

# Applications de la micro - PIV dans des écoulements libre et confiné

M. R. Vetrano\*, V. Ruwet\*, F. Lebeau\*\*, P. Corieri\*, J. van Beeck\* and M. Riethmuller\*

\*Institut von Karman de Dynamique des Fluides,

\*\*Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux -UMC

Belgique



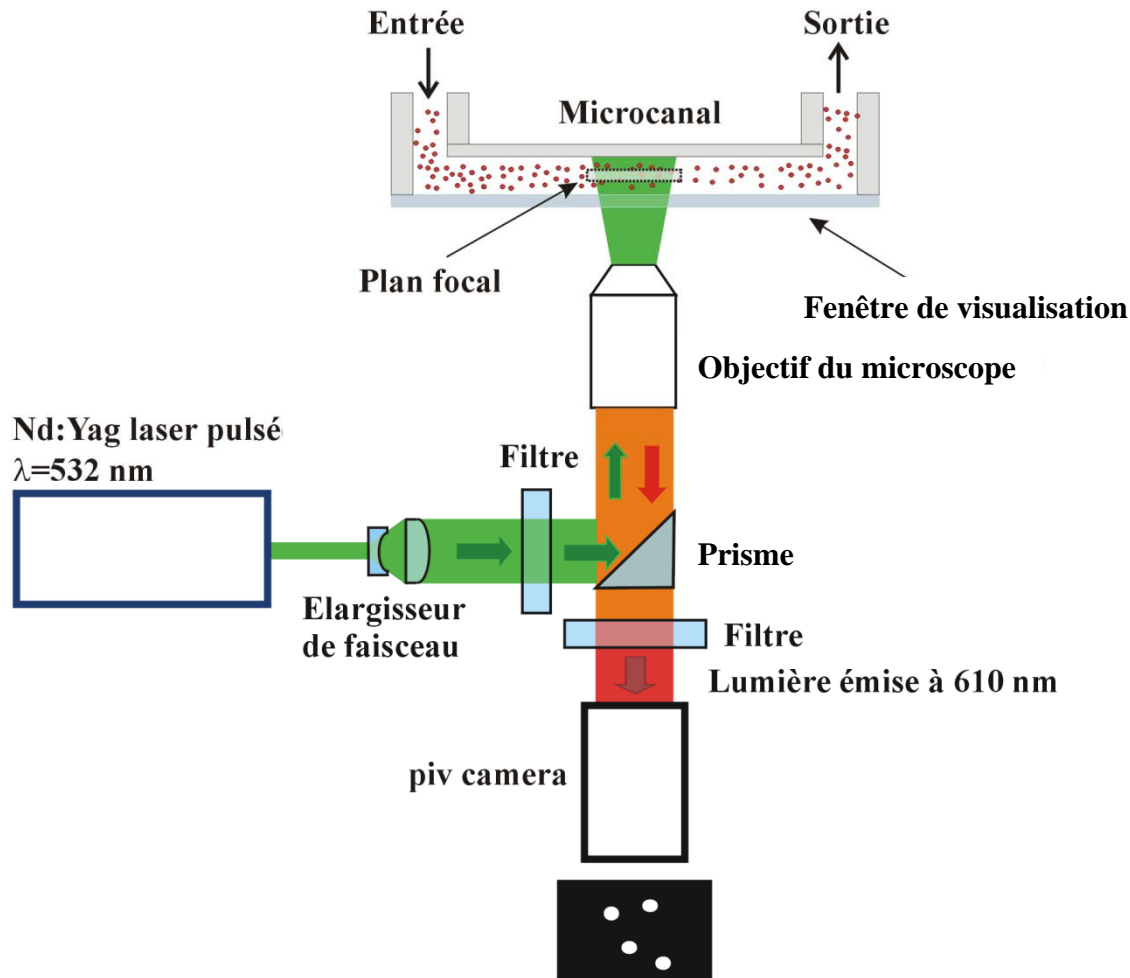
# Contenu de l'exposé

- La technique  $\mu$ PIV
- Application aux écoulements confinés (bifurcation pulmonaire échelle 1:1)
- Application aux écoulements libres (gouttes)
- Conclusions

# Contenu de l'exposé

- La technique  $\mu$ PIV
- Application aux écoulements confinés (bifurcation pulmonaire échelle 1:1)
- Application aux écoulements libres (gouttes)
- Conclusions

# La technique $\mu$ PIV - I -



Illumination d'un volume

Plan de mesure

Plan focal du système optique

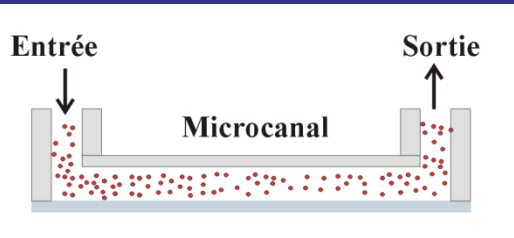
Ensemencement

Particules fluorescentes

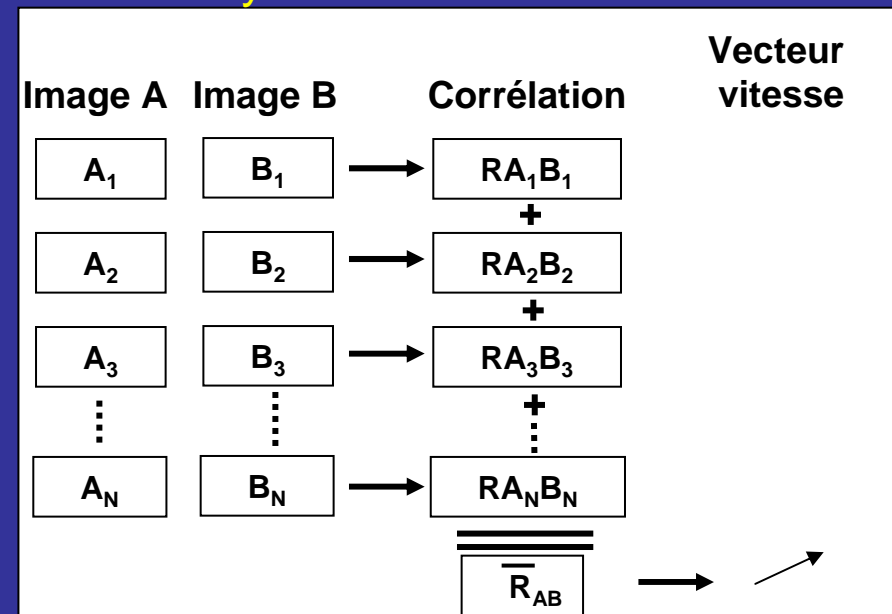
# Concentration des traceurs et moyenne d'ensemble

**SNR : Rapport signal bruit**

Profondeur du micro-canal ( $\mu\text{m}$ )	Concentration des traceurs (volume)			
	0.01 %	0.02 %	0.04 %	0.08 %
25	2.2	2.1	2.0	1.9
50	1.9	1.7	1.4	1.2
125	1.5	1.4	1.2	1.1
170	1.2	1.2	1.1	1.0



