

# 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

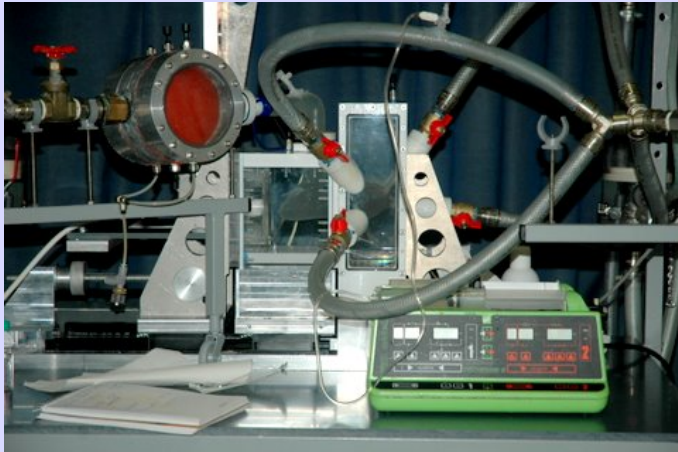
- Stage de Master Professionnel de Sloven Dubois  
*Développement et adaptation d'algorithmes de suivi de particules en échographie de contraste.*
- Euroecho 10 - 2006 : *Assessment of 2D Velocity Field Using Contrast Echo. Comparison of Weiner Filtering and Cross-correlation Method.*
- IMFSH - 2007 : *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



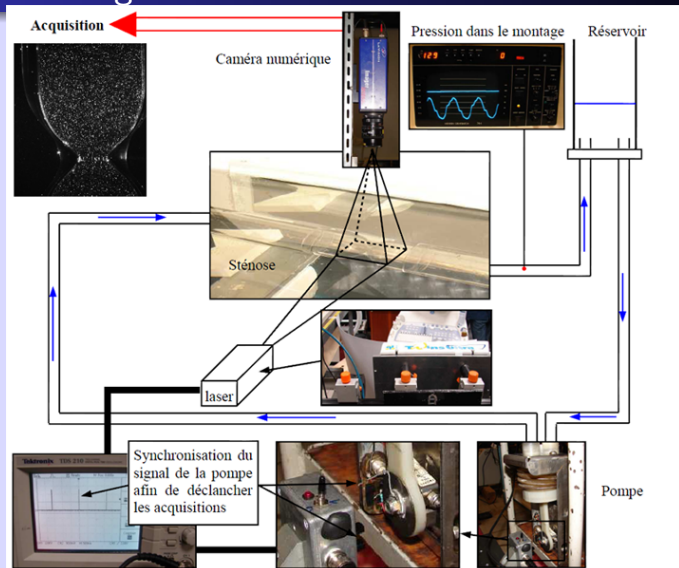
Coeur artificiel de l'IRPHE - Equipe Biomeca

