

Estimation du mouvement intra-cardiaque sur de l'échographie de contraste.

GDT IMEDOC - Echo PIV

Lugiez Mathieu

Doctorant
Laboratoire L3i/MIA
Université de La Rochelle
encadré par:

Michel Ménard - L3i - La Rochelle
Abdallah El-Hamidi - MIA - La Rochelle

28 Mai 2009

Partenaires

- Partenaires :
 - CHRU de Poitiers - Damien Coisne (Consortium FISC)
 - IRPHE de Marseille - équipe Biomeca
 - MIA : Renaud Péteri
 - L3i : Michel, Sloven, Mathieu

Partenaires

● Partenaires :

- CHRU de Poitiers - Damien Coisne (Consortium FISC)
- IRPHE de Marseille - équipe Biomeca
- MIA : Renaud Péteri
- L3i : Michel, Sloven, Mathieu

● Travail effectué

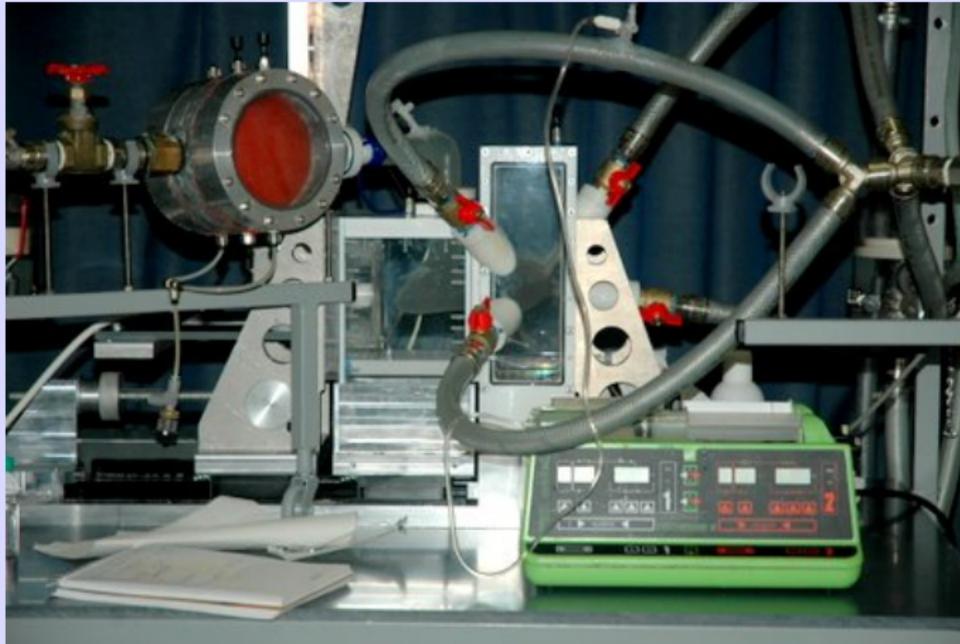
- Stage de Master Professionnel de Sloven Dubois
Développement et adaptation d'algorithmes de suivi de particules en échographie de contraste.
- Euroecho 10 - 2006 : *Assessment of 2D Velocity Field Using Contrast Echo. Comparison of Weiner Filtering and Cross-correlation Method.*
- IMFSH - 2007 : *ECHO-PIV : Une Nouvelle Méthode d'Estimation de Champ de Vitesse 2D par l'Echographie.*
- Campagne de mesure à Marseille : Juin 2008

Le modèle artificiel de l'IRPHE



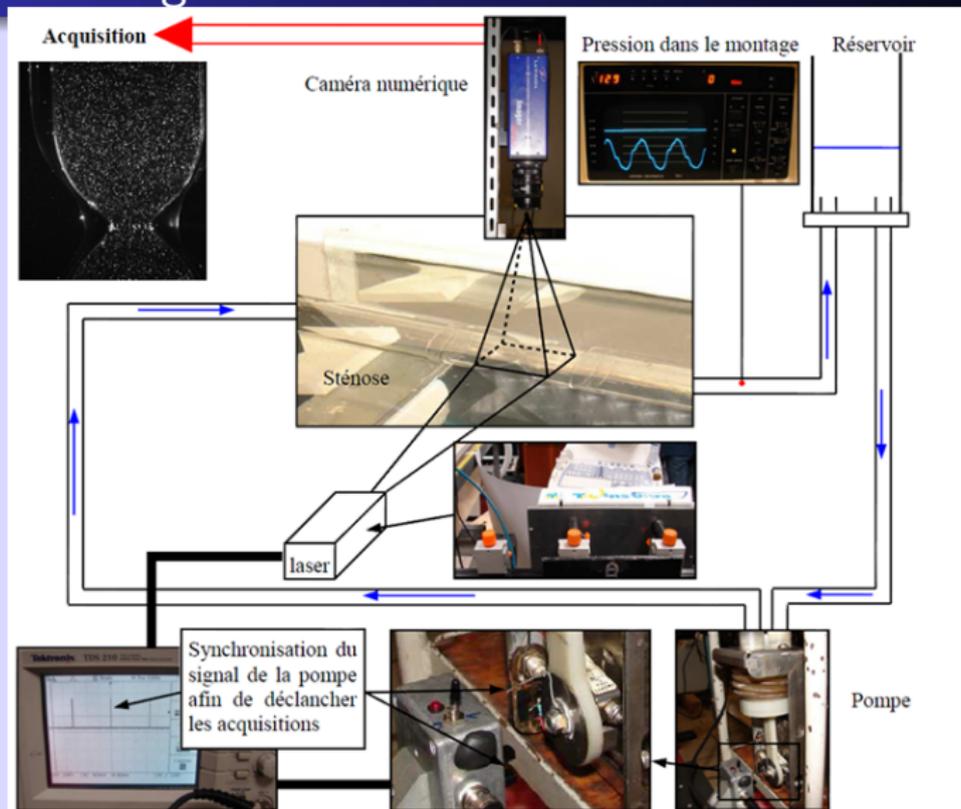
Coeur artificiel de l'IRPHE - Equipe Biomeca