**Moyenne des corrélations**



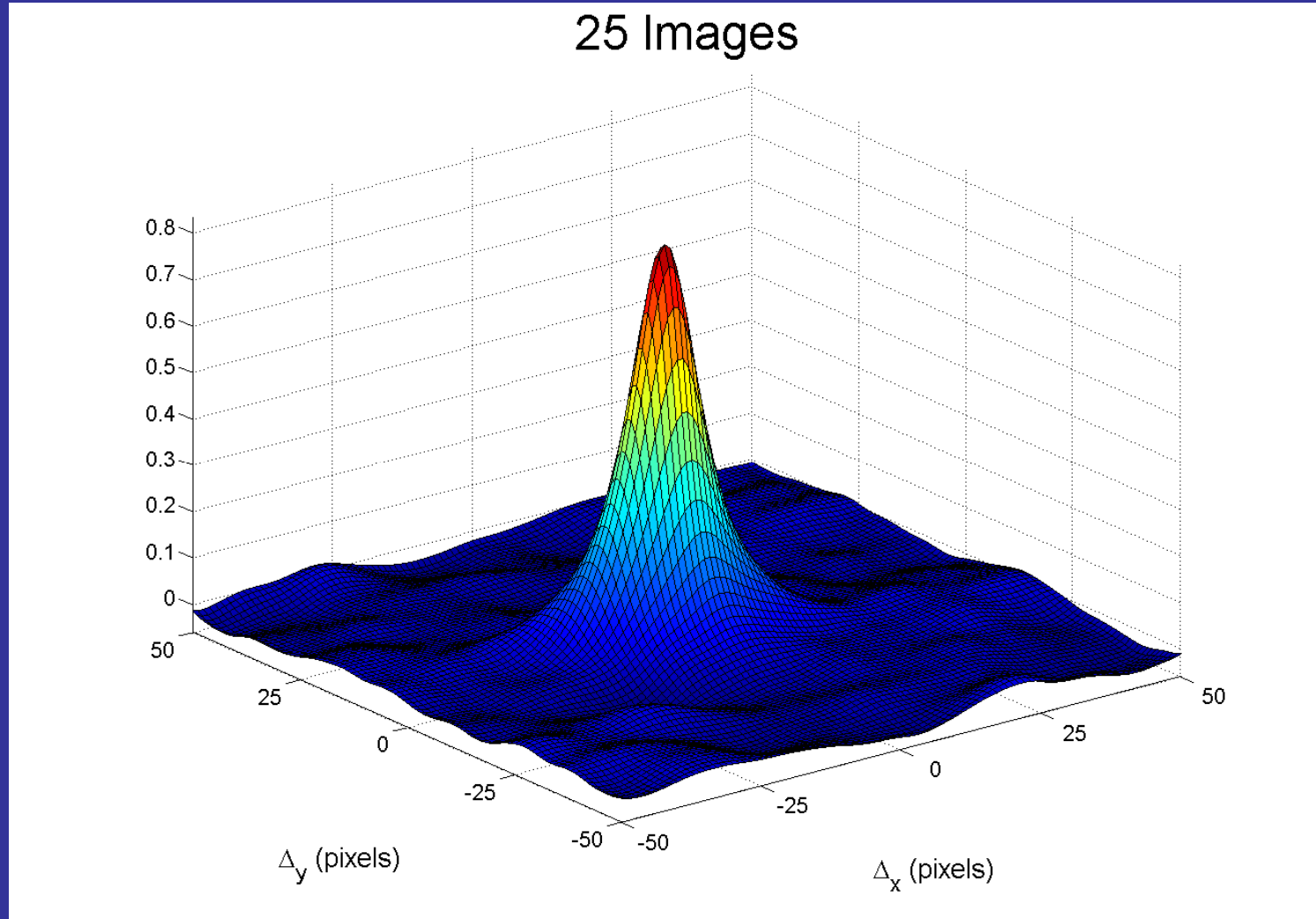
**Micro-écoulement**

- Laminaire
- Écoulement à vitesse constante ou périodique
- Écoulement à petit nombre de Reynolds



**vitesse moyenne de l'écoulement**

# Moyenne d'ensemble

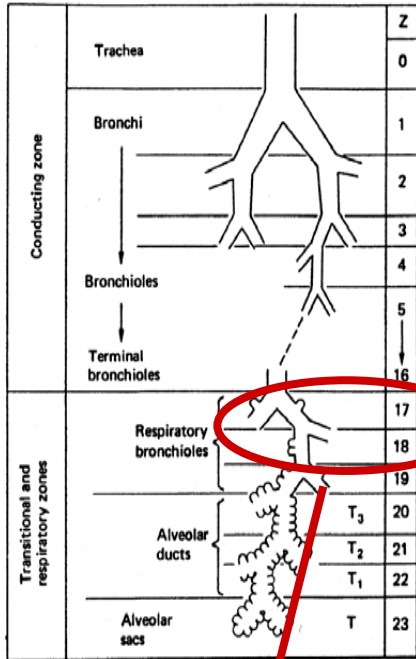


# Contenu de l'exposé

- La technique  $\mu$ PIV
- Application aux écoulements confinés (bifurcation pulmonaire échelle 1:1)
- Application aux écoulements libres (gouttes)
- Conclusions

