



**HAL**  
open science

## Ouvrez le champ des possibles avec Cire. Exemple du projet Ovin2A

Elodie Chaillou, Hans Adriaensen

► **To cite this version:**

Elodie Chaillou, Hans Adriaensen. Ouvrez le champ des possibles avec Cire. Exemple du projet Ovin2A. Journée d'animation scientifique du RTR Images, May 2016, Orléans, France. hal-02794493

**HAL Id: hal-02794493**

**<https://hal.inrae.fr/hal-02794493>**

Submitted on 5 Jun 2020

**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.

Copyright



# RTR Image

3<sup>ème</sup> édition

Orléans



Ouvrez le champ des  
possibles avec CIRE



Yves Tillet, Hans Adriaensen, Elodie Chaillou – UMR PRC –  
Centre INRA Val de Loire

# CIRE – chiffres clefs

**1966 : création d'un service de chirurgie expérimentale**

sur animaux de grande taille pour étudier les fonctions cérébrales et de reproduction (UMR Physiologie de la Reproduction et des Comportements)

**2013: inauguration du service d'imagerie in vivo**

Adapté aux animaux de grande taille



Service de chirurgie + service d'imagerie *in vivo* + Prélèvement euthanasie  
= plate-forme CIRE

**Chirurgie et Imagerie pour la Recherche et l'Enseignement**  
(rattachée à l'unité « Physiologie de la Reproduction et des Comportements »)



# CIRE – chiffres clefs

- Plus de 50 ans d'expérience en chirurgie
- 1 400 interventions par an
- Plus de **300** personnes formées (médecins, personnel de bloc, scientifiques...)
- 45 programmes de recherche
- 10 partenariats privés
- Une équipe de 11 spécialistes (chirurgie, imagerie, anesthésie, soins aux animaux, qualité)
- L'intégration sur un site de près de 1000 chercheurs
- Un investissement en imagerie de 8 M€
- 1300 m2 de plate-forme
- Un accès multi – espèces (mouton , porc, chèvre, lapin ...)



# Une garantie de qualité, traçabilité et d'éthique

- Certification Iso 9001 depuis 2003
- Label IBiSA depuis 2010 :
  - qualité de fonctionnement
  - ouverture extérieur
  - formation
  - recherche
- Prise en compte particulière des aspects **éthiques** des protocoles





## Un environnement professionnel hospitalier reconstitué

- 3 blocs de chirurgie
- 9 tables opératoires
- 4 salles post-opératoires permettant d'accueillir jusqu'à 80 animaux (ovins, porcins...)
- une capacité d'accueil simultanée de 20 stagiaires pour les formations
- **des installations permettant de reproduire un large panel d'interventions ou de gestes techniques faits chez l'homme, même les plus complexes (ex. greffe d'organe)**





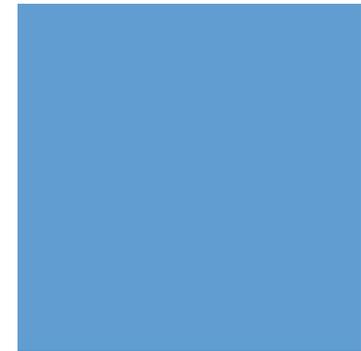
## La puissance d'investissements lourds en imagerie high tech



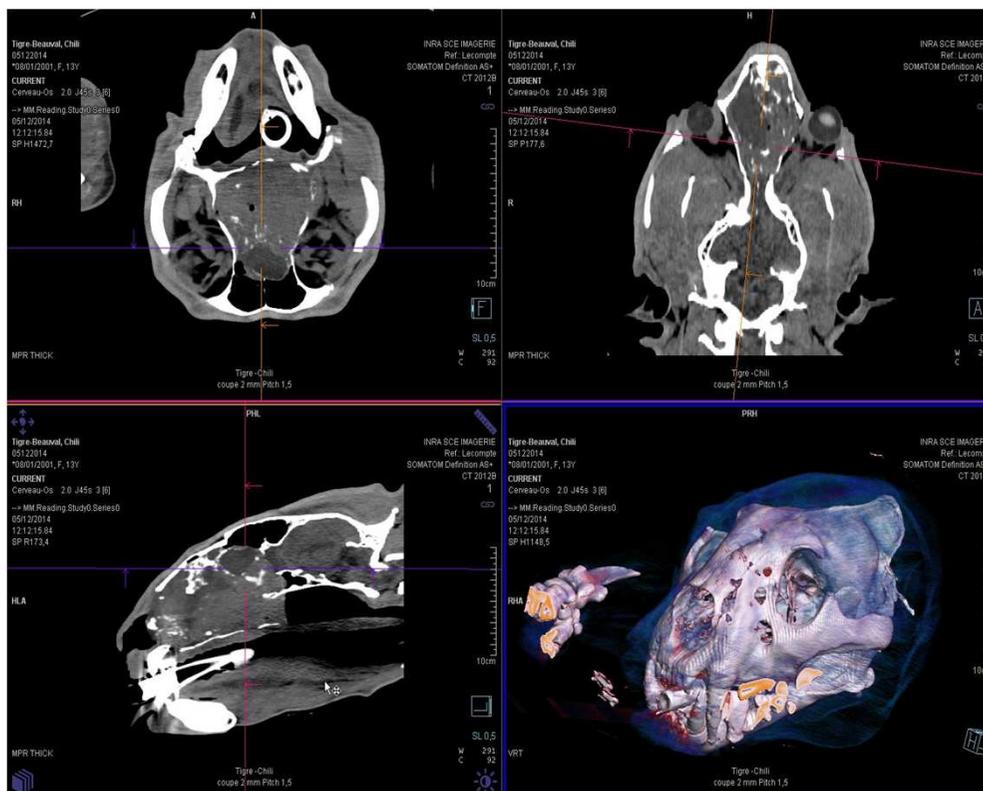
- Des moyens identiques à ceux du CHU
- Des ingénieurs capables d'exploiter le potentiel de ces machines
- Une coopération avec les équipementiers, Mauna Kéa (Cellvizio Dual Band®), Siemens
- IRM 3 Teslas Siemens, Magnetom Verio®
- CT scan Siemens, Somatom®
- Echographe Ultrasonix SonixTouch®
- Amplificateur de brillance Siemens Arcadis Avantic®
- Endomicroscope confocal laser, Mauna Kea Technologies, Cellvizio Dual Band®

