

Visualisation des déformations volumiques du ventricule gauche à partir d'images échocardiographiques acquises pendant un cycle cardiaque

Christophe Léger*, Long Dang Nguyen**

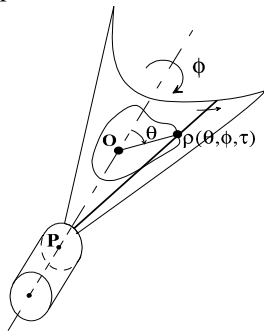
*LESI (Laboratoire d'Electronique Signaux Images)
Université d'Orléans, 12, rue de Blois, BP 6744, 45067 Orléans Cedex 2, France
E-mail: Christophe.Leger@lesi.univ-orleans.fr

**CHRO (Centre Hospitalier Régional d'Orléans)
Boulevard de l'Hôpital, 45100 Orléans, France
E-mail: nguyend@valcofim.fr

Le programme VG4D (Ventricule Gauche en 4 dimensions) développé par le LESI (Laboratoire d'Electronique, Signaux, Images de l'Université d'Orléans) permet d'observer les déformations volumiques du ventricule gauche du cœur, à partir d'images échocardiographiques acquises pendant un seul cycle cardiaque [1].

Un balayage rapide du volume ventriculaire est obtenu avec une sonde ultrasonore trans-thoracique tournante spécialement développée par la société Vernon¹. L'originalité de cette sonde à balayage électronique provient de la mise en rotation rapide (jusqu'à huit tours par seconde) du capteur piézo-électrique autour de l'axe principal de la sonde. Branchée sur un échographe Esaote², la sonde peut être utilisée comme une sonde classique pour saisir dans un plan fixe des coupes apicales habituelles du ventricule gauche. Lorsqu'elle est mise en rotation, elle fournit alors des coupes apicales sous des orientations différentes. Le capteur ultrasonore tournant de manière continue pendant l'acquisition, les images obtenues sont acquises en suivant des surfaces coniques, et non pas dans des plans comme habituellement. Néanmoins, l'axe de la sonde différant très peu de l'axe du ventricule, chaque image correspond approximativement à une coupe méridienne du ventricule.

Après acquisition pendant un cycle cardiaque, les images numériques sont transférées de l'échographe vers un ordinateur PC. Les contours du VG sont déterminés sur toutes les images acquises, en utilisant un modèle fréquentiel dont l'initialisation ne nécessite que six contours tracés à la main par un opérateur. Un modèle harmonique quadri-dimensionnel direct permet alors de restituer les déformations



volumiques du ventricule à partir des contours obtenus pendant le cycle (de durée T). Les données sont les rayons 3D instantanés $\rho(\theta, \phi, \tau)$ du volume ventriculaire dans le repère de la sonde où est définie une origine interne fixe O. A chaque position du faisceau ultrasonore, à l'instant réduit $\tau=t/T$, sont associés deux rayons ρ définis par des angles polaires θ et azimutal ϕ différents. Après conditionnement pour éviter toute discontinuité aux extrémités du cycle, les rayons $\rho(\theta, \phi, \tau)$ sont rassemblés dans une grille 3D représentative d'une période tri-dimensionnelle. Dans cette grille, le volume du VG est l'hypersurface tri-périodique la plus proche des données. Limitant l'ajustement à un ellipsoïde de troncature, les coefficients de Fourier 3D de cette hypersurface sont calculés par un algorithme itératif. La

pseudo interpolation 4D ainsi réalisée entre les données permet d'obtenir le volume du VG à tout instant du cycle cardiaque. Des mesures courantes sont alors réalisées : estimation des volumes télédiastoliques et télésystoliques, évaluation de la fraction d'éjection, représentation de l'évolution du volume endocardique gauche au cours du temps.

Une validation clinique des résultats obtenus est en cours à l'hôpital d'Orléans. Les volumes obtenus sont comparés à d'autres méthodes d'analyse cardiaque de référence, comme la tomo-scintigraphie synchronisée.

- [1] Cl. Bonciu, R. Weber, L. D. Nguyen, *4-D reconstruction of the left ventricle from a single cycle ultrasound acquisition*, Signal Processing IX, Theories and Applications, Proceedings of EUSIPCO-98, Vol. 2, pp. 677-680, Sep. 1998.

¹ Vernon, 168 rue du Général Renault, 37000 Tours cedex, France

² Esaote Biomedica, Ultrasound, via Siffredi, 58, 16153 Genoa, Italie.