Le modèle artificiel de l'IRPHE

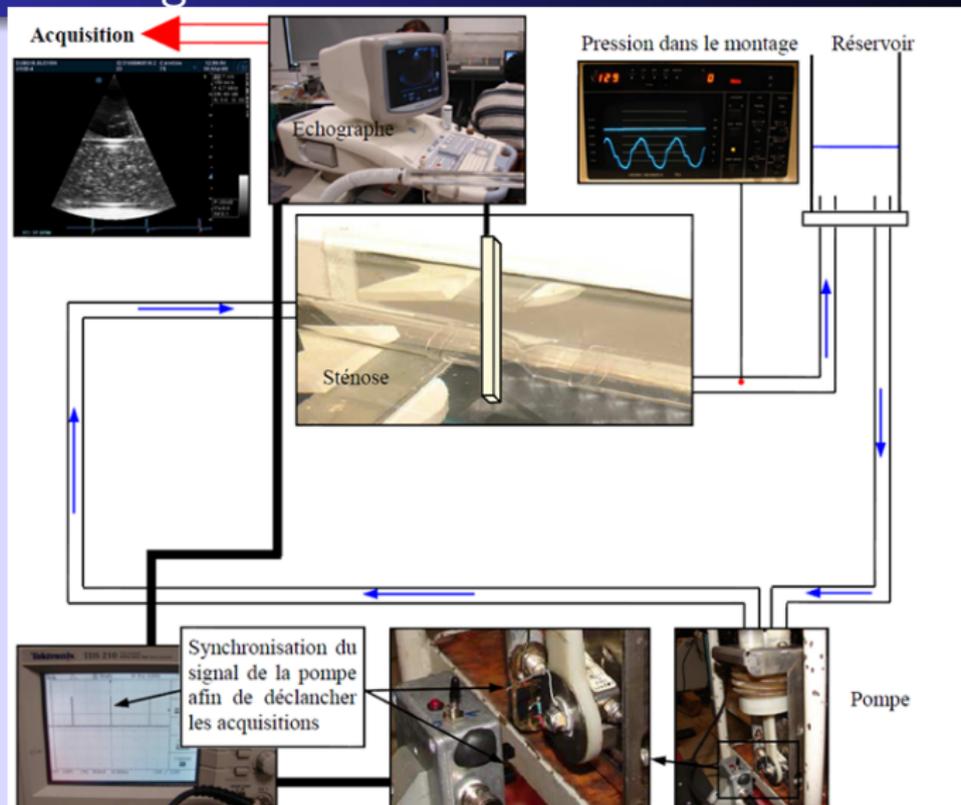


Coeur artificiel de l'IRPHE - Equipe Biomeca

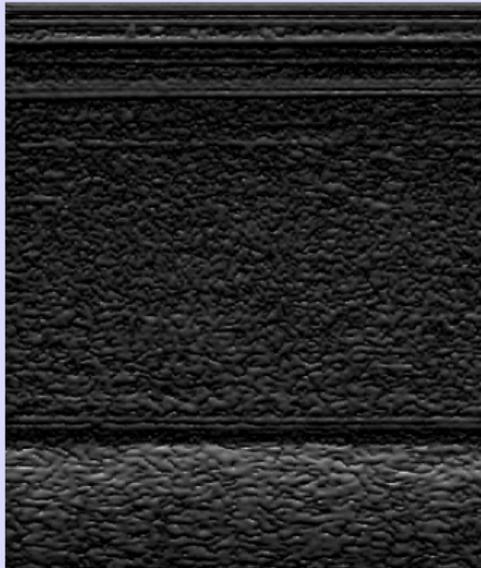
Protocole imagerie Laser PIV



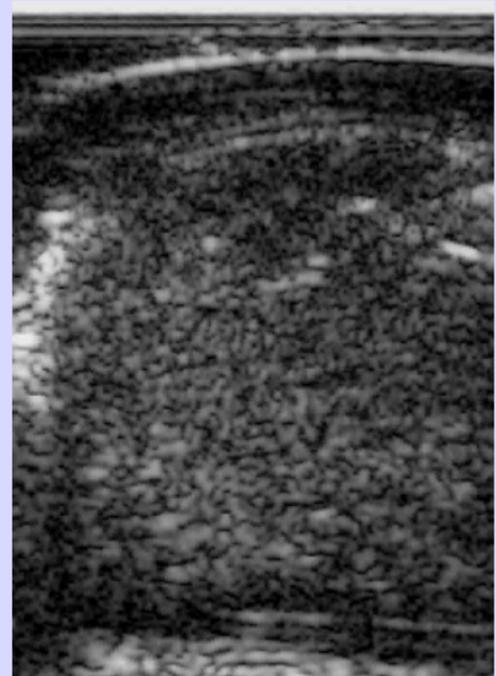
Protocole imagerie Echo