# Une crédibilité appuyée par des programmes R&D d'envergure

- Plasticité du cerveau maternel : un modèle pour étudier la neurogenèse olfactive INRA-Institut Pasteur Paris
- Etude des différentes méthodologies de restauration de la fertilité après castration et autogreffe, Muséum National d'Histoire Naturelle.
- Projet iFlow: Intraoperative Fluorescent Liver Optimization Workup INSERM-CHU Villejuif - ANR
- Projet NEUROGEO, Cartographie décisionnelle 3D: de la Neuroanatomie à la Géographie
- Projet REBORNE sur la reconstruction osseuse - INSERM (projet européen)
- Projet DOMEXP sur la domestication de sangliers- Muséum National d'Histoire Naturelle - ANR
- Projet OVIN2A, Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel – Effet de l'environnement social précoce sur le développement cérébral
- Etude des émissions de protoxyde d'azote par le fonctionnement hydrique des sols INRA (ANR)



# Une expertise au service des vétérinaires

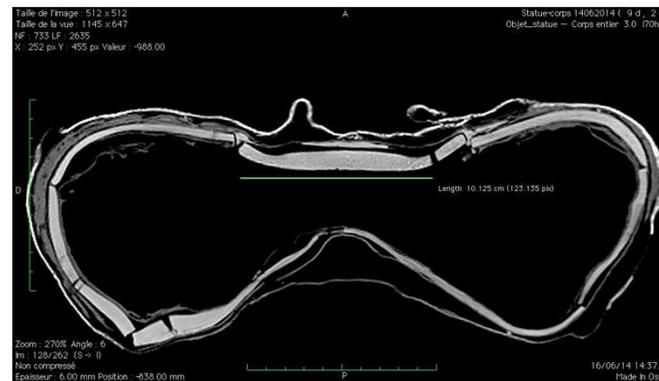


Scan cérébral de tigresse – Zoo Beauval

# Une expertise appliquée en dehors du vivant : les œuvres sculptées



*Christ en croix de la Cathédrale Saint-Pierre de Nantes - fin du XVIe début du XVIIe siècle*



# La garantie de formations éprouvées & récurrentes

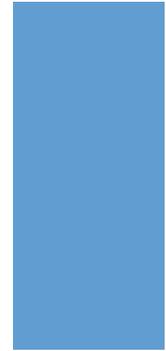


Sur les 5 dernières années, plus de **300** journées individuelles de formation :

- Travaux pratiques du DIU de coelochirurgie (chirurgie digestive et urologie) - Université de Tours
- Travaux pratiques dans le cadre de la formation à l'autorisation d'expérimenter - Université de Tours
- Journées Pratiques de Tours en Urologie (chirurgie urologique) - CHRU de Tours
- Formations sur endoscope à UU
- Formation sur amplificateur de brillance
- Formations des étudiants des laboratoires



# Une approche collaborative avec les équipementiers : un gage d'accès aux technologies clefs



## Développement de produits

- Entreprise Maquet et l'université d'Orléans => éclairages opératoires
- Entreprise Cardio Innovative Systems et le CHRU de Tours => circulation extra-corporelle
- Entreprise Axess Vision Technology et le CHRU de Tours => endoscopie bronchique
- Entreprise Fluoptics => chirurgie vasculaire et imagerie par fluorescence
- Entreprise Siemens Agent de contraste pour l'IRM

