



**HAL**  
open science

## IRM de flux chez le singe marmouset. Traitement d'images pour la modélisation des écoulements et des interactions fluides-structures dans le cerveau

Muriel Mescam, Caroline Fonta, Nicolas Passat, Stéphanie Salmon, Olivier Balédent

### ► To cite this version:

Muriel Mescam, Caroline Fonta, Nicolas Passat, Stéphanie Salmon, Olivier Balédent. IRM de flux chez le singe marmouset. Traitement d'images pour la modélisation des écoulements et des interactions fluides-structures dans le cerveau. Journée de restitution Infiniti 2018, 2018, Paris, France. hal-01907463

**HAL Id: hal-01907463**

**<https://hal.univ-reims.fr/hal-01907463>**

Submitted on 29 Oct 2018

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



# IRM de flux chez le singe marmouset

## Traitement d'images pour la modélisation des écoulements et des interactions fluides-structures dans le cerveau



Muriel Mescam<sup>1</sup>, Caroline Fonta<sup>1</sup>, Nicolas Passat<sup>2</sup>, Stéphanie Salmon<sup>2</sup>, Olivier Balédent<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CERC0 CNRS UMR 5549, Université de Toulouse 3 Paul Sabatier, Toulouse

<sup>2</sup> LMR-CRESTIC, Université de Reims Champagne-Ardenne, Reims

<sup>3</sup> CHIMERE, Université de Picardie Jules Verne, Amiens



### Résumé

L'intérêt des simulations numériques pour le vivant n'est plus à démontrer. Elles donnent accès à des informations impossibles à obtenir *in vivo* ou de manière non invasive chez l'humain, et aident à la conduite des études précliniques sur l'animal. Nous proposons de combler l'absence de modèles numériques pour l'animal. Nous développerons des modèles numériques du système cranio-spinal (écoulements liquidiens : sang et liquide cébro-spinal) chez le singe marmouset (*Callithrix jacchus*), petit primate proche de l'humain et aujourd'hui de plus en plus utilisé en préclinique [1].

Le présent projet vise à développer de nouvelles approches en traitement d'image et modélisation physiologique spécifiques au marmouset.

A terme, l'amélioration de notre compréhension des mécanismes physiopathologiques constituera un prérequis vers le développement de meilleurs traitements, et de meilleures stratégies de prévention.



### Acquisition de données\*

2 plateformes IRM à Toulouse :

- 3T (CHU Purpan)
- 7T (Oncopôle)

2 types d'acquisitions :