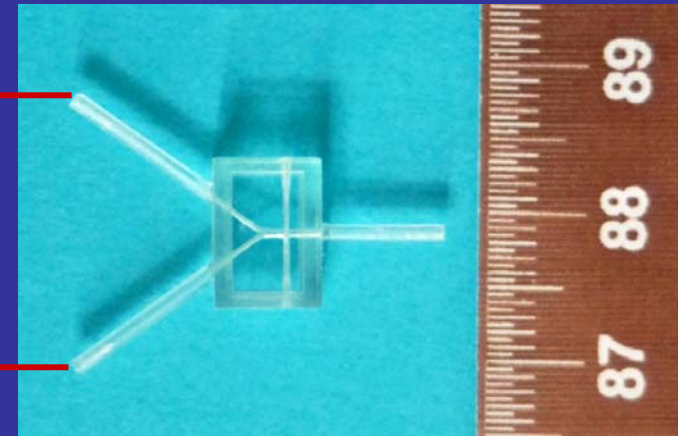
# $\mu$ PIV bifurcations pulmonaire

Eau déminéraliséeensemencée  
avec des particules fluorescentes de 3 microns



Aspiration :  
Débit 0.11  $\mu$ l/s

stéréo lithographie

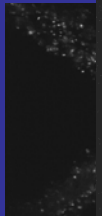


500  $\mu$ m

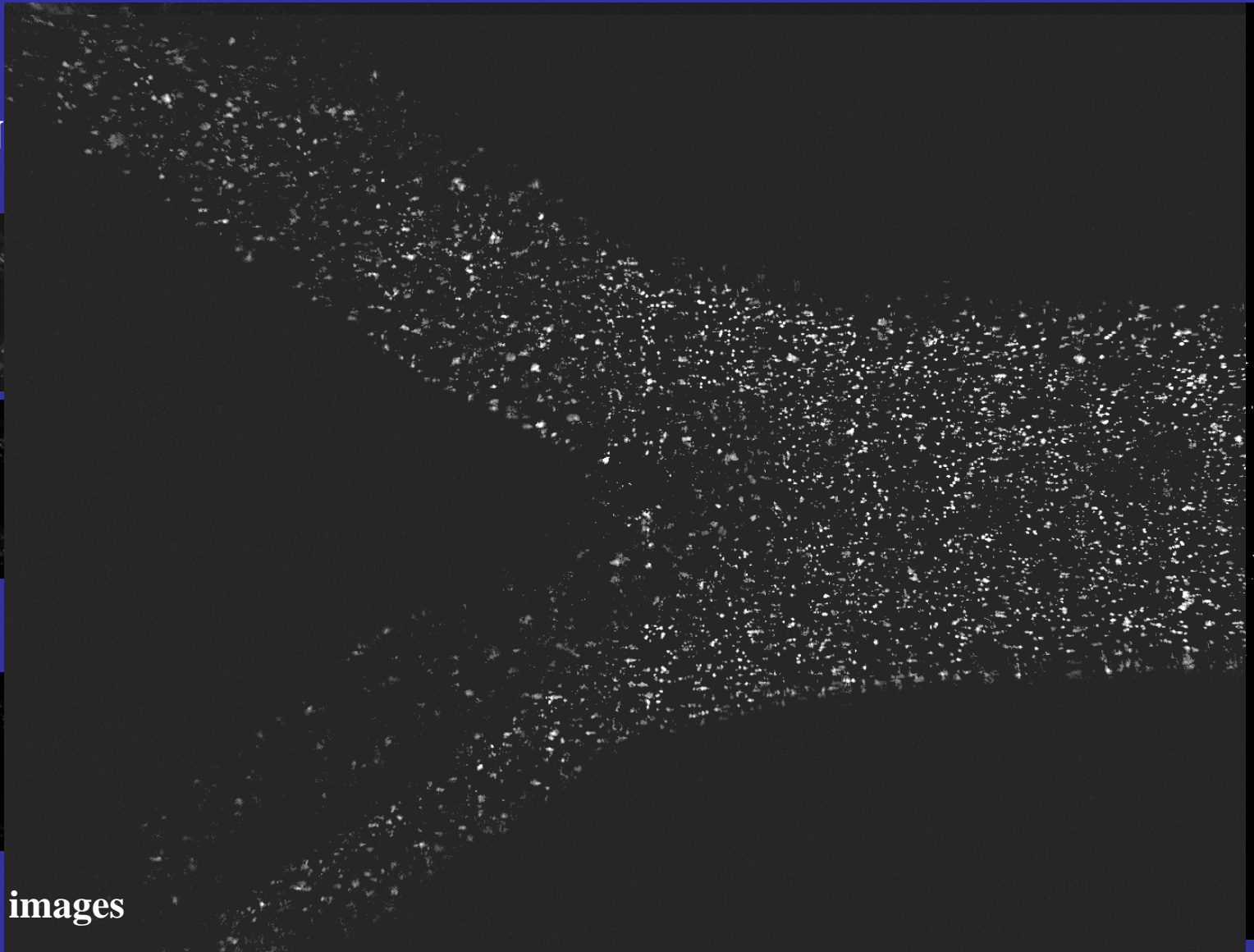


# Traitement d'images

=> N



N images



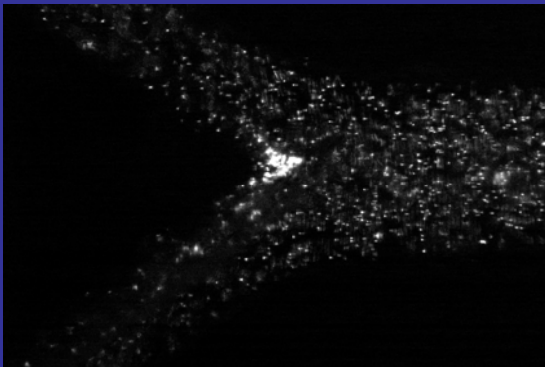
ensemble  
images

# Traitement d'images

Si  $M$  est trop petit  $\rightarrow$  nombre de particules par fenêtre reste insuffisant

