

Chapitre 1

Thèse en Signal

1.1 Thème de Recherche

La Fig. 1.1 illustre l'amélioration potentielle de l'analyse spectrale paramétrique dans le cas d'un signal synthétique de courte durée formé de deux exponentielles complexes dans du bruit.

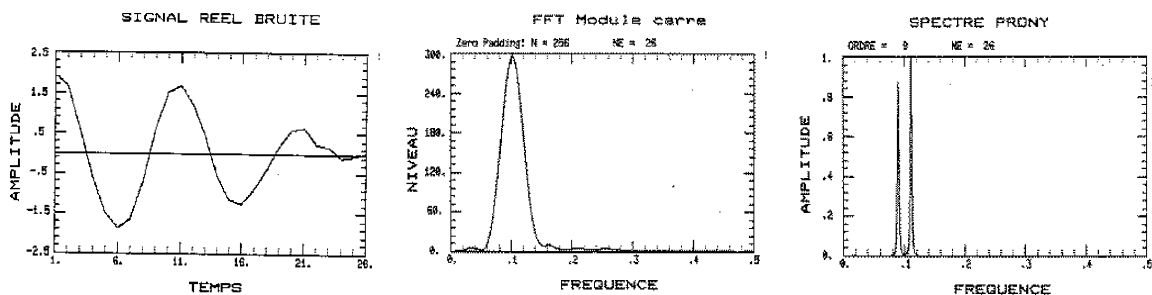


FIG. 1.1 – Simulation d'analyse spectrale : comparaison FFT et spectre de Prony. Les deux raies spectrales sont noyées dans un seul lobe avec la FFT, alors qu'elles sont bien résolues par l'analyse de Prony.

Ce principe de modélisation s'applique aussi bien pour la réduction de bruit : il s'agit alors de mettre en œuvre des filtres adaptatifs (du type treillis ou LMS) pour estimer un modèle du bruit additif qui entâche le signal. On obtient là encore des résultats remarquables, sur des signaux de simulation constitués de sinusoïdes noyées dans un bruit MA, AR ou HF (cf Fig. 1.2).

1.2 Validation par les Applications

On comprend alors toute l'importance de la validation d'une méthode de traitement sur des données réelles (signaux ou images). Au cours de ma thèse, différentes applications en RMN (spectroscopie ou magnétométrie par Résonance Magnétique Nucléaire) ont permis de valider les outils développés.

La Fig. 1.3 montre l'amélioration effective obtenue par analyse spectrale paramétrique dans une application de spectroscopie de signaux RMN in vivo. Il s'agit d'extraire les différentes raies spectrales correspondant à l'ATP (adénosine tri-phosphate) contenue dans les cellules d'un cerveau de rat (pauvre bête, Dieu ait son âme...). La détection des multiplets de l'ATP (deux doublets, un triplet) est bien meilleure avec l'analyse paramétrique basée sur le modèle de Prony.

Une autre application en magnétométrie RMN pour l'étude géologique profonde du sol a permis de valider l'intérêt de filtres paramétriques réducteurs de bruit. La Fig. 1.4 illustre les signaux obtenus : le champ magnétique est enregistré simultanément au sol (référence) et à différentes profondeurs dans le puit de forage (ici 1800m). Il existe *a priori* une forte cohérence entre ces signaux.

Pour extraire l'information géologique, il est nécessaire dans un premier temps de décorrélérer complètement les deux signaux. Une mesure de cohérence permet de quantifier la qualité du résultat. La technique classique consiste en une simple différence des signaux, ce qui ne diminue que partiellement