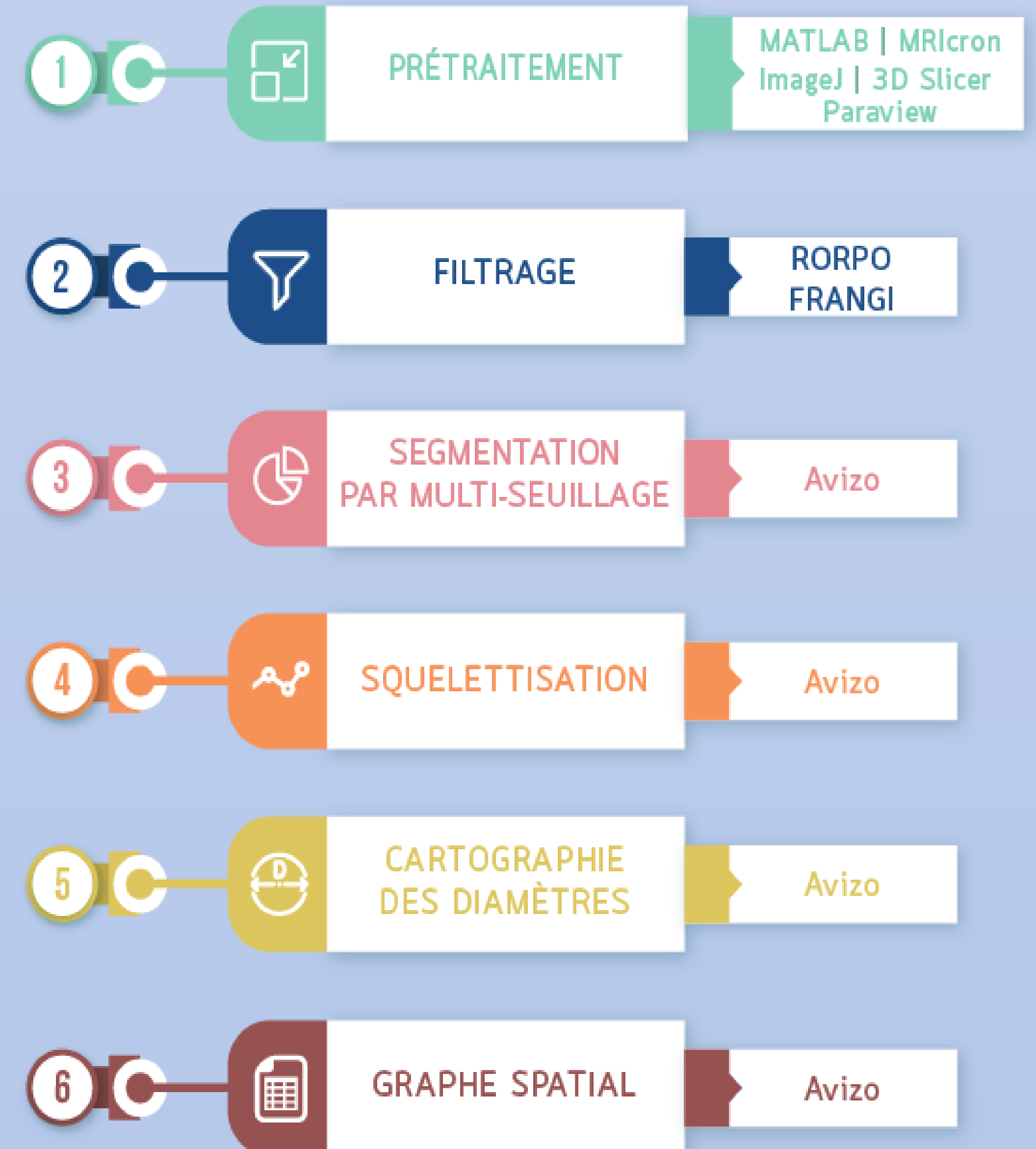
1. ARM TOF (anatomique) [2]
2. IRM de flux par PCA (fonctionnelle) [3]



\* Coll. Franck Desmoulin (TONIC INSERM U1214)

