

SEMINAIRES DE LA BRANCHE PHYSIQUE



Batiment J3 - Fort de Palaiseau - 91120 Palaiseau

Salle J. Dorey

Lundi 14 Décembre 2009 à 11h

Distributions temps-fréquence pour l'analyse des signaux non-stationnaires : a tutorial.

Jean-Philippe OVARLEZ
ONERA/DEMR/TSI

Cet exposé a pour but de présenter des méthodes qui permettent l'analyse de signaux non-stationnaires. Les signaux non-stationnaires sont, par définition, des signaux dont les caractéristiques spectrales varient dans le temps (ex : musique, parole, radar, sismique, ...). Construites naturellement pour l'analyse de signaux stationnaires, les techniques classiques de type Fourier, les modélisations autorégressives de type AR, ARMA (modèle de fonction de transfert de type rationnelle polynomiale) voire encore les méthodes de type sous-espace MUSIC, ESPRIT ne permettent pas de d'analyser proprement la variation temporelle du contenu spectral de signaux non-stationnaires. Un des outils les plus simples et connus pour traiter ce problème est la Transformation de Fourier à Court Terme (Spectrogramme, Sonogramme). Elle permet, grâce à une fenêtre temporelle de taille réduite (dans laquelle on suppose le signal stationnaire) que l'on déplace sur le signal, d'empiler les spectres relativement à sa position centrale (c'est à dire le temps) et de former ainsi une représentation temps-fréquence de ce signal. Ce genre d'analyse reste tributaire du compromis qui existe entre le choix de la taille de la fenêtre temporelle et le choix de la résolution spectrale désirée. Ce compromis provient de ce qu'on appelle les relations d'incertitude ou encore principe d'Heisenberg, reliant, en mécanique quantique, le degré de connaissance conjointe de la position et de la quantité de mouvement d'une particule. Pour pallier ce problème, E.P. Wigner proposa en 1932 une distribution construite sur la fonction d'onde, régulant la densité de probabilité de présence d'une particule dans l'espace position-quantité de mouvement. Cette distribution sera reprise en 1948 par J. Ville pour l'analyse de signaux et donnera lieu à ce que l'on dénomme maintenant populairement la distribution de Wigner-Ville.

L'objectif de cet exposé est de rappeler que cette distribution est la distribution génératrice de nombreuses autres distributions temps-fréquence appartenant à la classe des distributions d'énergie covariantes par le groupe des translations en temps et fréquence et encore appelée classe de Cohen. Nous présenterons également une extension physique de cette classe, valable également pour les signaux dits large-bande. Cette extension a été définie dans les années 88-90 par P. et J. Bertrand (ONERA) sous le nom de classe de Bertrand sous la contrainte physique de covariance par le groupe Affine, le groupe des translations et contraction/ dilatations en temps que l'on retrouve par exemple en radar dans le véritable effet Doppler qui contracte ou dilate un signal émis renvoyé par un objet en mouvement. Nous montrerons que l'analyse en ondelettes (Scalogramme), devenue populaire en signal et image dans les années 90, n'est qu'une des nombreuses distributions appartenant à cette classe de Bertrand.

De nombreux exemples illustreront cet exposé.

Pour tout renseignement : haidar@onera.fr