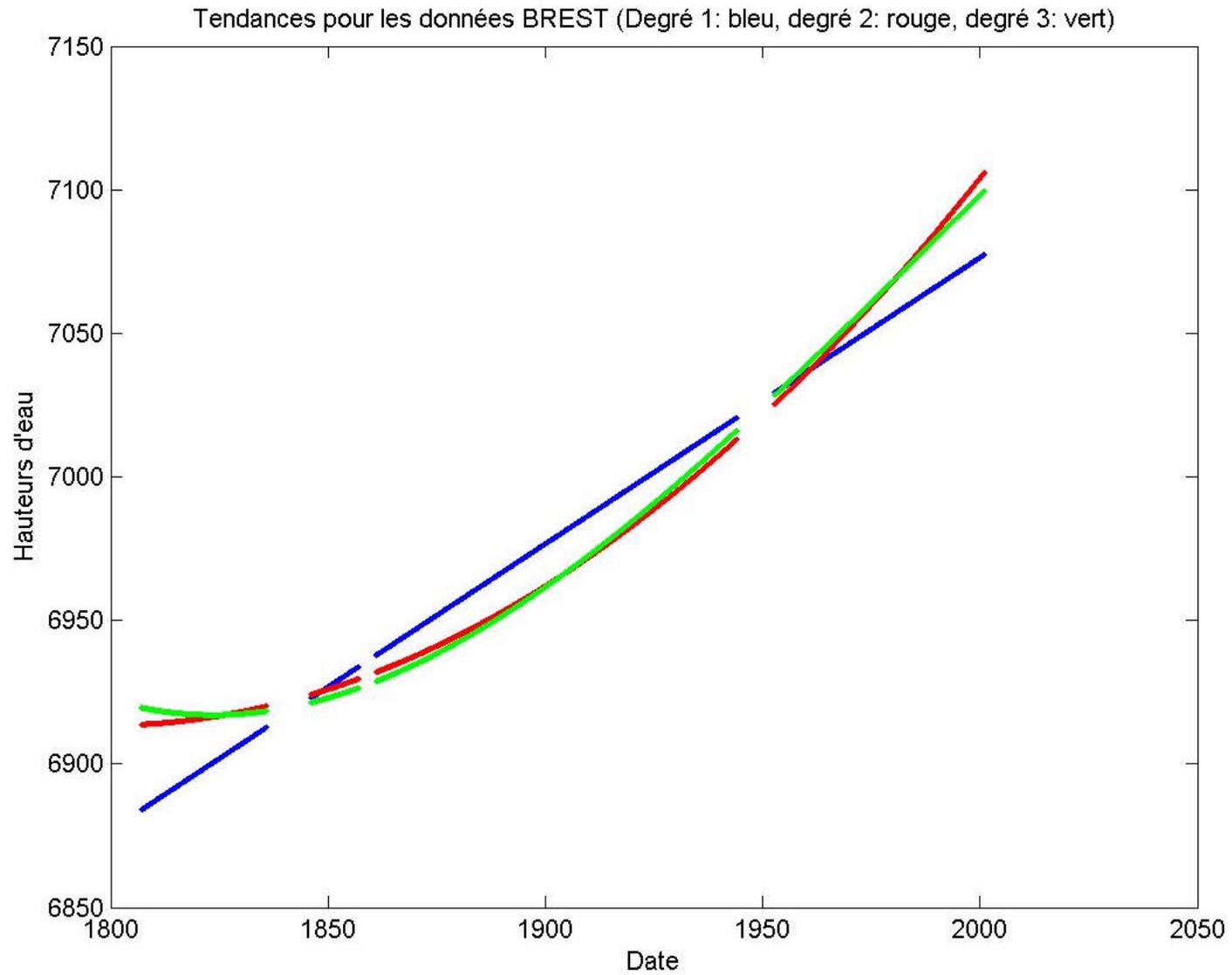
SIGNAL PROCESSING TB

- Création de filtres
- Filtres passe-bande (utilisation des fonctions de Yulewalk, Butter et Cheyb1)
- Filtres par transformées (Fourier discrète/continue et Chirp-z)
- Analyse spectrale : outil Spectral Viewer
 - Spectrogramme
 - **Puissance spectrale**
- Modulation : création de signaux