# Le modèle artificiel de l'IRPHE

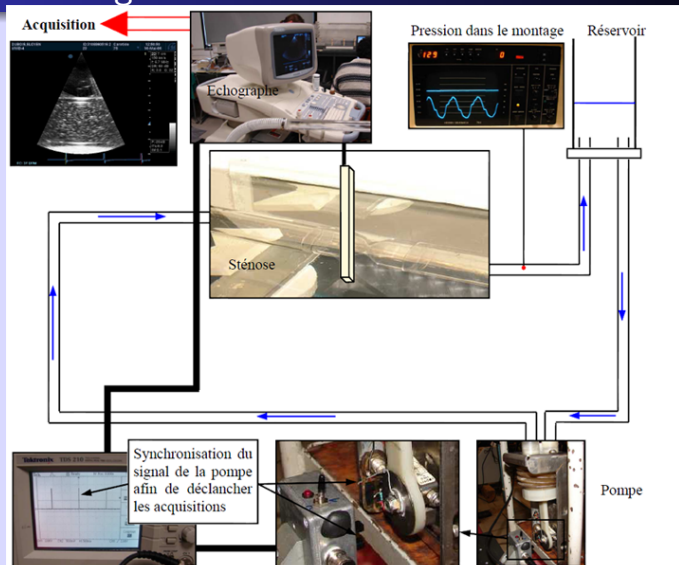


Coeur artificiel de l'IRPHE - Equipe Biomeca

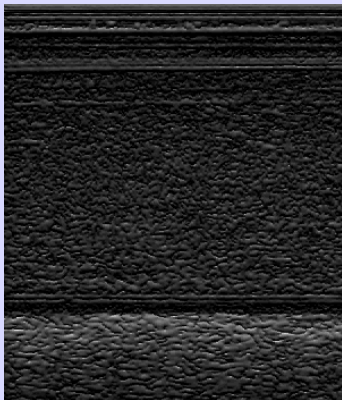
# Protocole imagerie Laser PIV



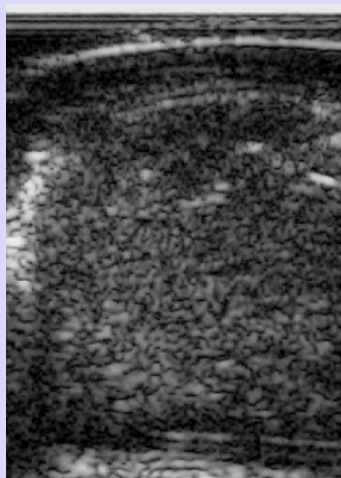
# Protocole imagerie Echo



# Imagerie Echo



Flux laminaire issu d'Echo



Séquence Echo en sortie de sténose



## Rappel sur le coeur

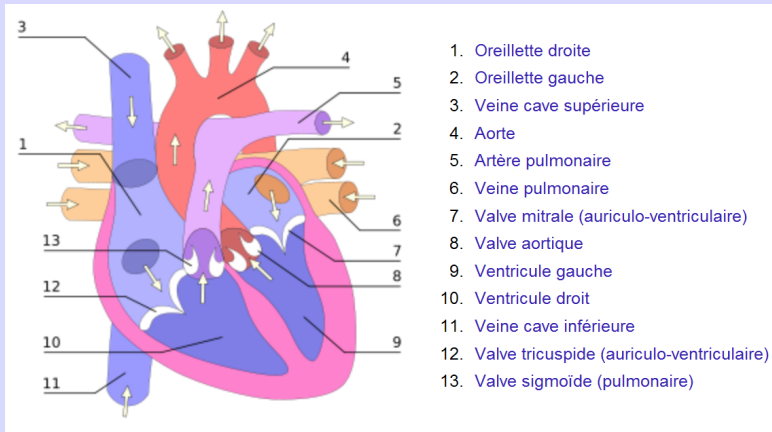
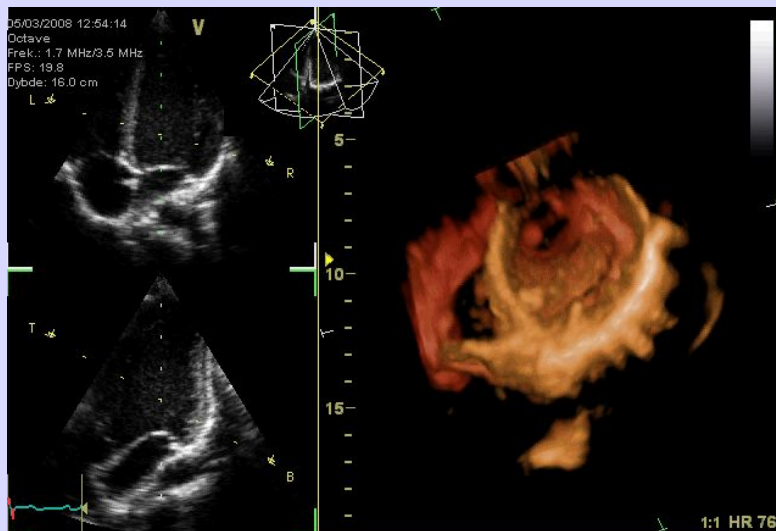
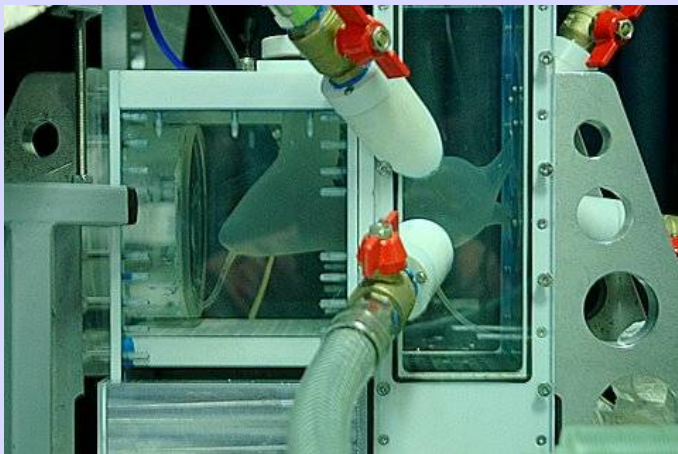