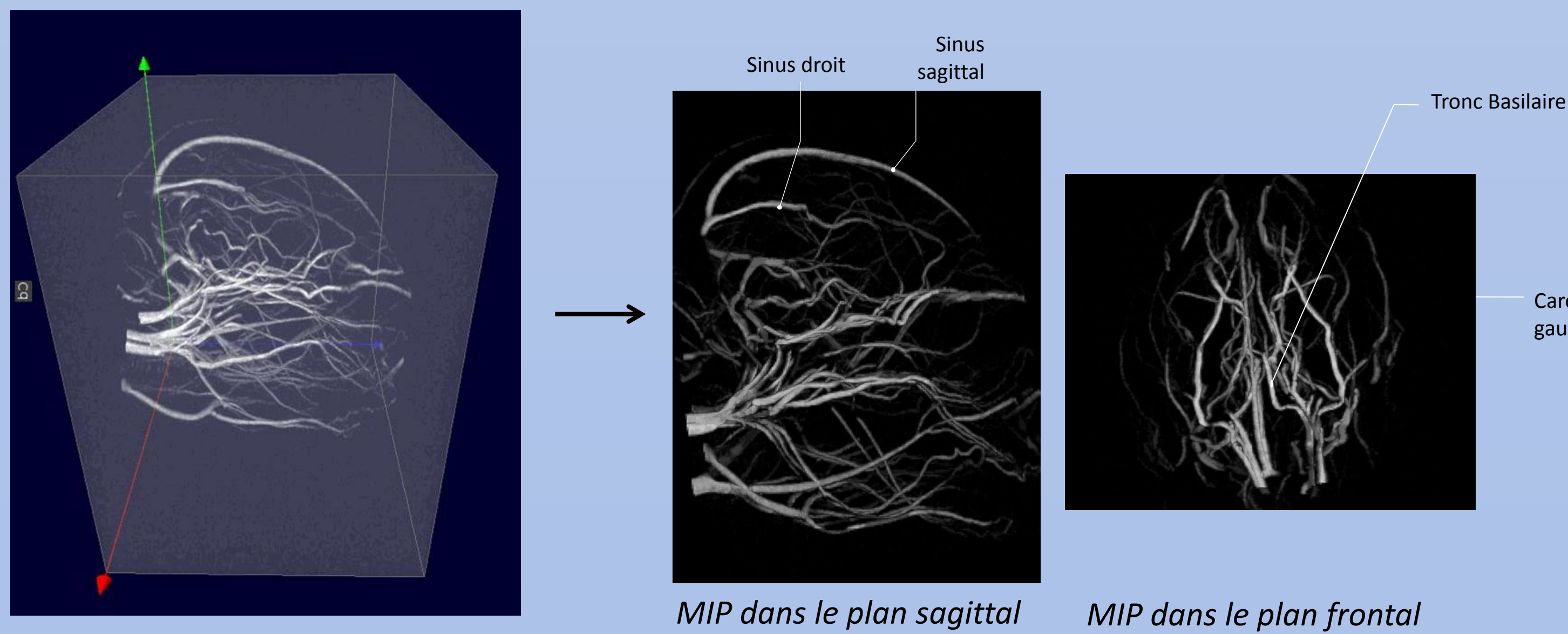
### Matériels & Méthodes

#### Traitement-analyse de données

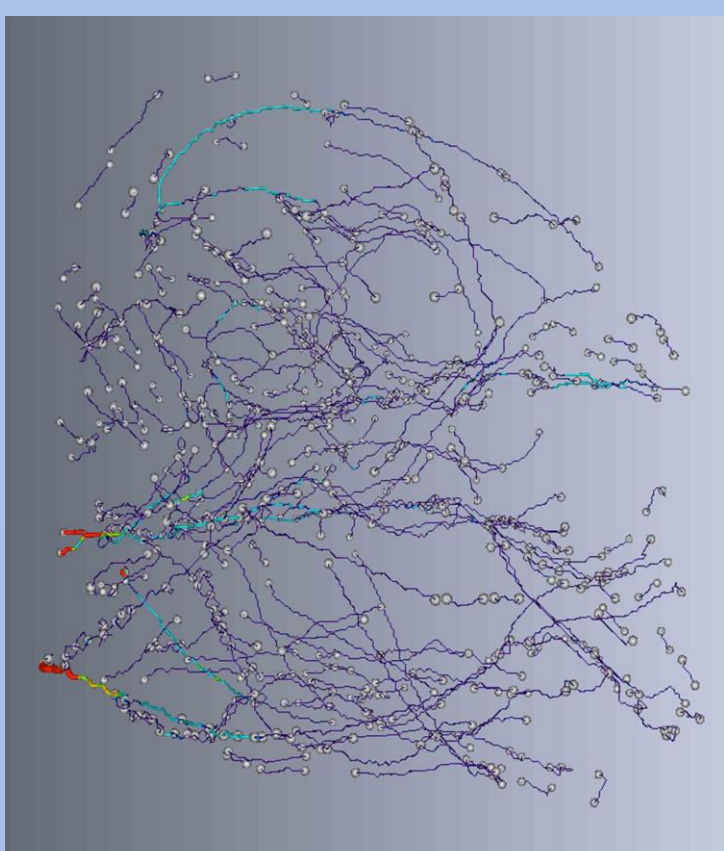


### Analyse morphométrique

- Filtrage de l'image TOF (7T) par l'algorithme RORPO [4]