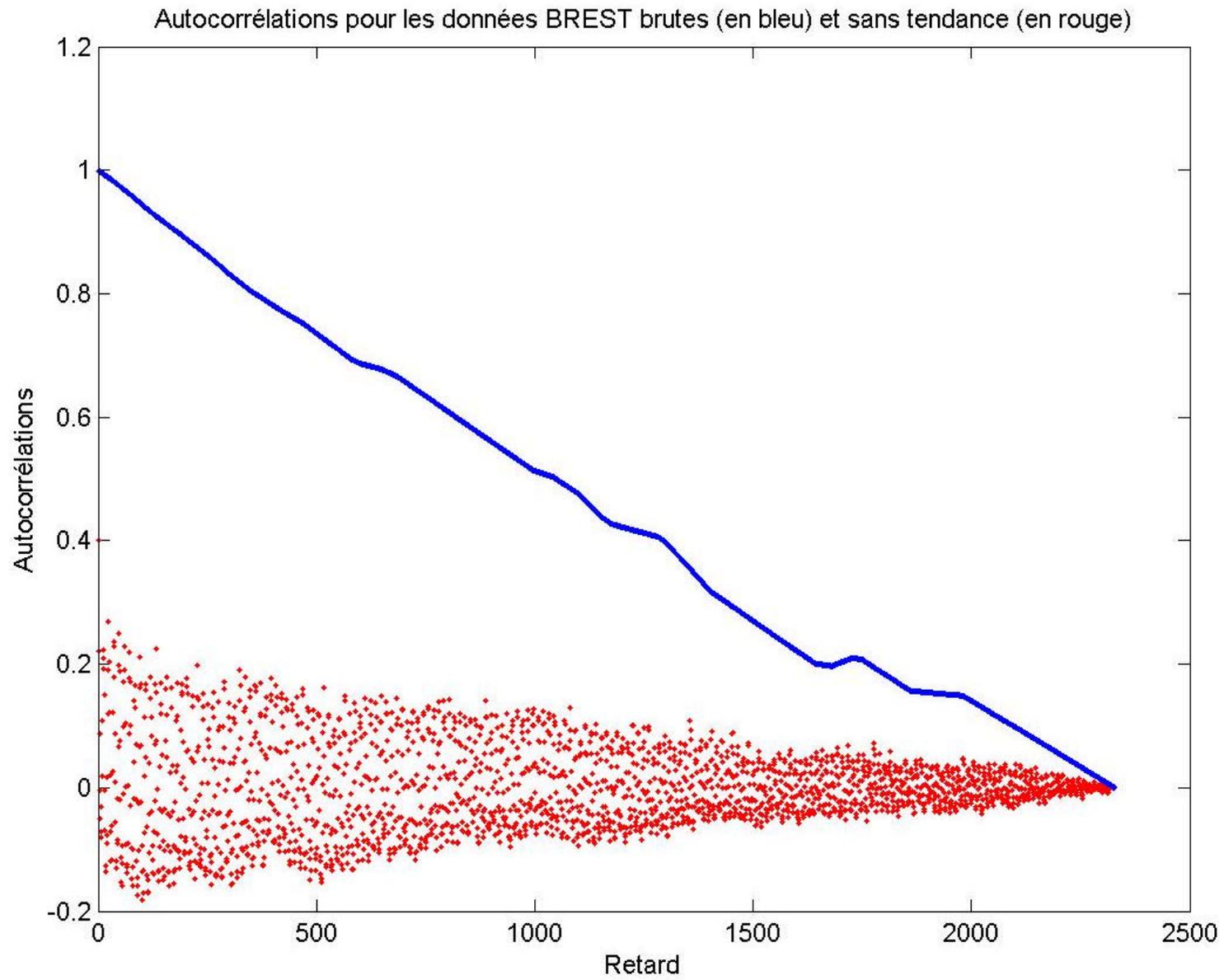
Time Series Analysis : outils développés à Graz (Pr. Schoegl)

- **Tendance : estimation d'un polynôme**
- Fonctions d'auto covariance et d'auto corrélation
- Paramètres auto régressifs – processus ARMA, d'auto régression adaptée (basée sur filtre de Kalman) et auto régression à moyenne mobile adaptée (AARMA)
- Fonction d'entropie
- Spectre en deux dimensions