Imagerie Echo



Flux laminaire issu d'Echo



Séquence Echo en sortie de sténose

Rappel sur le coeur

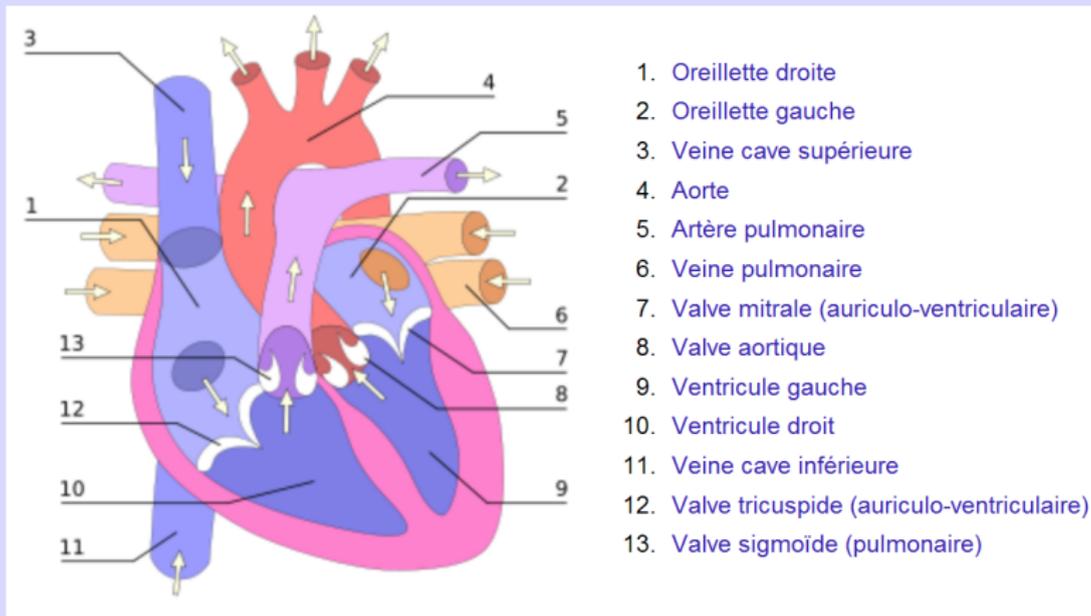
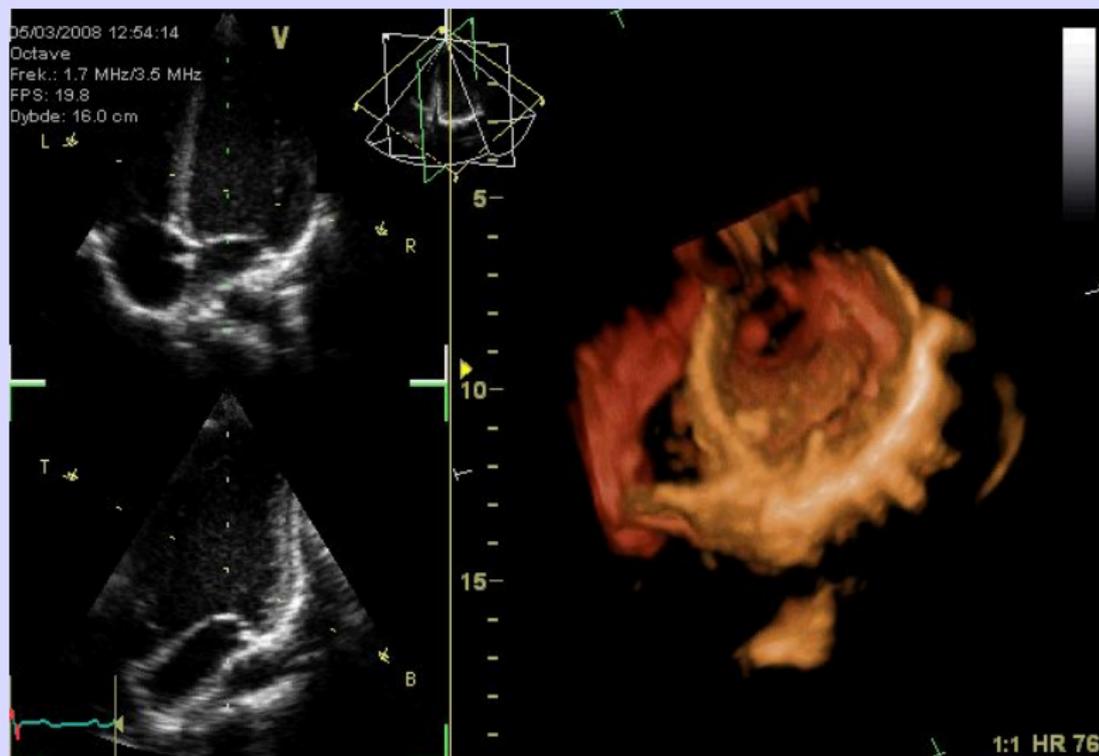
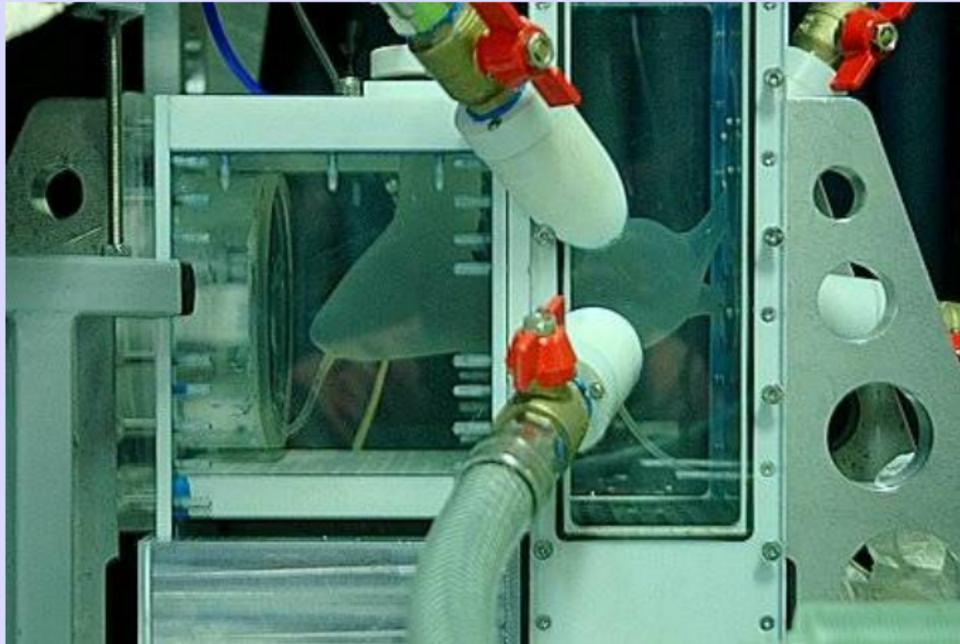


Schéma du coeur humain (Wikipedia)