Si  $M$  est trop grand  $\rightarrow$  contraste diminue et le bruit augmente

$\Rightarrow$  Existence d'un  $M$  optimal



$M = 1$

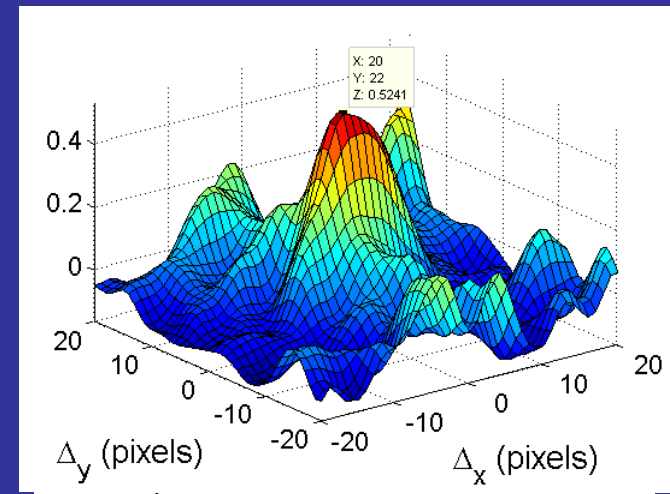
$M = 2$

$M = 5$

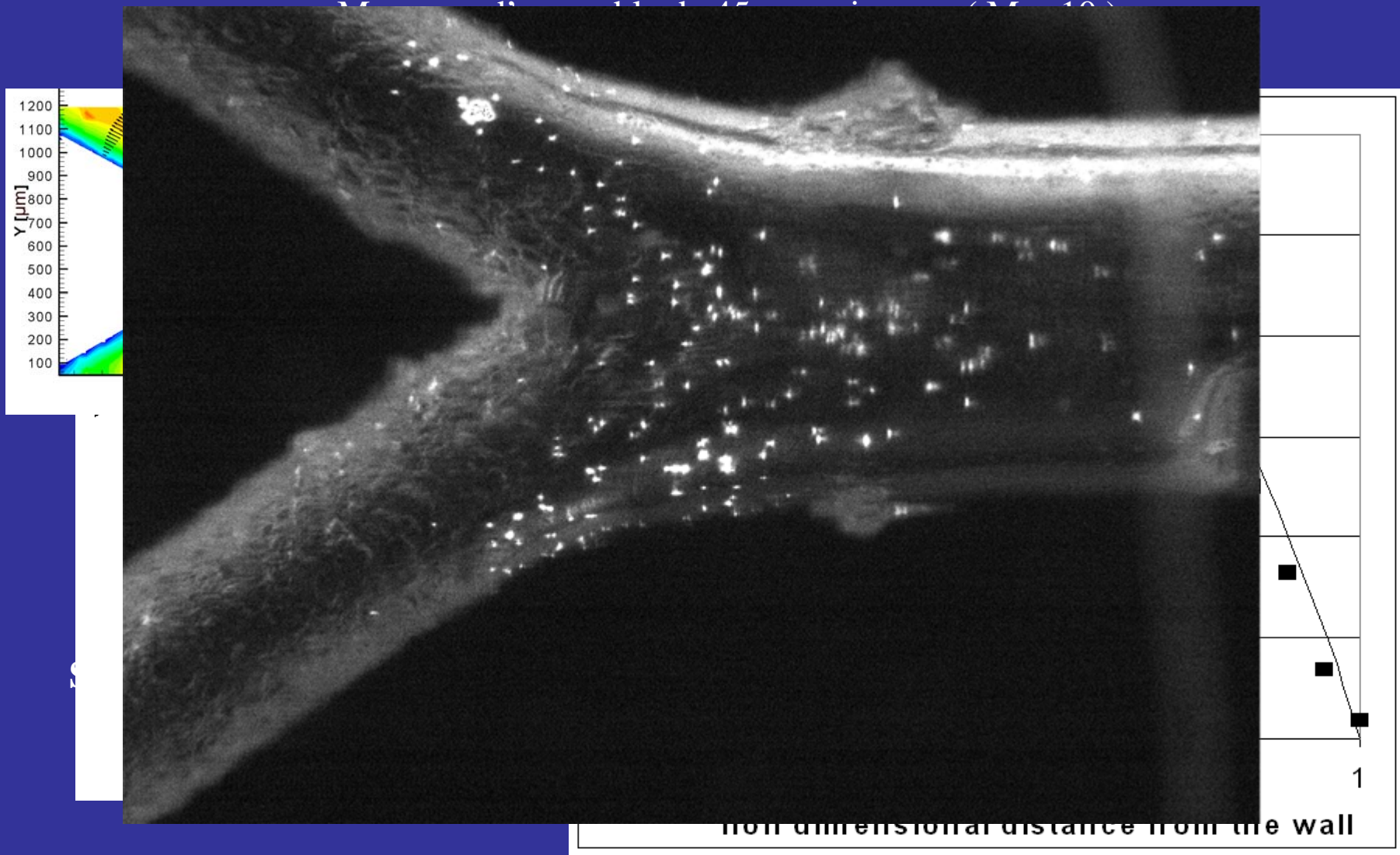
$M = 10$

$M = 15$

$M = 30$



# Résultats $\mu$ PIV – bifurcation pulmonaire -



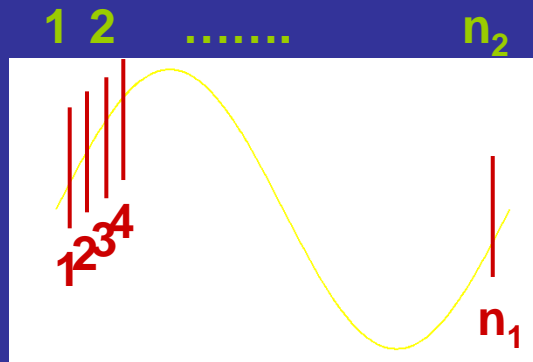
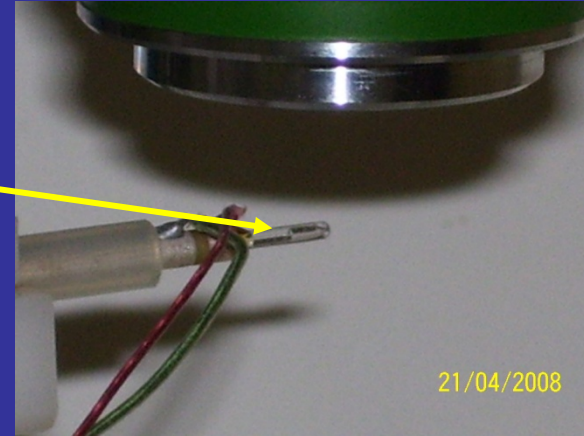
# Contenu de l'exposé

- La technique  $\mu$ PIV
- Application aux écoulements confinés (bifurcation pulmonaire échelle 1:1)
- Application aux écoulements libres (gouttes)
- Conclusions

# $\mu$ PIV écoulement libre

Tube capillaire de section de sortie de 70 microns contrôlé par un élément piézoélectrique annulaire

Un dispositif pousse-seringue est utilisé pour contrôler un écoulement à débit constant dans le tube capillaire



Carte génératrice de signaux

La fréquence du signal trigger est adaptée de manière à réaliser une séquence stroboscopique de  $n_1$  acquisitions couvrant un cycle du signal de contrôle de l'élément piézoélectrique

La même séquence de signaux est répétée  $n_2$  fois successivement pour obtenir  $n_2$  répétitions synchronisées pour chaque pas de phase