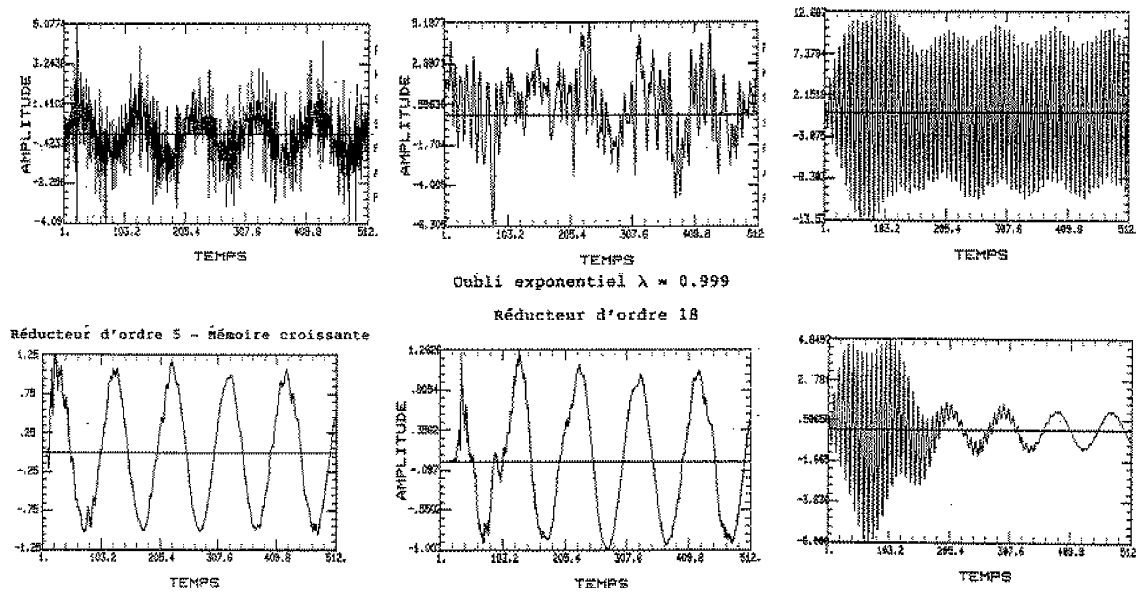


FIG. 1.2 – Simulation de filtrage : signaux bruités en haut ; signaux filtrés en bas. On remarque l’adaptativité temporelle du filtrage.

la cohérence. L’emploi d’un filtre réducteur de bruit adaptatif améliore sensiblement le résultat (cohérence proche de zéro). Il permet d’identifier la fonction de transfert du filtre passe-bas que constitue le sol terrestre et d’en déterminer la fréquence de coupure (Fig. 1.5).

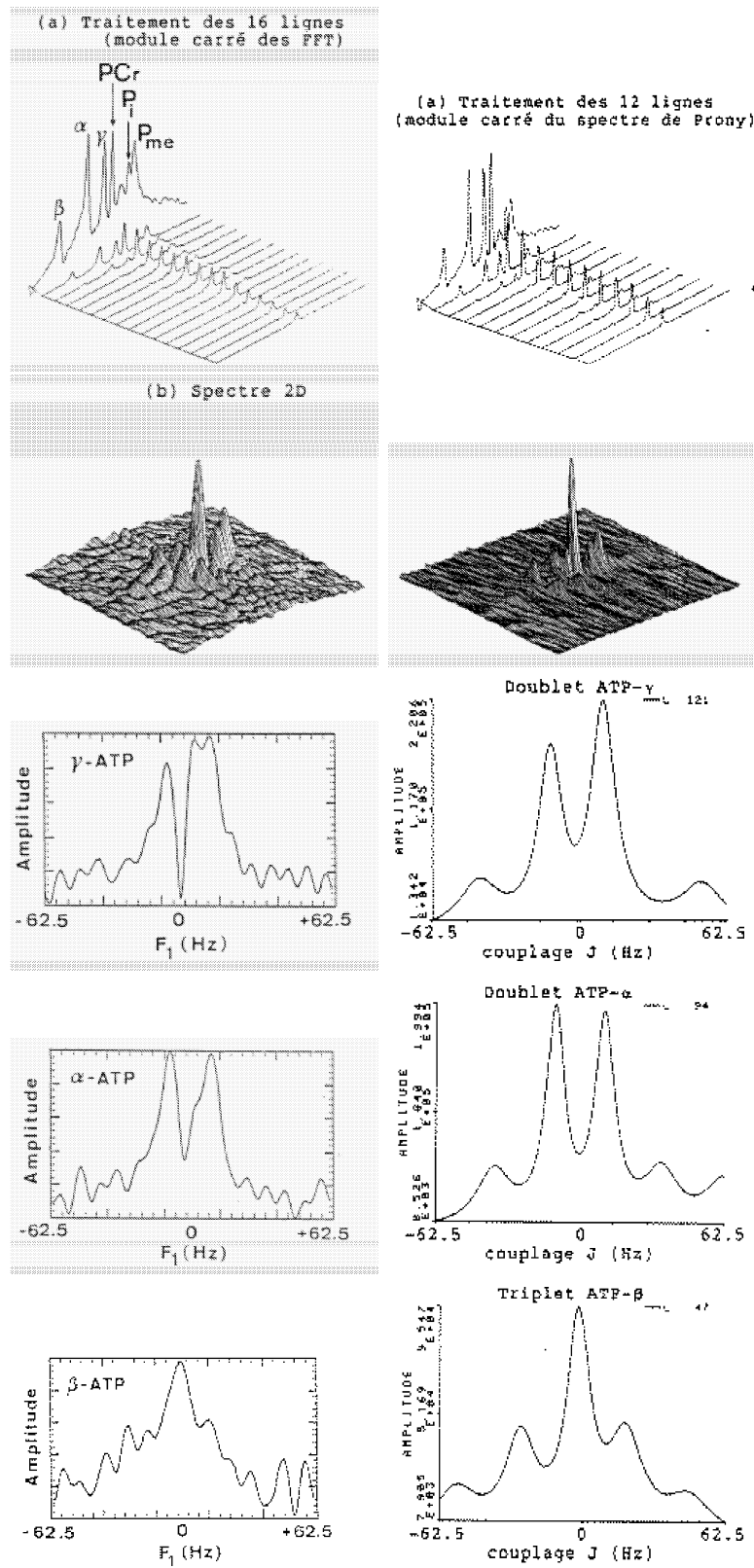


FIG. 1.3 – Résultats sur signaux in vivo : FFT à gauche ; méthode paramétrique à droite.