Schéma du coeur humain (Wikipedia)

## Echographie 3D+t de la Mitrale

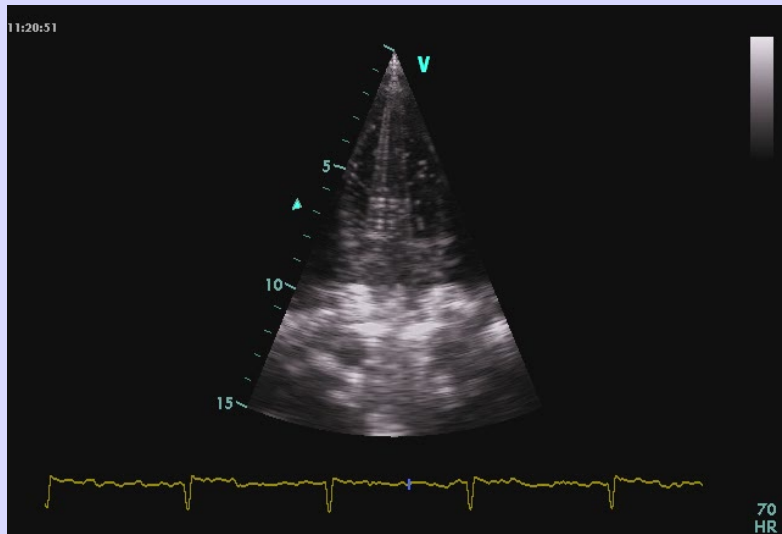


# Le modèle artificiel de l'IRPHE

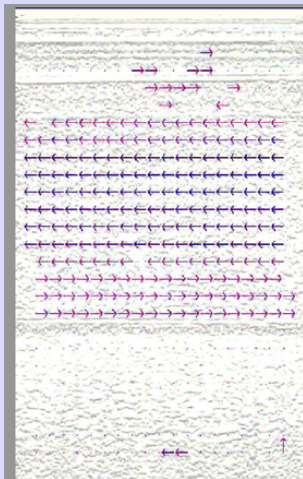


Coeur artificiel de l'IRPHE - Equipe Biomeca

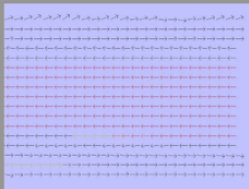
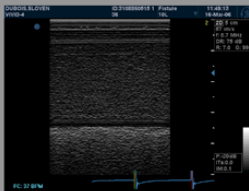
# Séquence Echo du coeur artificiel



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

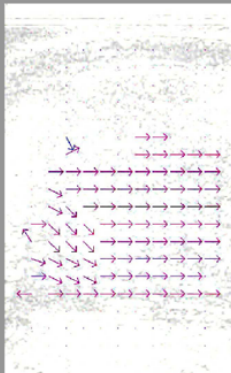


Correlation

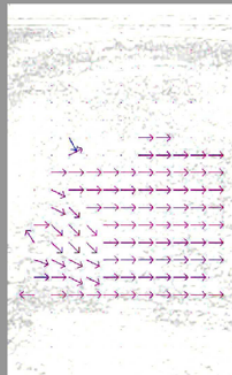
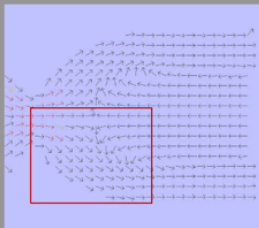
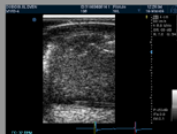


Wiener filter

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



Correlation



Wiener filter

## EDP et opérateur de trace

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

$E_1(x, s)$  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 :

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

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

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.