# Méthode expérimentale

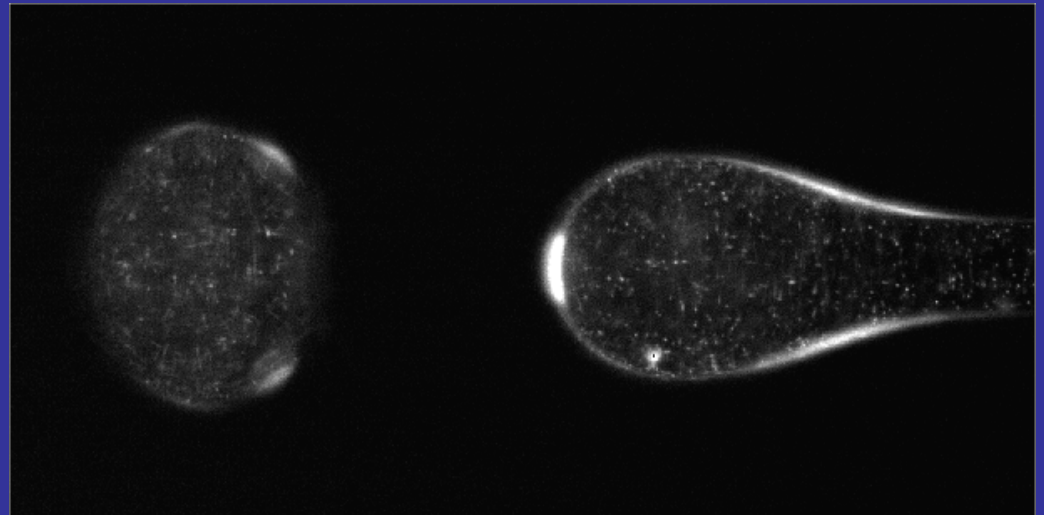
## Liquide

mélange 50% eau – 50% glycérine

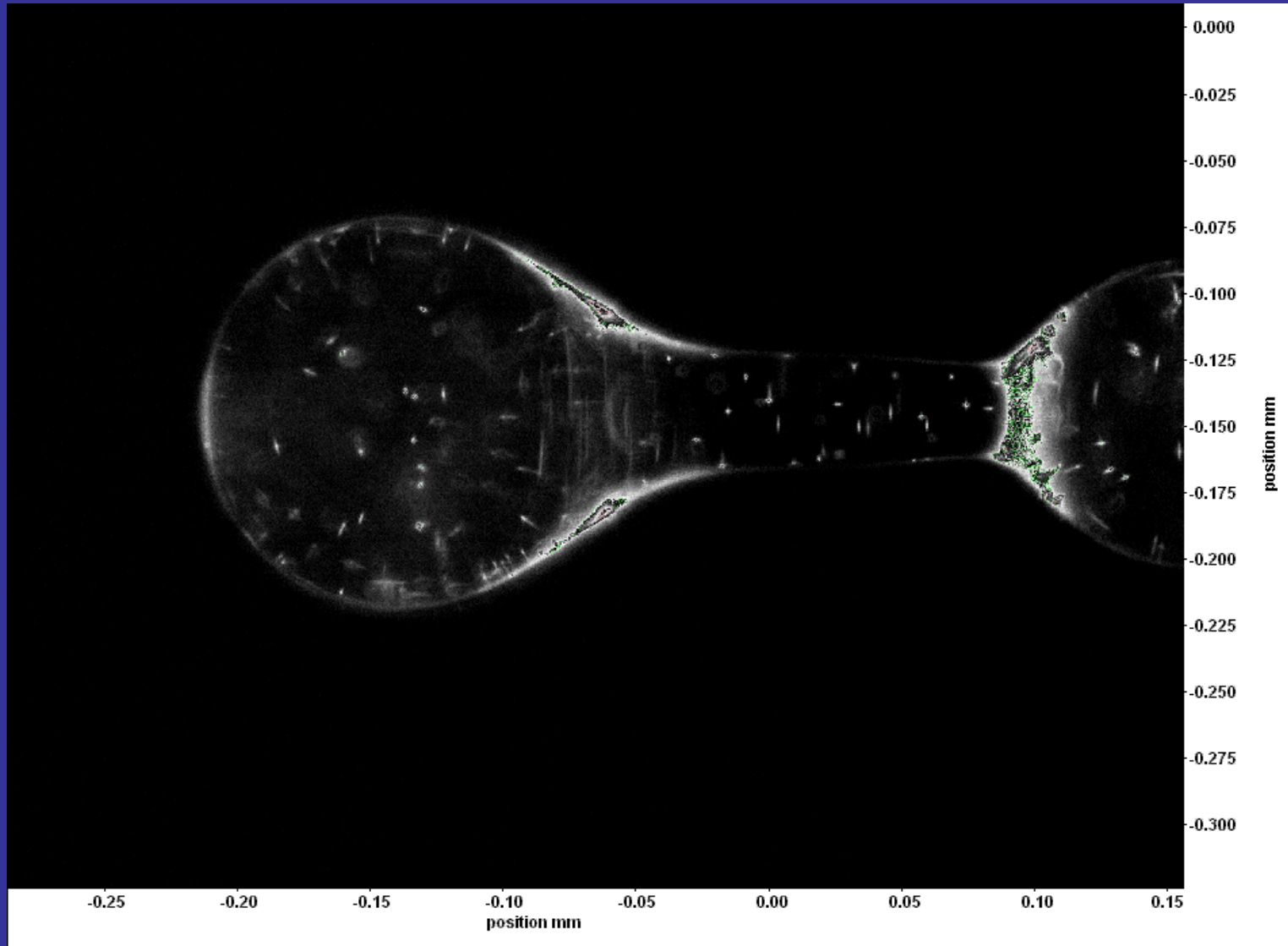
## Fréquence du piézoélectrique

8 KHz

Image PIV de la formation  
de la goutte



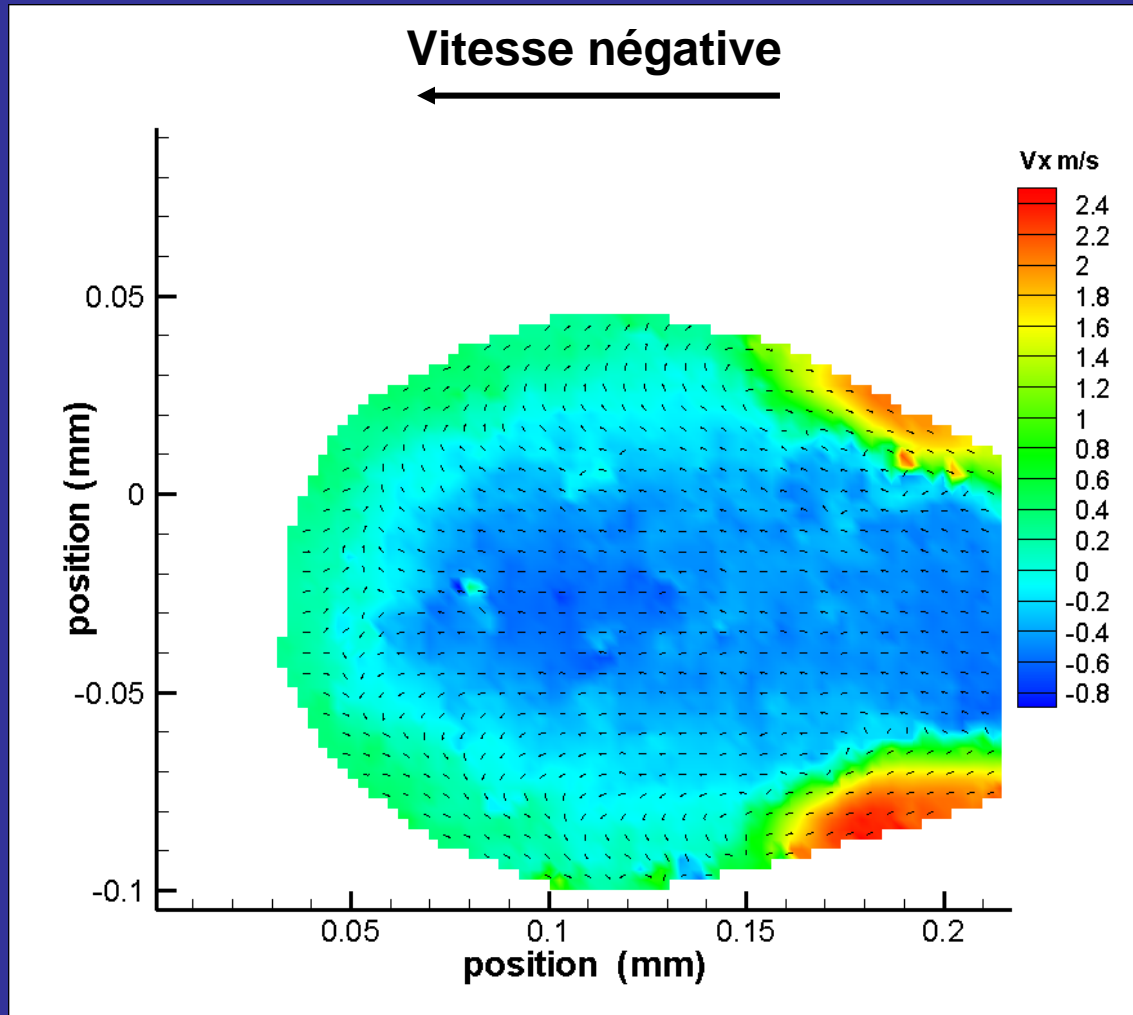
# Visualisation de l'écoulement





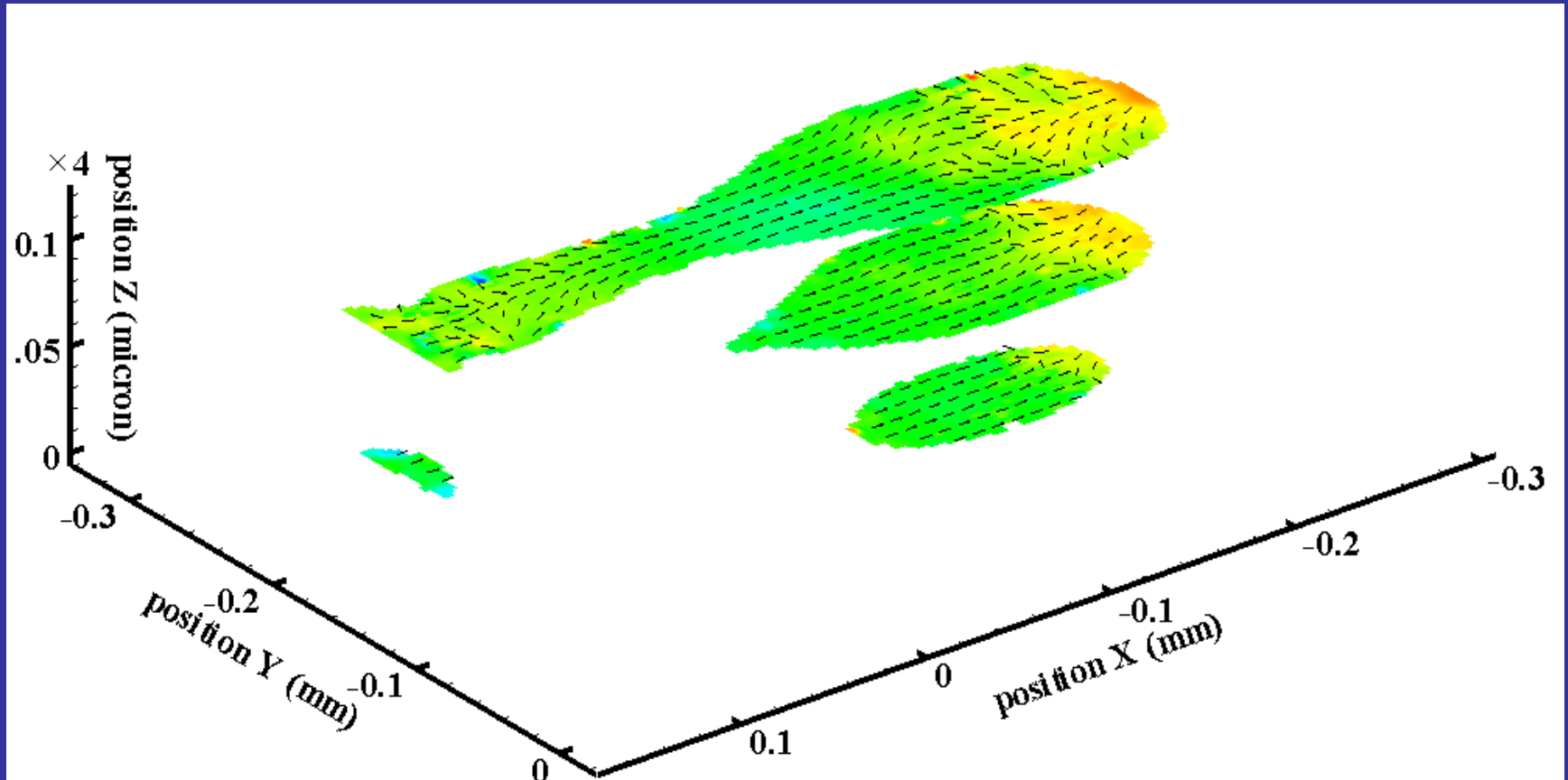
# Écoulement relatif

$$V_s = Q_{\text{nom}}/A_{\text{buse}} = -2.5 \text{ m/s}$$