Echographie 3D+t de la Mitrale

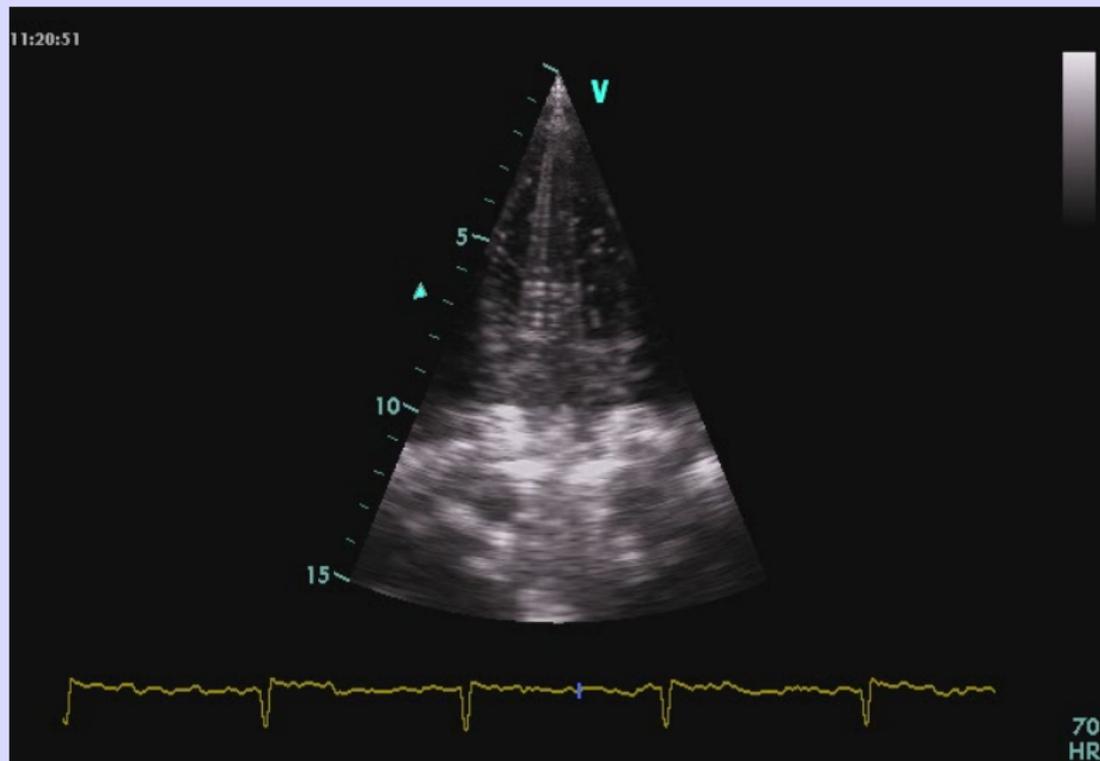


Le modèle artificiel de l'IRPHE

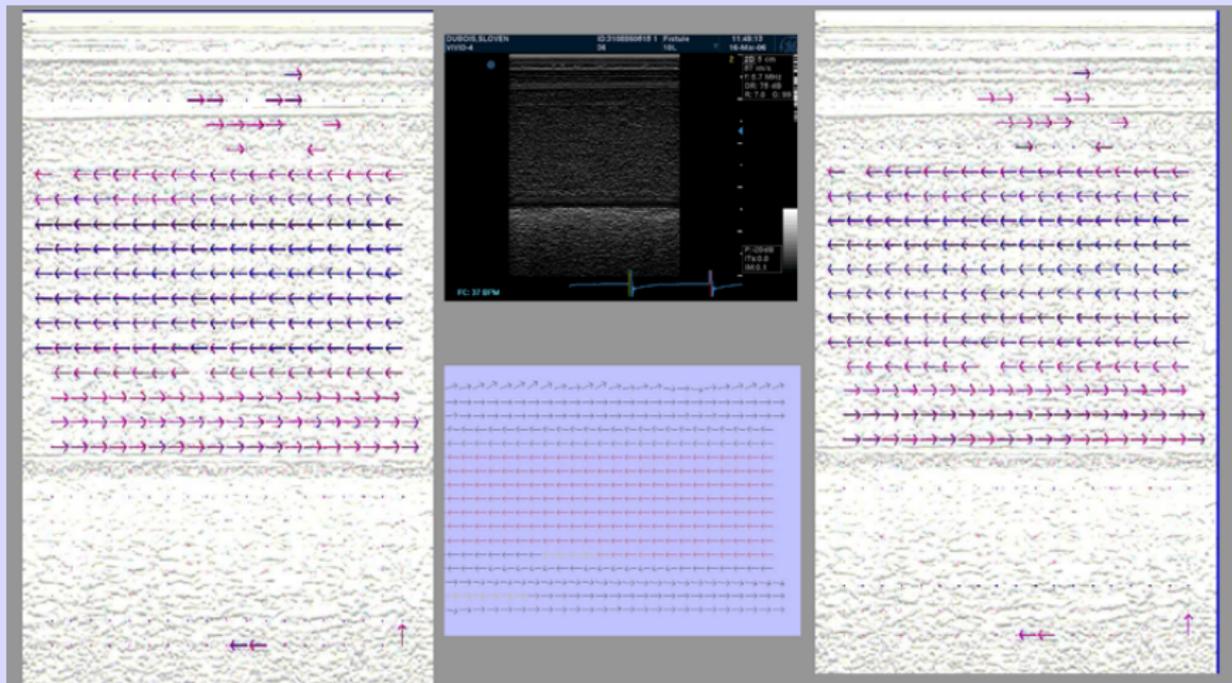


Coeur artificiel de l'IRPHE - Equipe Biomeca

Séquence Echo du coeur artificiel



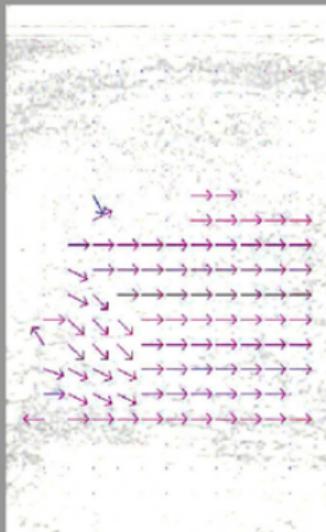
Résultats : Laminar flow - [Coisne et al. EuroEcho 10]