- Squelettisation

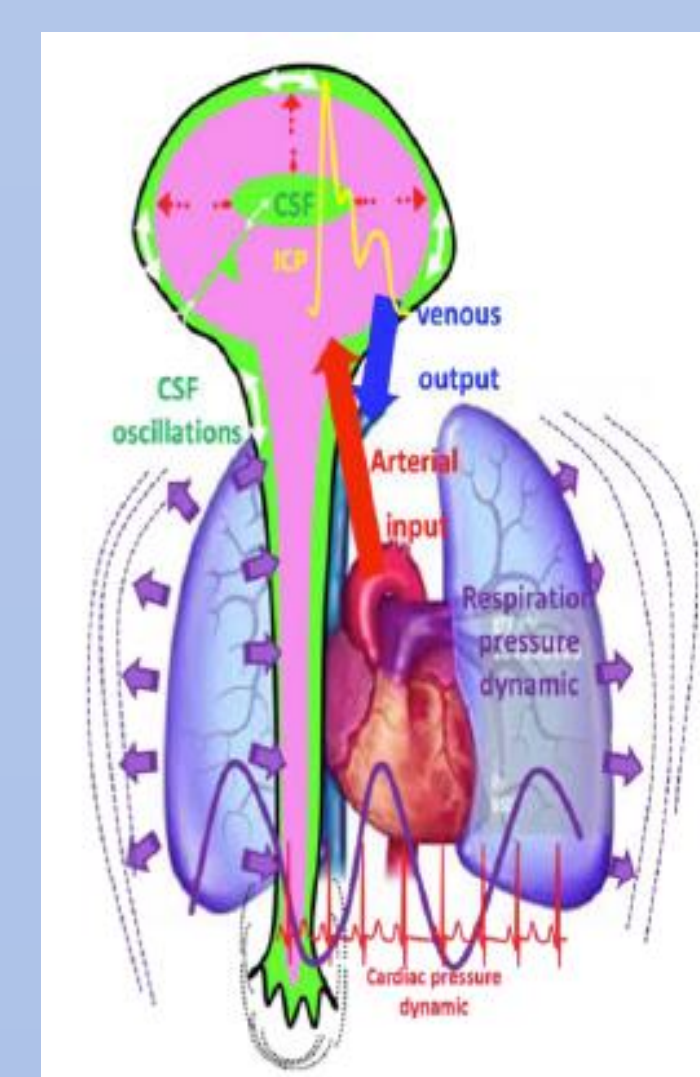


- Mesure des rayons des vaisseaux

Vaisseau d'intérêt	Moyenne (mm)	Écart type (mm)	Résultat final (mm)	Erreur
Sinus sagittal supérieur	0,231290	0,020286	0,231290 ± 0,020286	8.77 %
Segment inférieur				
Sinus sagittal supérieur	0,216865	0,028102	0,216865 ± 0,028102	12.95 %
Segment supérieur				
Sinus droit	0,219535	0,020753	0,219535 ± 0,020753	9.45 %
Carotide gauche	0,471750	0,046673	0,471750 ± 0,046673	9.89 %
Tronc basilaire	0,222861	0,001120	0,222861 ± 0,001120	5.02 %