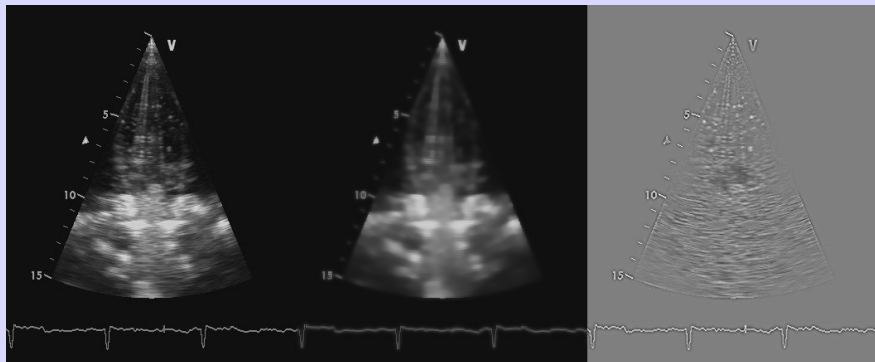
# Modèle Aujol-Chambolle

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)

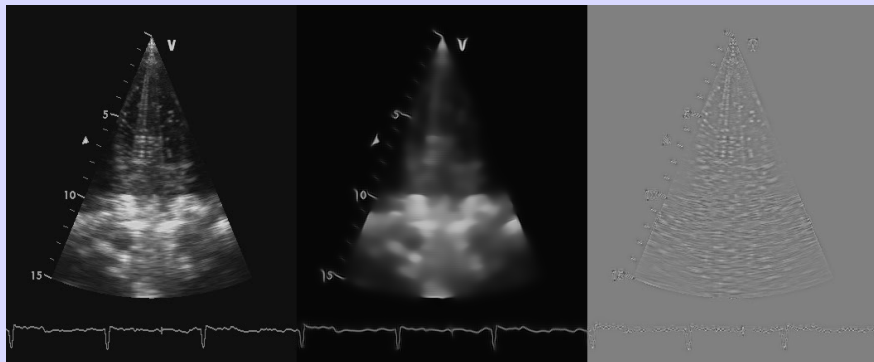


Séquence originale

Composante géométrique

Composante texture dynamique

# Décomposition anisotrope et métrique Rimanienne

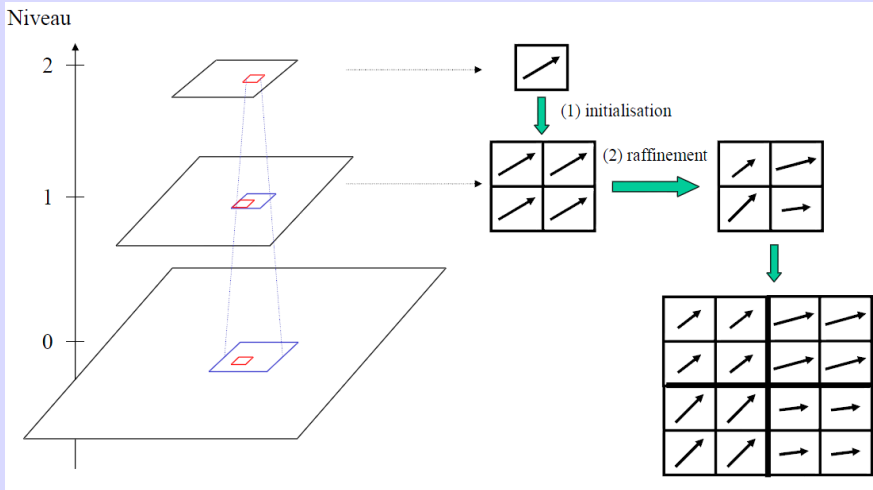


Séquence originale

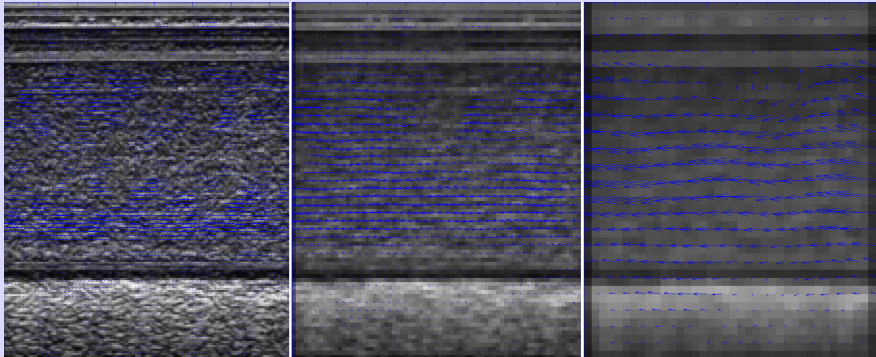
Composante géométrique

Composante texture dynamique