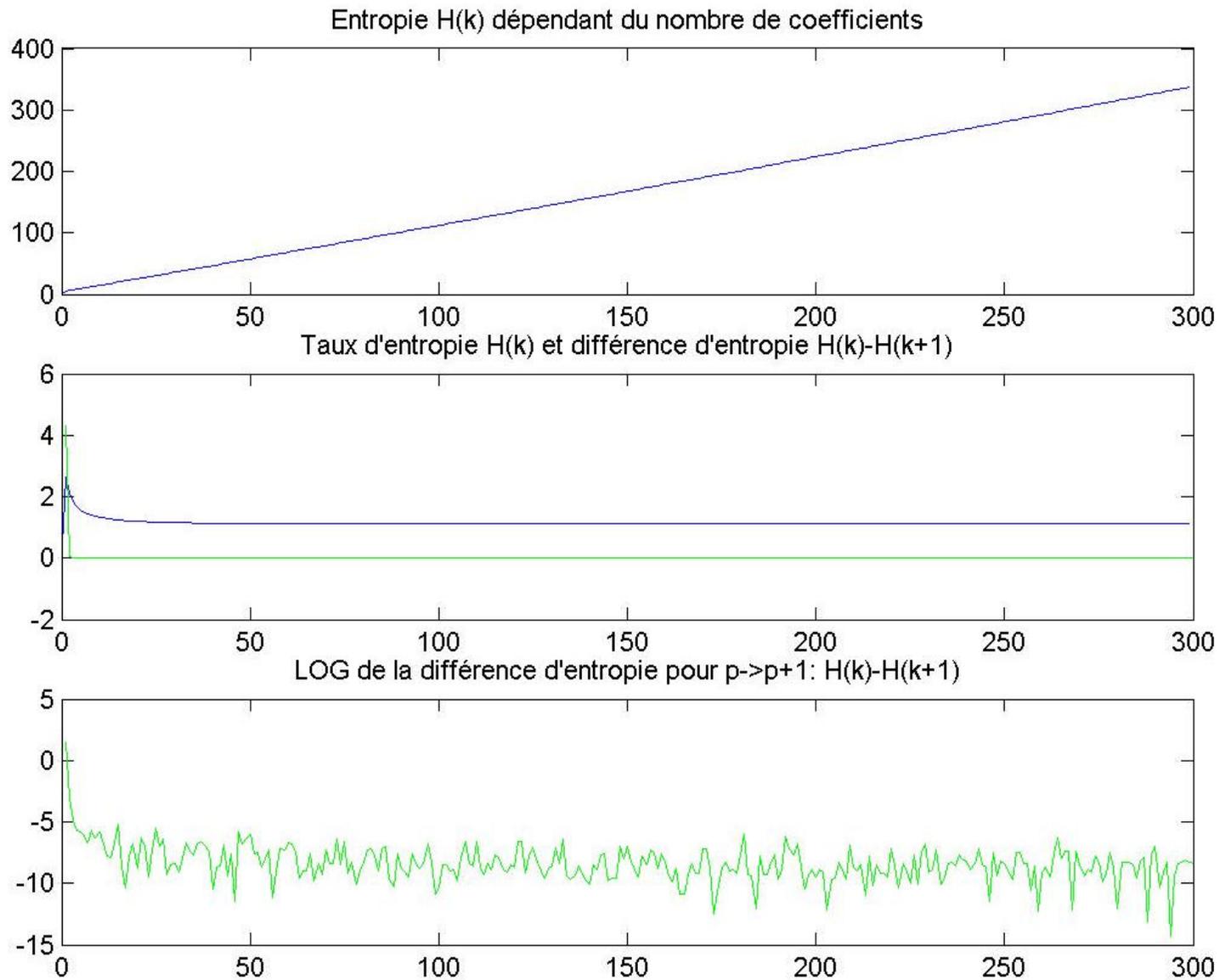
Time Series Analysis : outils développés à Graz (Pr. Schoegl)

- Tendance : estimation d'un polynôme
- **Fonctions d'auto covariance, d'auto corrélation et d'auto corrélation partielle**
- Paramètres auto régressifs – processus ARMA, d'auto régression adaptée (basée sur filtre de Kalman) et auto régression à moyenne mobile adaptée (AARMA)
- Fonction d'entropie
- Spectre en deux dimensions