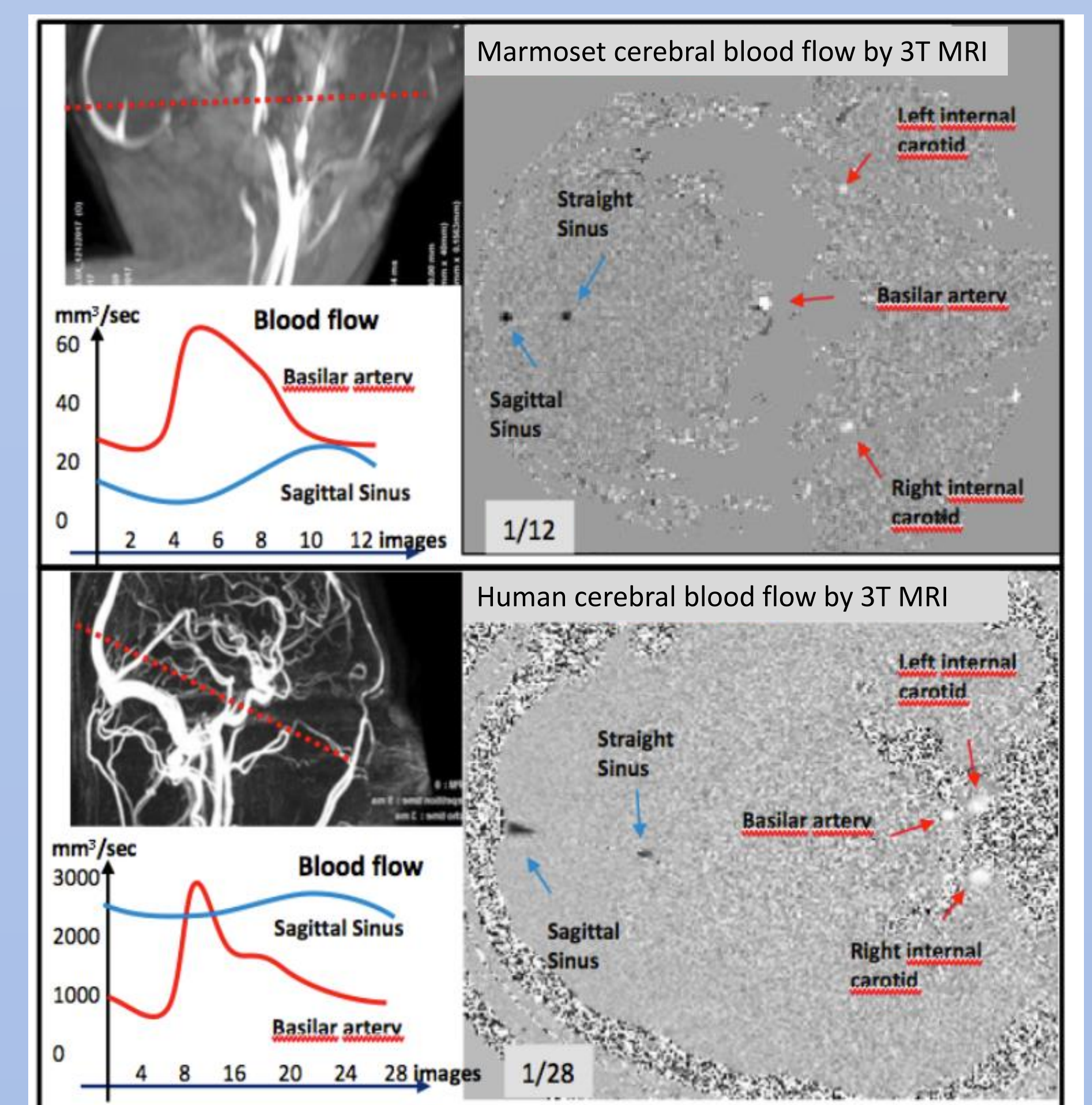
Stage M2 S. Ferjani (IDEX ROMBA et AO CNRS INFINITI)

### Résultats



Coupe positionnée, à l'aide de l'angiographie, orthogonalement aux vaisseaux d'intérêt (trait pointillé rouge)