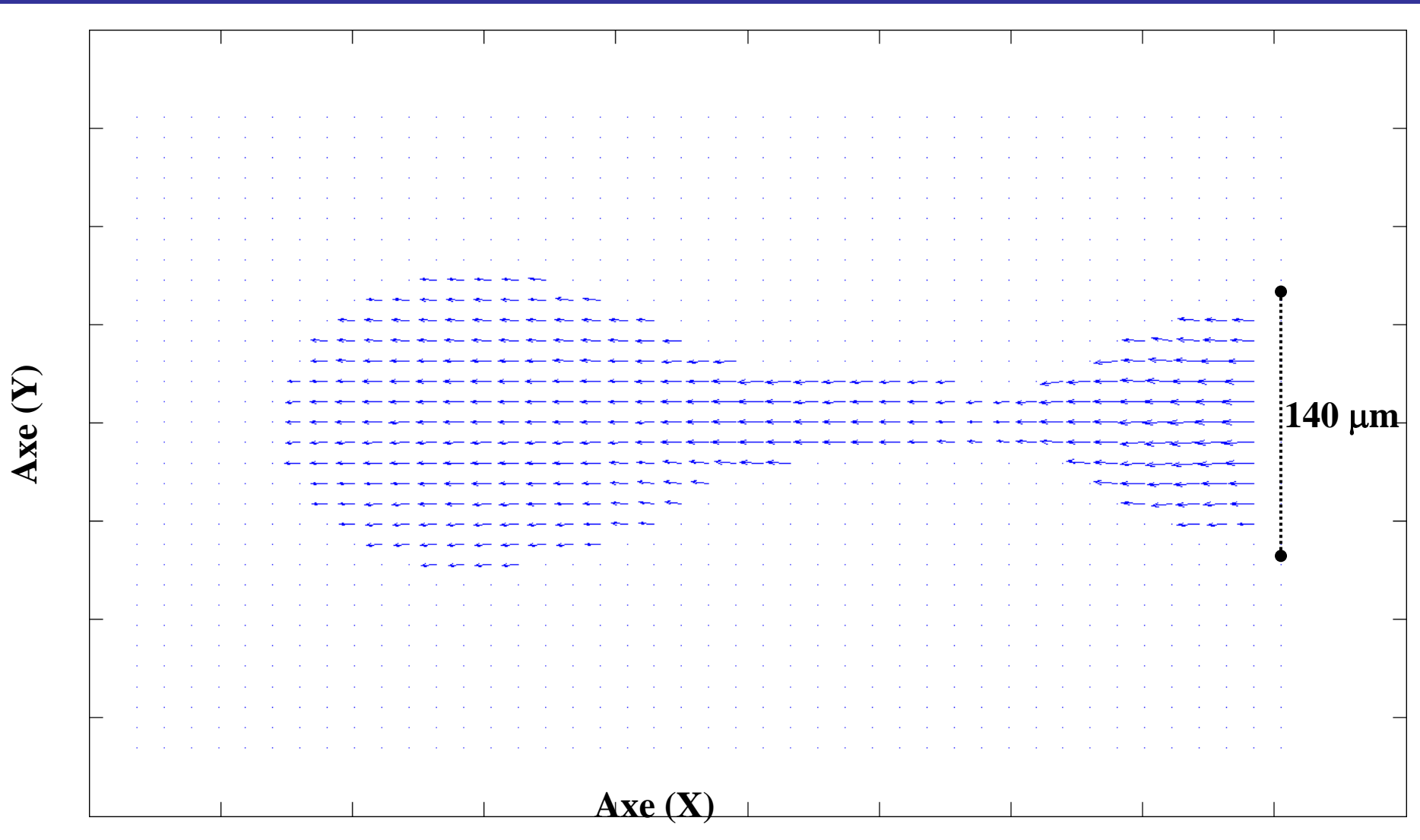




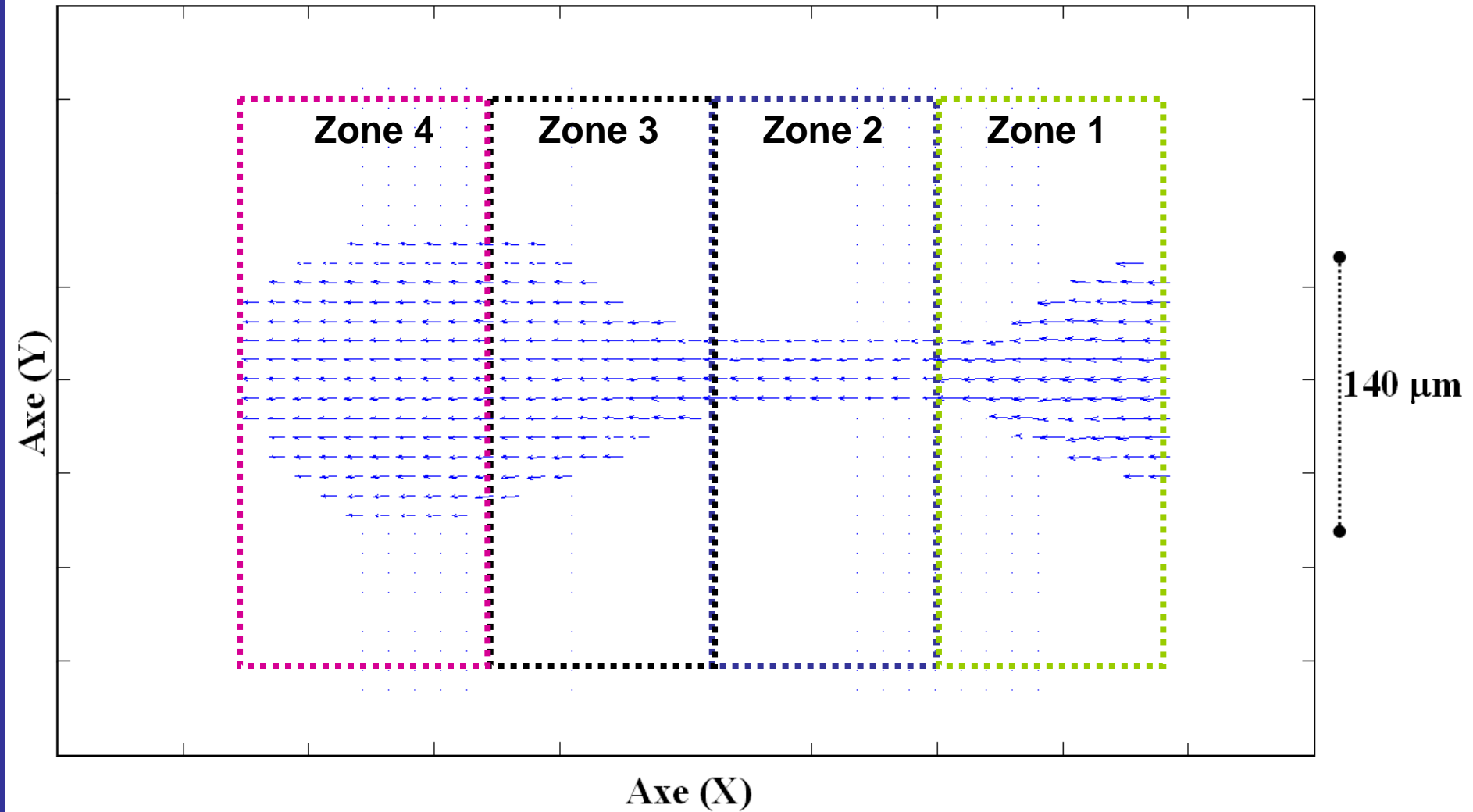
# Champ de vitesse par tranche



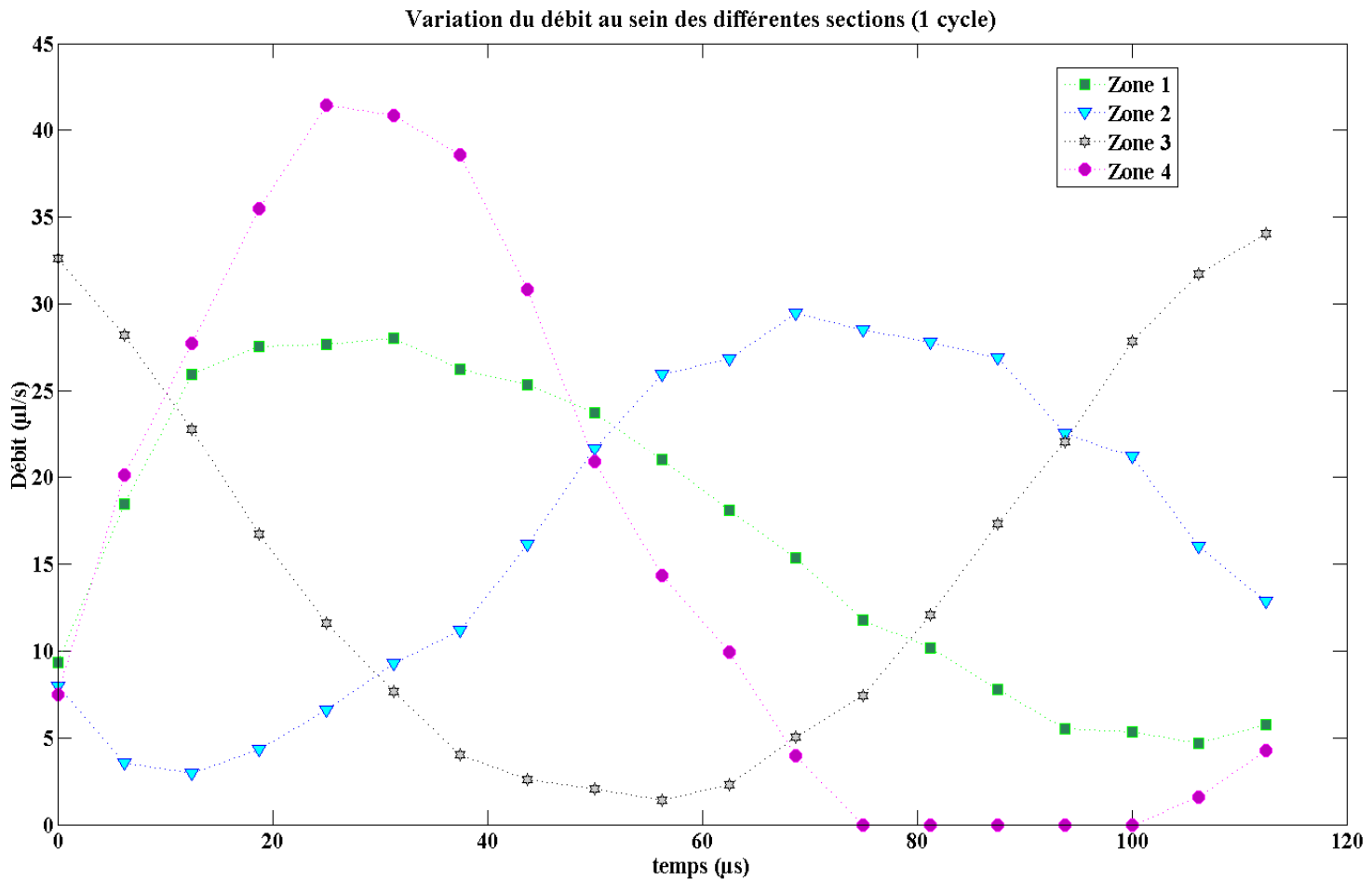
# Variation du débit - I-



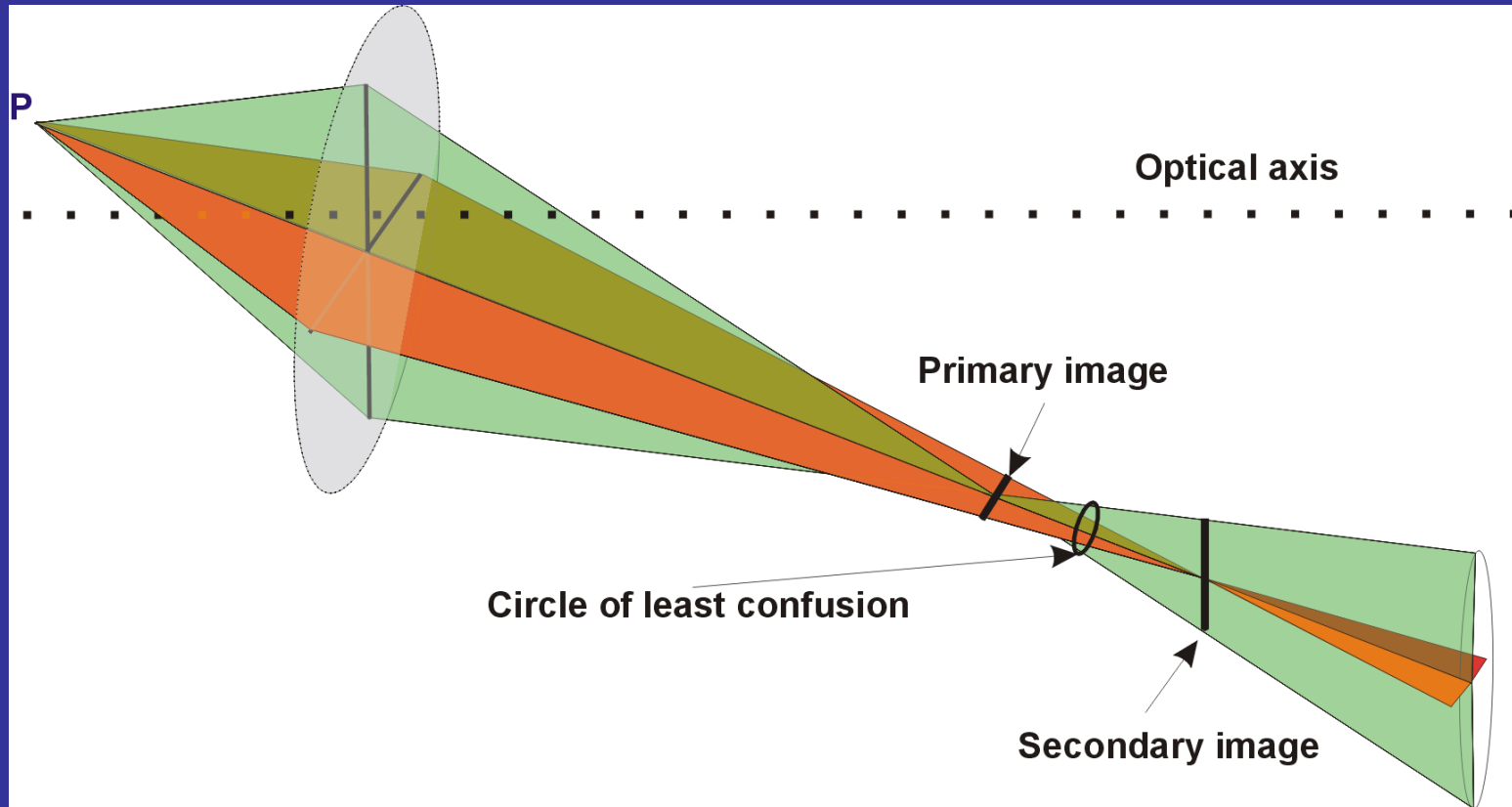
# Variation du débit - I-



# Variation du débit - II-



# L'astigmatisme



Effets de l'astigmatisme sur les résultats????

# Contenu de l'exposé

- La technique  $\mu$ PIV
- Application aux écoulements confinés (bifurcation pulmonaire échelle 1:1)
- Application aux écoulements libres (gouttes)
- Conclusions

# Conclusions

La technique micro PIV à été utilisée pour la mesure des champs de vitesse dans un modèle de bifurcation pulmonaire à échelle 1:1

Une technique de prétraitement des images et une technique hybride de corrélation ont été développées pour améliorer les résultats

La technique micro-PIV à été utilisée pour la mesure des champs de vitesse relatifs dans une goutte générée par un capillaire

Les débits calculés à partir de ce champ de vitesse sont en accord avec le débit imposé expérimentalement

## Développements futurs

Bifurcation pulmonaire ->  $\mu$ PIV avec écoulement gazeux

Gouttes -> Validation de la mesure des champs de vitesse relative.  
-> Évaporation????