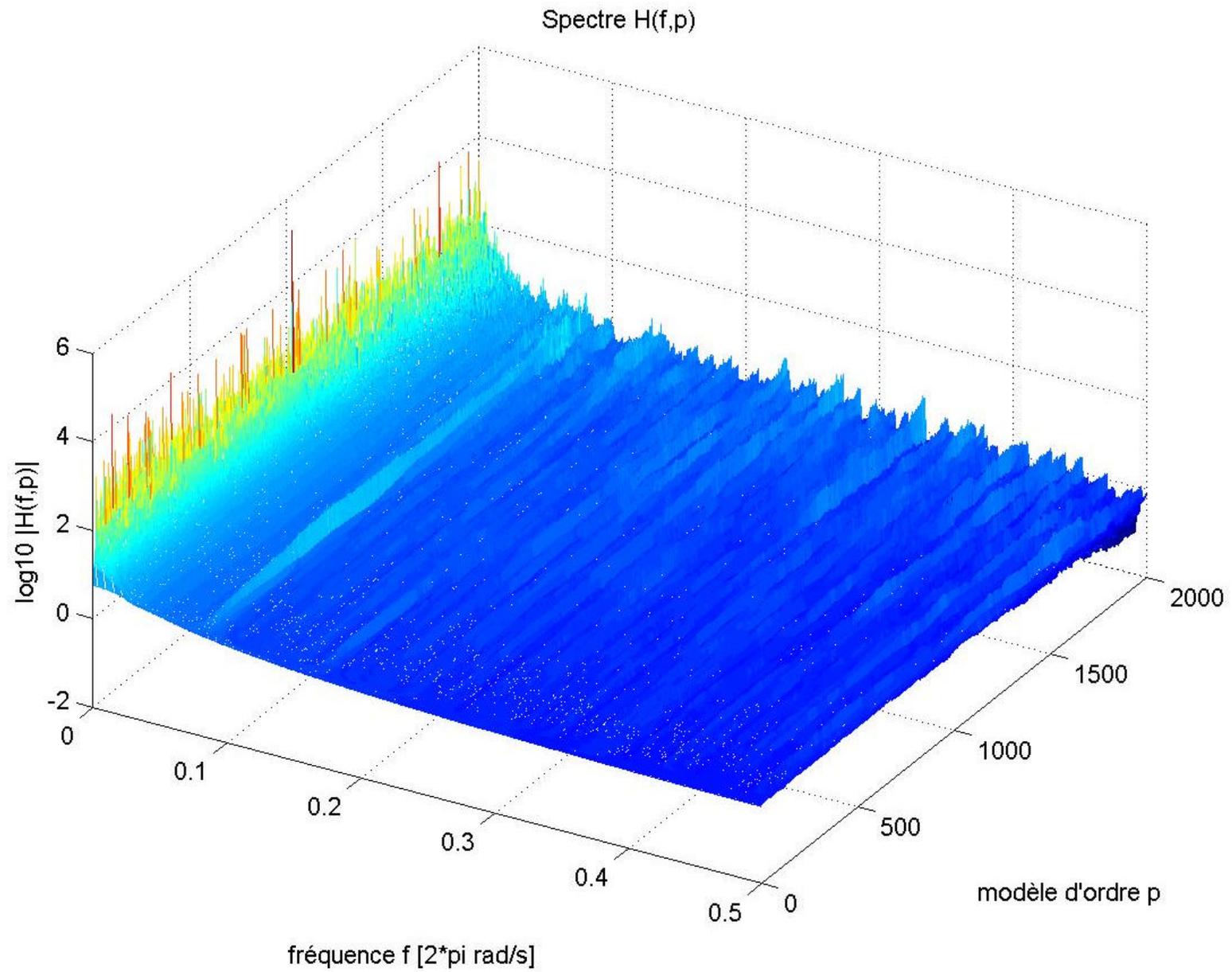
Time Series Analysis : outils développés à Graz (Pr. Schoegl)