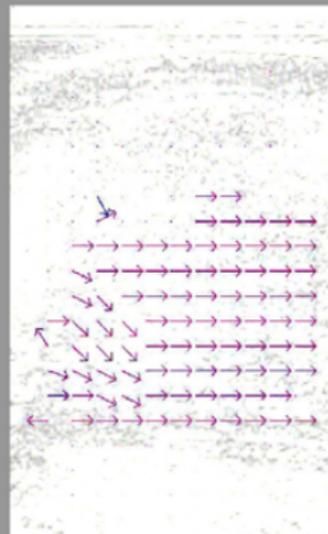
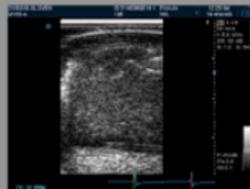
Correlation

Wiener filter

Résultats : Back flow - [Coisne et al. EuroEcho 10]



Correlation



Wiener filter

EDP et opérateur de trace

$$\partial_s I(x, s) = \underbrace{\bar{\mu}_1^t (\alpha_{1,\Sigma} H_\Sigma + \alpha_{1,T} H_T)}_{E_1(x,s)} \bar{\mu}_1 + \underbrace{\bar{\mu}_3^t (\alpha_{3,\Sigma} H_\Sigma + \alpha_{3,T} H_T)}_{E_3(x,s)} \bar{\mu}_3$$

$E_1(x, s)$ est une diffusion gaussienne, assurant l'agrandissement de l'horizon.

$E_3(x, s)$ est une diffusion dans la direction du mouvement apparent, assurant également l'agrandissement de l'horizon mais aussi un champ régularisé.

avec :

$$H_\Sigma = \begin{pmatrix} \partial_{xx} I & \partial_{xy} I & 0 \\ \partial_{xy} I & \partial_{yy} I & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad H_T = \begin{pmatrix} 0 & 0 & \partial_{xt} I \\ 0 & 0 & \partial_{yt} I \\ \partial_{xt} I & \partial_{yt} I & \partial_{tt} I \end{pmatrix}$$

$$\mu_1^t = (\partial_x I \quad \partial_y I \quad \partial_t I) \quad \mu_3^t = (-\partial_x I \quad \partial_t I \quad -\partial_y I \quad \partial_t I \quad \partial_x I^2 + \partial_y I^2)$$

On itère ensuite sur la séquence :

$$I^{k+1} = I^k + dt \partial_s I(x, s) \Leftrightarrow \text{trace}(TH)$$

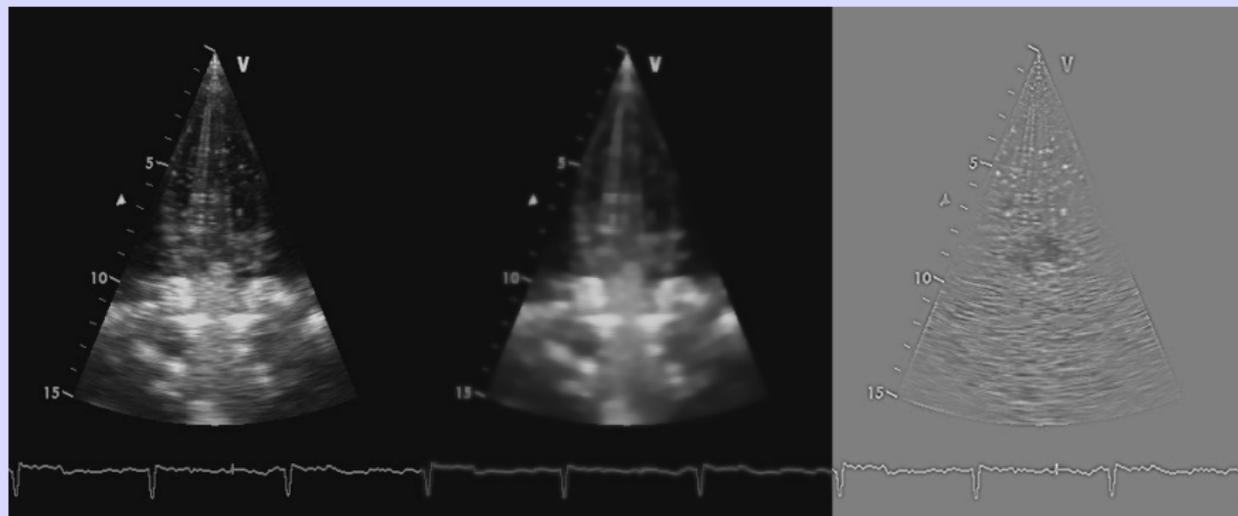
L'application itérative fournie au processus, à chaque étape, un champ vectoriel du mouvement apparent, champ calculé sur la séquence traitée à l'étape précédente. On obtient ainsi, des champs denses et régularisés, résolvant, tout du moins en grande partie, le problème de l'ouverture.

