

CONCLUSION.

Au terme de ces dix chapitres il est temps d'en faire un bilan. Ce sera là l'occasion d'abandonner les tournures passives ou impersonnelles qui sont de convention dans le discours scientifique, pour revenir à la première personne, et souligner ce que je pense être l'originalité de ce travail, mais aussi dégager des questions encore ouvertes.

La définition que j'ai présentée sous le nom de relief rationnel me semble paradoxalement être à la fois nouvelle et ancienne. Ancienne car quelques auteurs l'avaient déjà utilisée, mais ils croyaient alors utiliser la définition de Priestley ou celle de Tjøstheim et Mélard. Nouvelle donc car apparue maintenant comme une troisième possibilité, elle a, je l'espère, une définition "propre", autant au sens de propriété par un énoncé des conditions nécessaires et suffisantes de son existence, qu'au sens de propriétés, par une énumération de leur liste.

La méthodologie de modélisation évolutive que j'ai décrite dans la seconde partie s'est construite à partir de travaux de plusieurs auteurs cités au chapitre 4. La modélisation autorégressive dans ses versions "méthodes de covariance" et "méthode de corrélation" est antérieure à mon travail, mais l'introduction du vecteur des projections du signal sur la base des fonctions, qui m'a été permise par une écriture différente du modèle autorégressif évolutif sous la forme que j'ai appelée "synchrone", a été riche de conséquences sur la suite de cette étude, en éclairant le jeu de bascule entre scalaire non-stationnaire et vecteur stationnaire, en insérant le modèle dans une structure (chapitre 5) génératrice d'algorithmes

dits rapides (chapitre 6), et enfin en pointant la direction dans laquelle devaient être recherchées toutes les généralisations à partir du cas autorégressif (chapitres 7 et 8).

Les généralisations ont porté d'une part sur l'adaptation des deux estimateurs autorégressifs existants au traitement de la partie autorégressive du modèle ARMA, et l'introduction dans ce même cadre d'un troisième estimateur "sur-dimensionné". L'apport essentiel me paraît pourtant se situer au niveau de la partie MA du modèle ARMA pour lequel n'existait pas d'estimateur. Dans le premier de ceux décrits ici, le modèle MA non-stationnaire est approximé par un modèle AR d'ordre élevé, évoluant sur la même base de fonctions. Cet estimateur se calcule rapidement mais au prix de plusieurs approximations: celle d'un modèle MA par un modèle AR, celle de la base AR (inverse) par la base d'origine, celle de l'innovation par le résidu AR. Le second estimateur est plus satisfaisant d'un point de vue théorique, mais a l'inconvénient de nécessiter de très longs calculs ce qui limite fortement son usage. A ces estimateurs il faut encore ajouter ceux des deux autres modèles que sont le filtre en treillis et le modèle ARMA déterministe, qui mettent en jeu, pour le premier, un algorithme inspiré de celui de Burg, pour le second, une méthode "à la Prony" ou ce que l'on peut appeler des modèles propres (comme vecteurs propres d'une covariance).

Voyons maintenant une brève liste de quelques unes parmi les questions ouvertes par ce travail mais non résolues.

La première question serait l'éventuelle existence de reliefs rationnels non-rationnels, cette boutade ayant pour objet de rappeler que ce que j'ai appelé ici relief rationnel porte ce nom parce qu'il ne s'applique

qu'aux signaux possédant un modèle d'ordre fini, c'est-à-dire engendrés s'ils étaient stationnaires par une fonction de transfert fraction rationnelle. Une telle restriction est très dommageable pour la généralité de la définition. Peut-on la dépasser ? La réponse passe probablement par l'étude de réalisations du signal avec un état de dimension infinie, les matrices devenant des opérateurs.

Un second point ouvert serait l'amélioration de la méthodologie ARMA, avec comme objectif de trouver une estimation du modèle meilleure que l'actuelle, pour un coût accru le moins possible, devant en tout cas rester moindre que celui de la méthode de factorisation. L'idée serait calquée sur le schéma, efficace dans le cas stationnaire, d'une procédure itérative faisant alterner l'affinement de la partie AR à partir de l'estimation de la partie MA puis celui de cette partie MA à partir de la solution AR trouvée.

Une troisième ouverture à partir des modèles décrits ici serait la recherche d'autres paramètres pour représenter les modèles. On a vu ici les a_i et b_i coefficients du modèle ARMA, et les k_i , coefficients du filtre en treillis. Dans le cas stationnaire, deux autres jeux de coefficients sont très utiles, les logarithmes des rapports d'aire déduits des k_i par $\gamma_i = \text{Log}(1+k_i) - \text{Log}(1-k_i)$ et les coefficients cepstraux déduits des prédicteurs a_i . Les logarithmes des rapports d'aire (LAR, Log Area Ratio) sont utilisés dans l'analyse de la parole, mais poseraient un problème d'estimation non-linéaire si on les exprimait sur une base de fonctions. Les coefficients cepstraux ont montré de très bonnes performances pour les tâches de reconnaissance des formes (EEG, parole, fouillis radar), aussi seraient-ils utiles dans le contexte non-stationnaire, mais un premier essai avait fait apparaître des comportements peu encourageants des modèles décrits par des

coefficients cepstraux évoluant sur une base de fonctions, aussi n'ont-ils pas été étudiés plus avant.

Une quatrième interrogation clora cette liste sans l'épuiser, en demandant quelles sont les bases de fonctions les plus appropriés à la modélisation évolutive. Il est clair qu'elles dépendront du signal à analyser, aussi la question se décompose-t-elle en deux. Peut-on dire, sans aucune information préliminaire sur le signal que certaines bases seront meilleures ou fourniront de meilleurs estimateurs, et si oui, quelles sont ces bases. D'autre part, est-il possible de trouver pour un type de signal donné, dont on a éventuellement mesuré de nombreux spécimens, quelle base de fonctions lui est la mieux adaptée ? Si la première question a presque sûrement une réponse négative, la seconde soulève un problème méthodologique délicat et encore trop peu exploré.

Et derrière ces questions, celle-ci: que sera l'avenir des méthodes évolutives ?