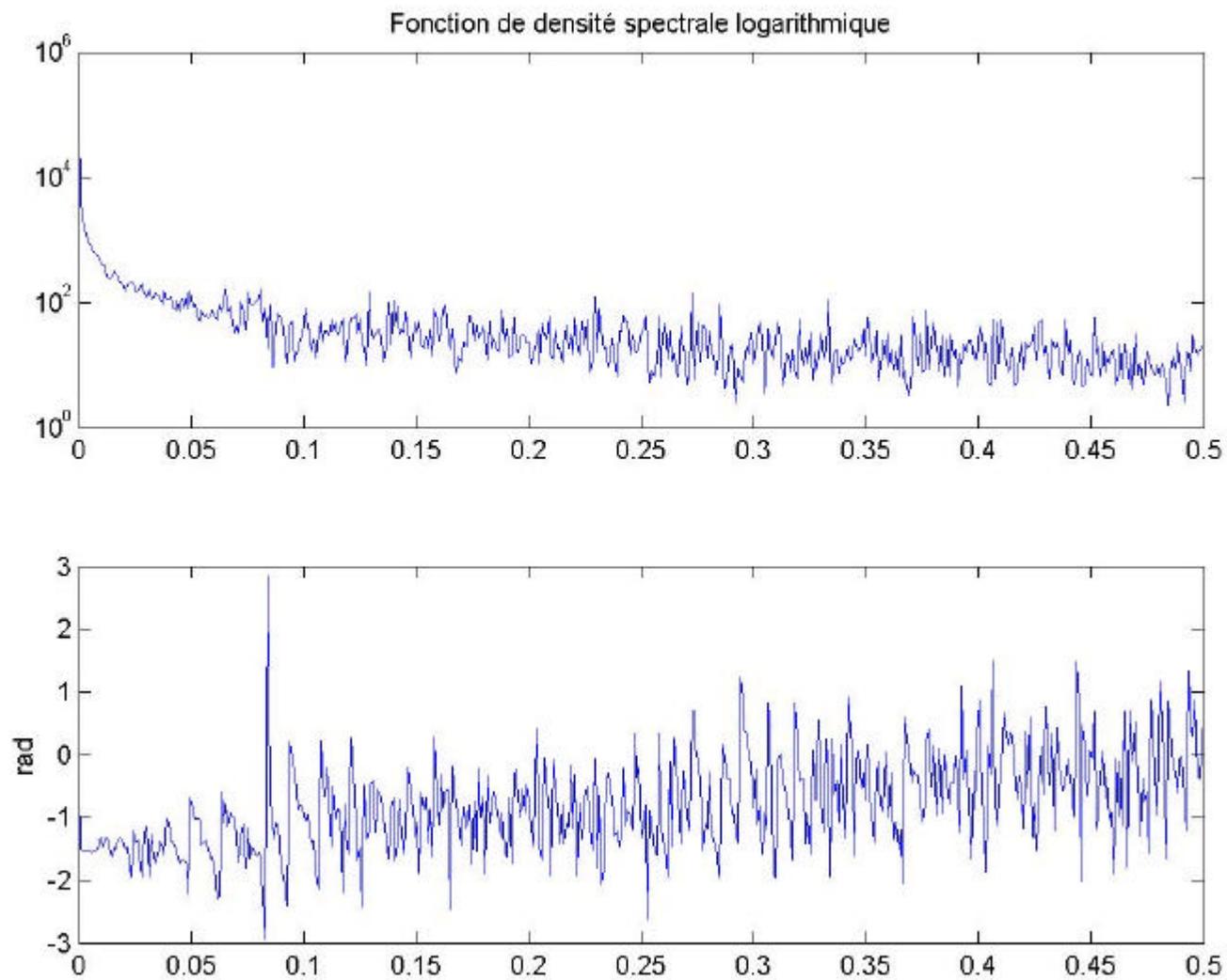
- Tendance : estimation d'un polynôme
- Fonctions d'auto covariance, d'auto corrélation et d'auto corrélation partielle
- Paramètres auto régressifs – processus ARMA, d'auto régression adaptée (basée sur filtre de Kalman) et auto régression à moyenne mobile adaptée (AARMA)
- **Fonction d'entropie**
- Spectre en deux dimensions



Time Series Analysis : outils développés à Graz (Pr. Schoegl)

- Tendance : estimation d'un polynôme
- Fonctions d'auto covariance, d'auto corrélation et d'auto corrélation partielle
- Paramètres auto régressifs – processus ARMA, d'auto régression adaptée (basée sur filtre de Kalman) et auto régression à moyenne mobile adaptée (AARMA)
- Fonction d'entropie
- **Spectre en deux dimensions**





CONCLUSION

- Inconvénients :
 - L'aide est trop imprécise, les explications ne sont pas assez claires
- Avantages :
 - Facilité pour la programmation et l'implémentation de nouveaux modules
- Perspective : la toolbox « Time Frequency » développée au CNES