Modèle Aujol-Chambolle

Ce modèle repose sur l'utilisation des normes duales, basées sur les espaces BV , G et E

$$\inf_{(u,v,w) \in BV \times G \times E} F(u, v, w) = \underbrace{J(u)}_{\text{Regularisation TV - Géométrie}} + \underbrace{J^*\left(\frac{v}{\mu}\right)}_{\text{Extraction de la Texture}} + \underbrace{B^*\left(\frac{w}{\delta}\right)}_{\text{Extraction du Bruit par seuillage}} + \underbrace{\frac{1}{2\lambda} \|f - u - v - w\|_X^2}_{\text{Partie résiduelle}}$$

Décomposition spatiotemporelle (modèle AC)

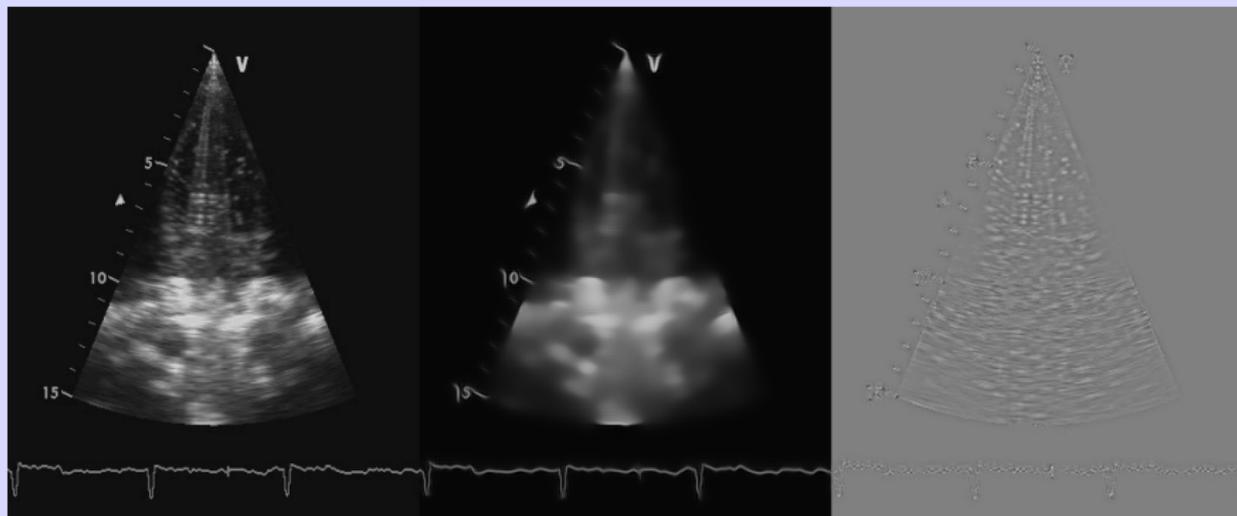


Séquence originale

Composante géométrique

Composante texture dynamique

Décomposition anisotrope et métrique Rimanienne

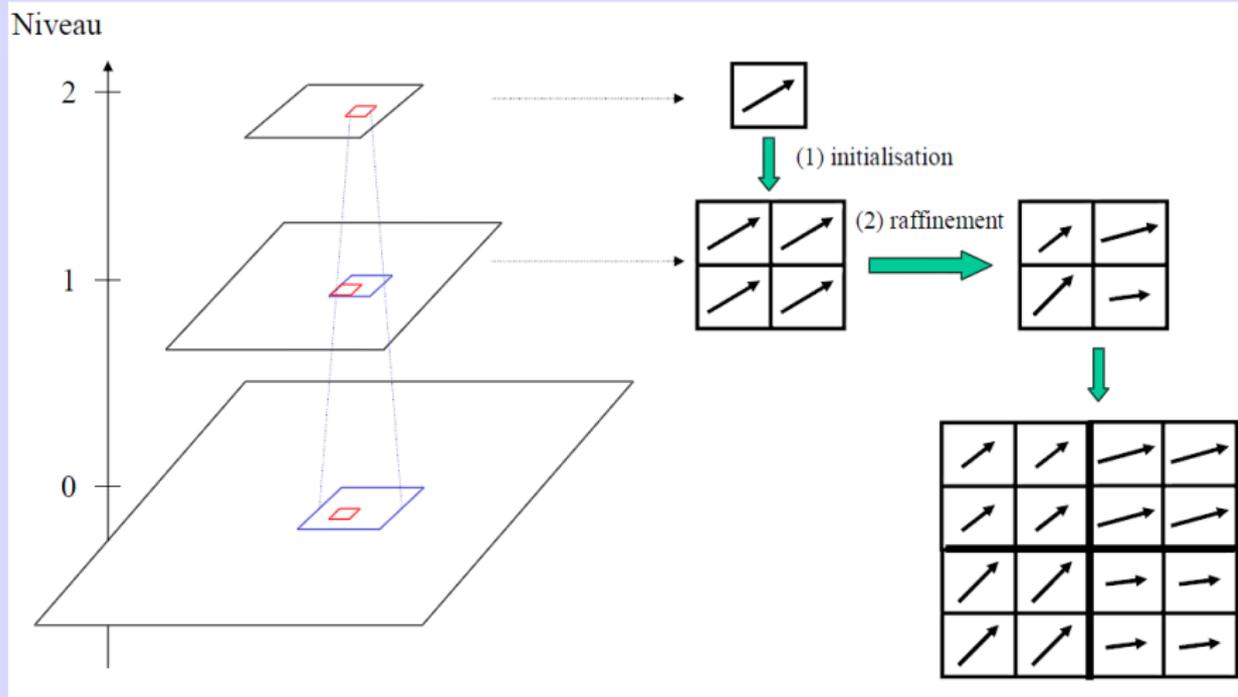


Séquence originale

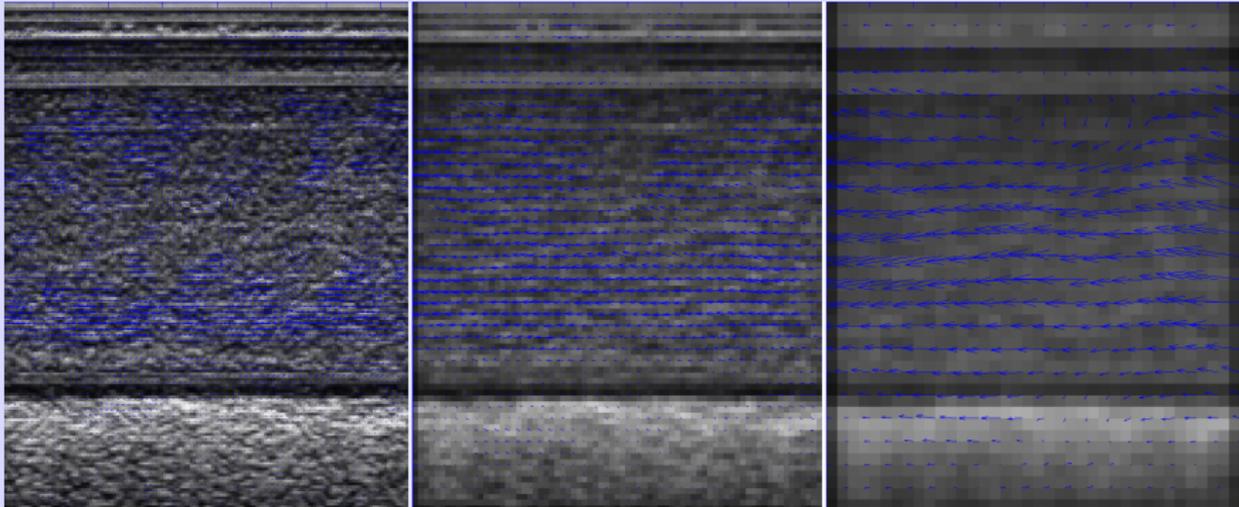
Composante géométrique

Composante texture dynamique

Approche Multi-Echelle



Approche Multi-Echelle (sans raffinement)