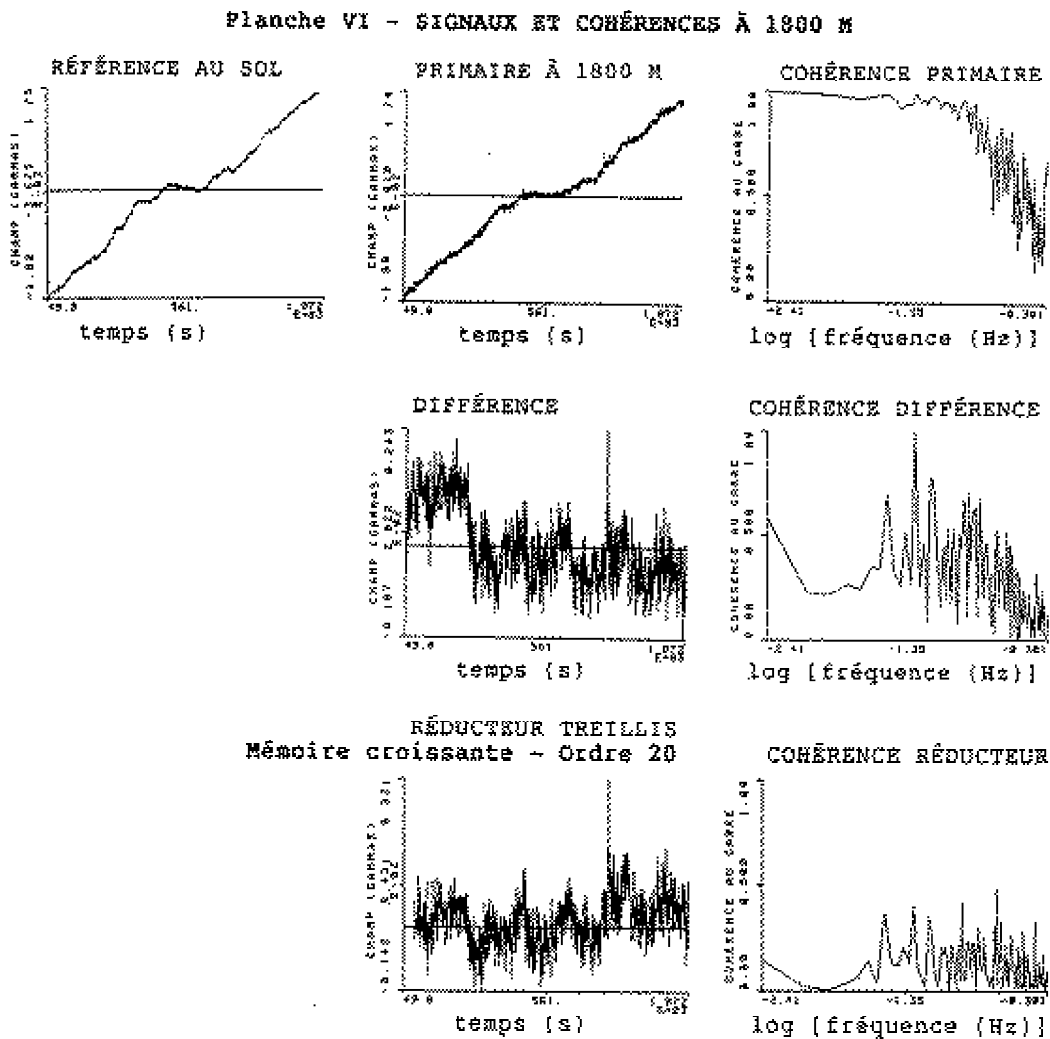


FIG. 1.4 – Efficacité d'un Réducteur de bruit : comparaison des cohérences.

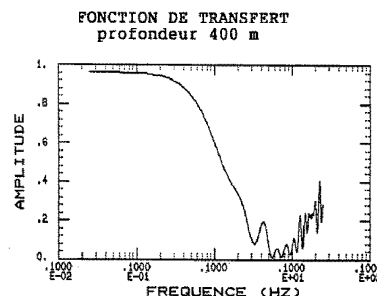


FIG. 1.5 – Fonction de transfert identifiée du sous-sol à 400m de profondeur. Fréquence de coupure : 0.1 Hz.