### Analyse fonctionnelle

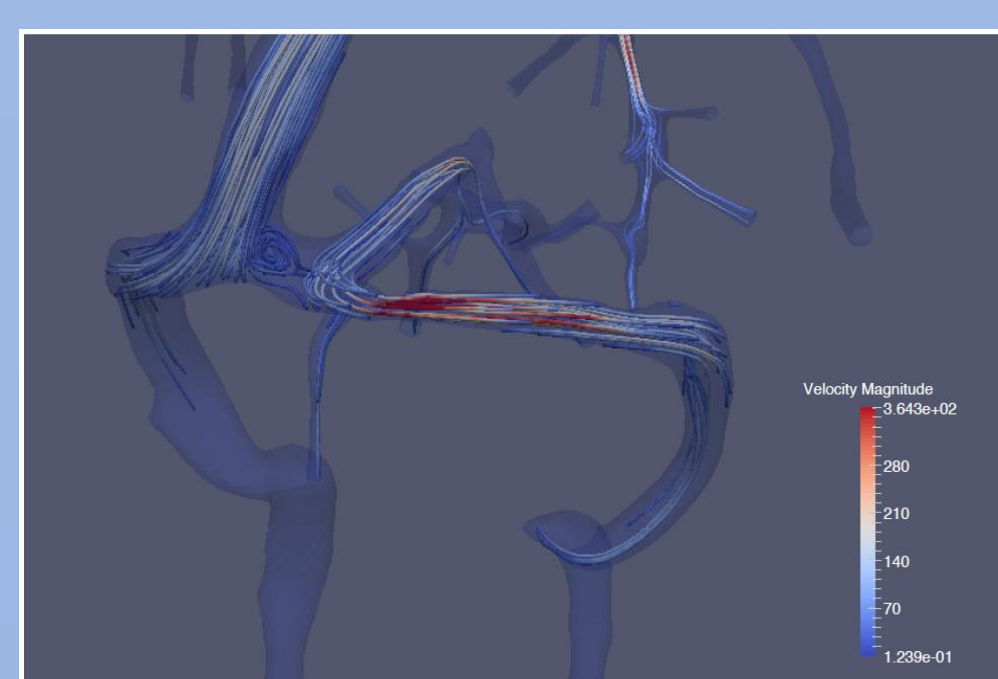


Résultats préliminaires de mesure des flux artériel et veineux, obtenus à 3T chez le marmouset (haut) et chez l'humain (bas).

La dynamique de flux est mesurée au niveau de l'artère basilaire (en rouge) et du sinus sagittal (en bleu) pendant un cycle cardiaque.

### Conclusions et perspectives

- Des données sont exploitables par les modèles numériques [5]
  - ✓ Morphométriques : diamètres, longueurs des vaisseaux
  - ✓ Débits dans les vaisseaux artériels et veineux (à 3T pour l'instant)
  - ✓ Peu de résultats dans le LCS pour l'instant (pas d'intracrânien)
- Des incertitudes persistent sur les mesures
  - ✓ Liées aux limites de résolution en imagerie
  - ✓ Liées aux outils de post-traitement (ex : mesure du diamètre)
  - ✓ Projet de construction d'un fantôme [6] à l'aide d'une imprimante 3D
    - Evaluation de l'incertitude sur les mesures



→ Etape suivante :  
**reconstruction 3D** des réseaux artériel et veineux et **modélisation des écoulements**

### Références

- [1] Tardif S.D. et al, The marmoset as a model of aging and age-related diseases, *Institute for Laboratory Animal Research J*, vol. 52, pp.54-65, 2011
- [2] Mescam M. et al, Multi-angle TOF MR brain angiography of the common marmoset, *Proceedings of the IEEE ISBI*, pp. 1125-1128, 2017
- [3] Balédent O. et al, CSF dynamics and relation to blood flow: a magnetic resonance study with semi-automatic cerebrospinal fluid segmentation, *Investigative Radiology*, vol. 36, pp. 368-377, 2001
- [4] Merveille O. et al., Curvilinear structure analysis by ranking the orientation responses of path operators, *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 40(2), pp. 304-317, 2018
- [5] Miraucourt O. et al, Blood flow in the cerebral venous system: modeling and simulation. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*, vol. 20, pp. 471-482, 2017
- [6] Ancel A. et al, Phantom project: development and validation of the pipeline from MRA acquisition to MRA simulations, *ESAIM: Proceedings and Surveys*, vol. 55, pp. 1-22, 2016