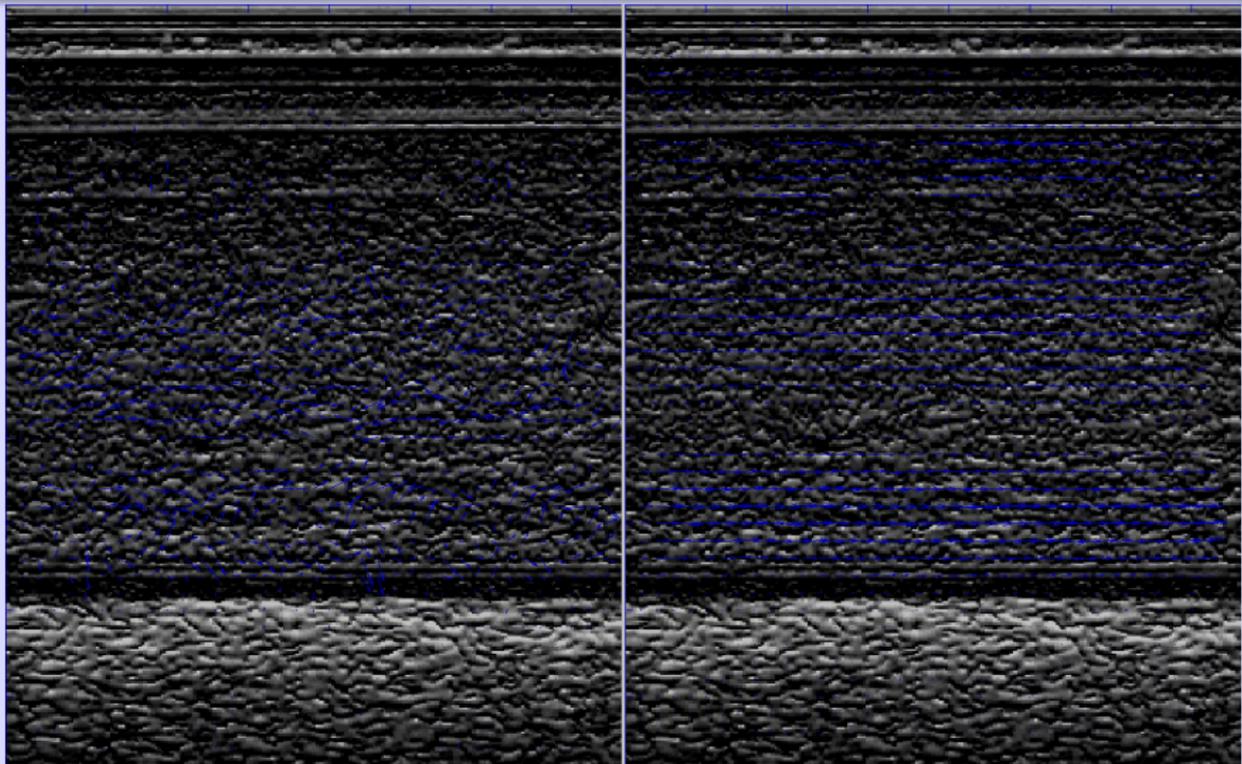


Echelle 1

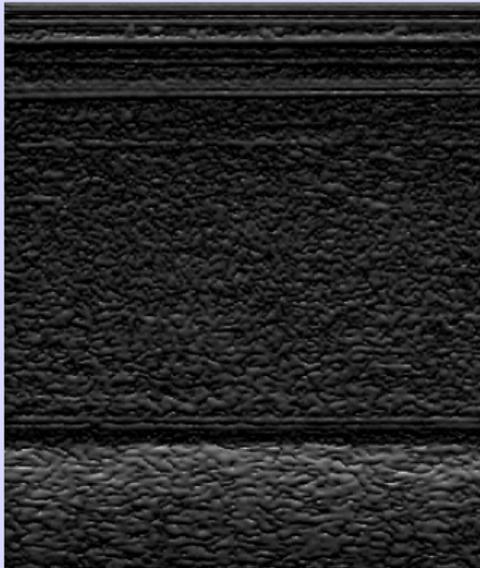
Echelle 2

Echelle 3

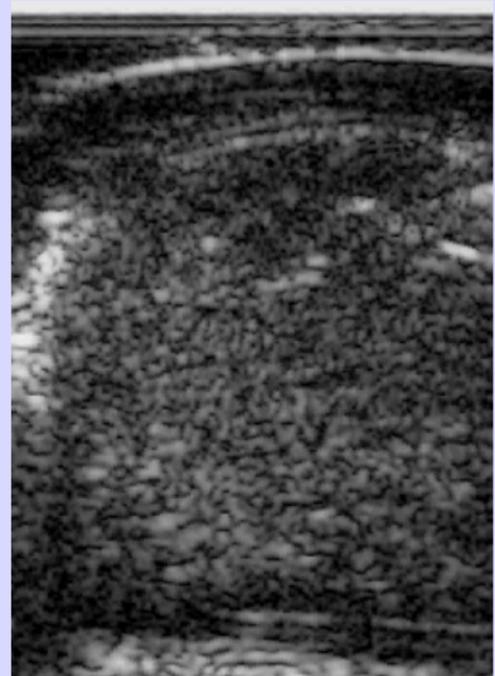
Approche Multi-Echelle



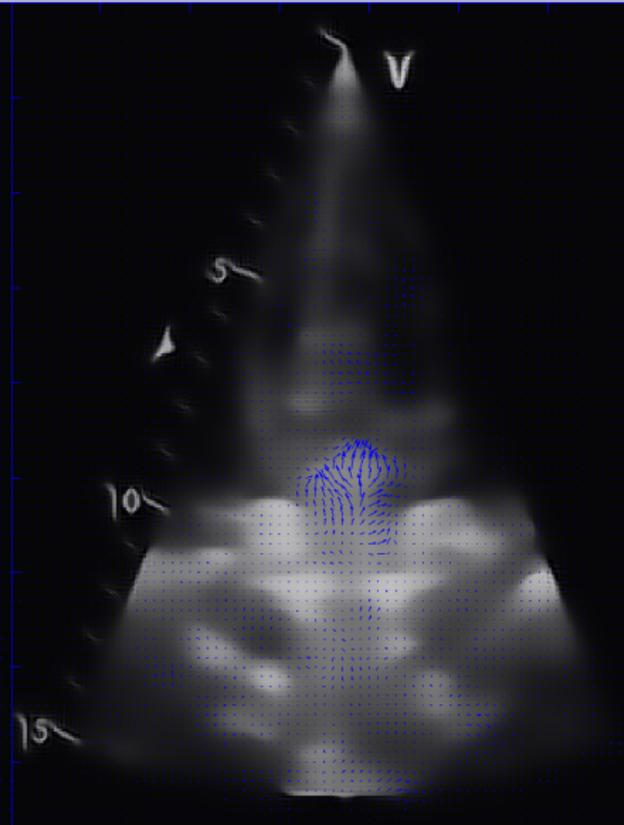
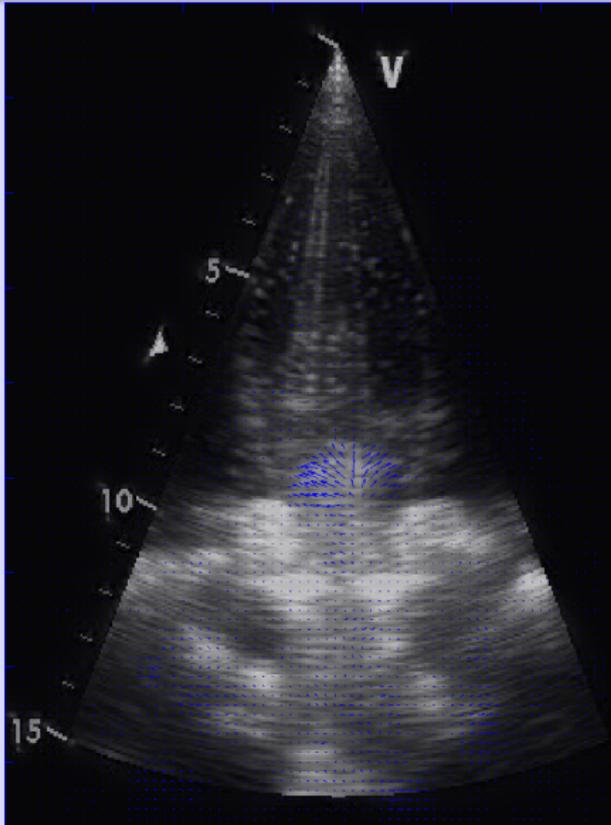
Résultats en cour



Flux laminaire issu d'Echo



Séquence Echo en sortie de sténose



Perspectives

- Meilleur raffinement entre échelle

Perspectives

- Meilleur raffinement entre échelle
- Lissage anisotropique du champs de vecteurs

Perspectives

- Meilleur raffinement entre échelle
- Lissage anisotropique du champs de vecteurs
- Correction des vecteurs vitesses sur un voisinage

Perspectives

- Meilleur raffinement entre échelle
- Lissage anisotropique du champs de vecteurs
- Correction des vecteurs vitesses sur un voisinage
- Comparaison avec PIV intra-cardiaque (stage M2 à l'IRPHE)

Perspectives

- Meilleur raffinement entre échelle
- Lissage anisotropique du champs de vecteurs
- Correction des vecteurs vitesses sur un voisinage
- Comparaison avec PIV intra-cardiaque (stage M2 à l'IRPHE)
- Choix de la concentration du liquide echo-refrétant

Perspectives

- Meilleur raffinement entre échelle
- Lissage anisotropique du champs de vecteurs
- Correction des vecteurs vitesses sur un voisinage
- Comparaison avec PIV intra-cardiaque (stage M2 à l'IRPHE)
- Choix de la concentration du liquide echo-refrétant
- Mise en place d'un protocole qualitatif (angle et phase)

Perspectives

- Meilleur raffinement entre échelle
- Lissage anisotropique du champs de vecteurs
- Correction des vecteurs vitesses sur un voisinage
- Comparaison avec PIV intra-cardiaque (stage M2 à l'IRPHE)
- Choix de la concentration du liquide echo-refrétant
- Mise en place d'un protocole qualitatif (angle et phase)
- Choix de la méthode de détection du mouvement en fonction de la composante (Géométrie et texture)

Conclusion

- Milieu très perturbé
- Limite de l'échantillonnage spatial et temporel lors de l'acquisition
- Comparaison délicate
- Déjà en concurrence

- Problématique novatrice
- Projet valorisant et porteur

Merci pour votre attention

Quelques idées ? ? ? ?