# Approche Multi-Echelle



# Approche Multi-Echelle (sans raffinement)

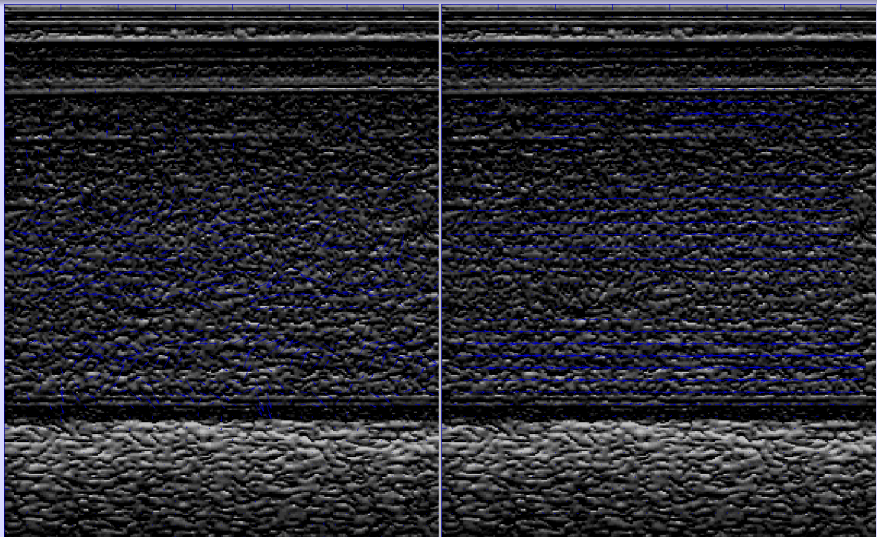


Echelle 1

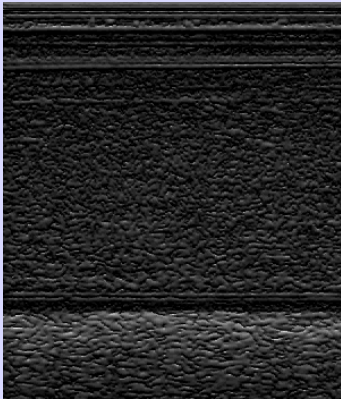
Echelle 2

Echelle 3

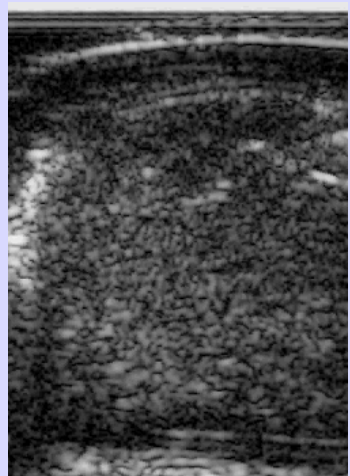
# Approche Multi-Echelle



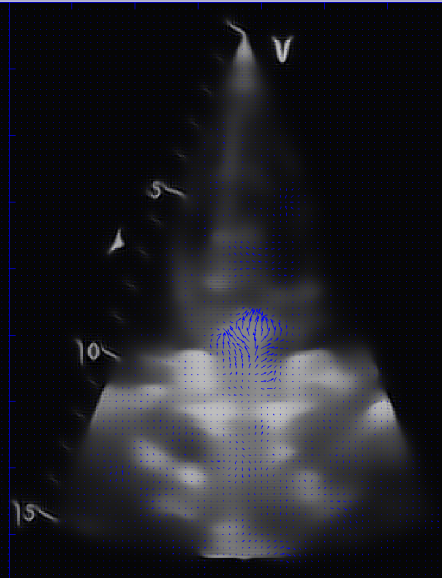
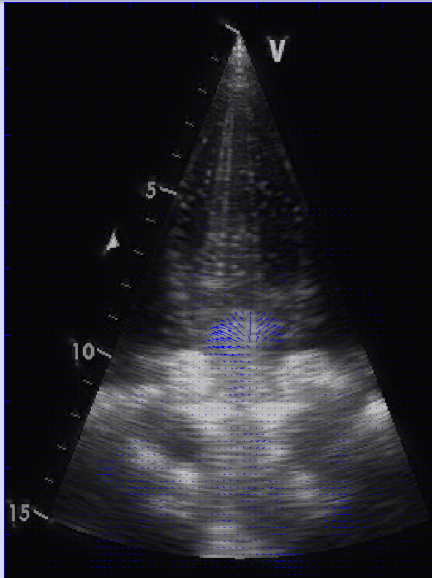
## Résultats en cour



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 ????