## Formation

- Entreprise Penumbra et le CHRU de Tours  
Formation à la chirurgie vasculaire
- Entreprise Fujifilm et le CHRU de Tours  
Formation à l'endoscopie digestive

# Les points forts de la plate- forme CIRE



Plate-forme CIRE



Recherche  
médicale  
fondamentale



Innovation  
médicale  
appliquée



# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## *Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral*

### Hypothèse -1

- L'absence de maternage modifie le développement des capacités cognitives et modifie par conséquent les acteurs neurobiologiques associés à ces fonctions

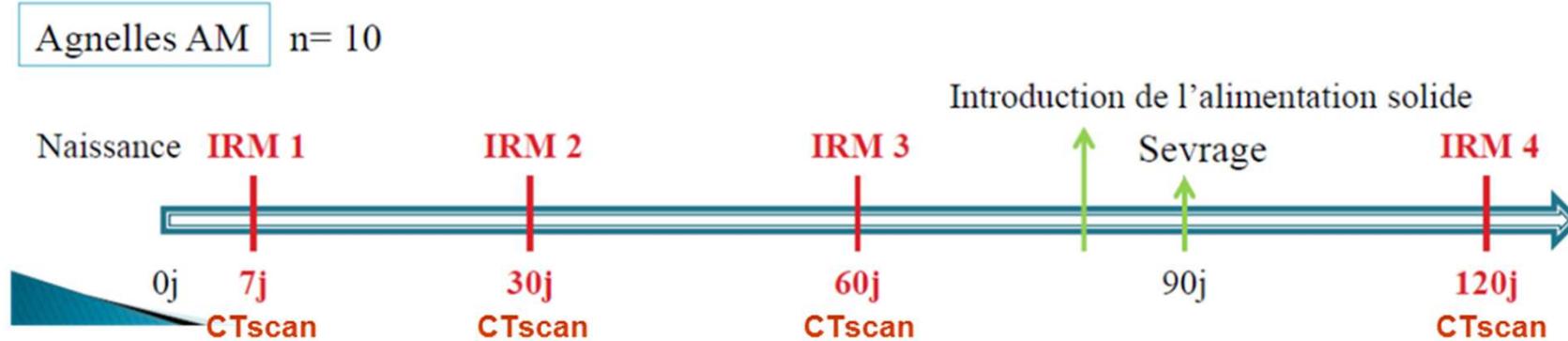
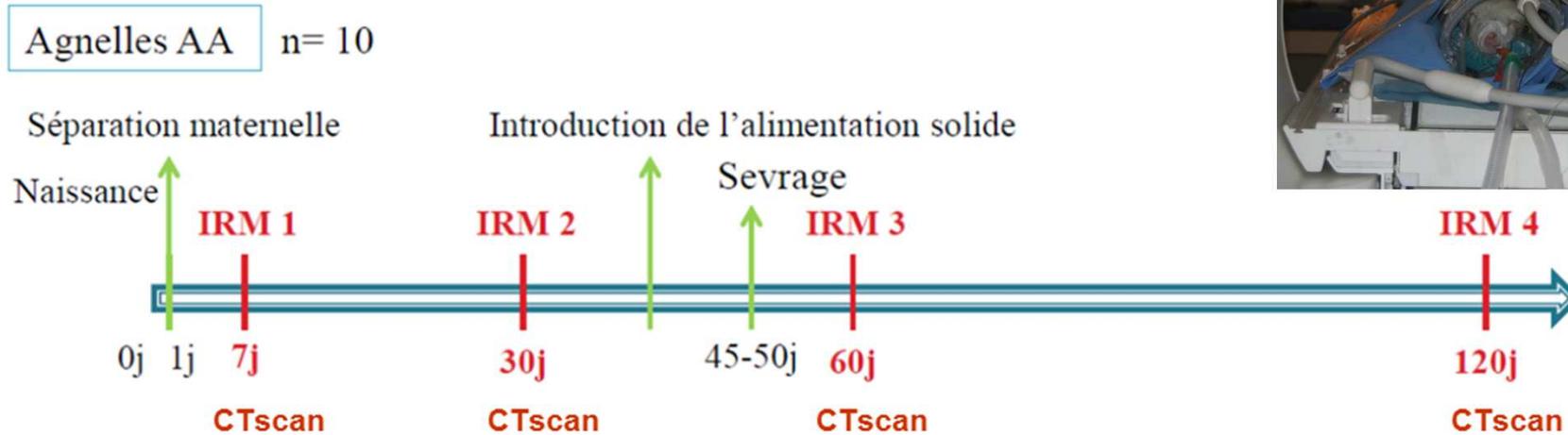
### Hypothèse -2

- L'allaitement artificiel modifie la croissance des agneaux et modifie par conséquent la croissance cérébrale et crânienne

# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral

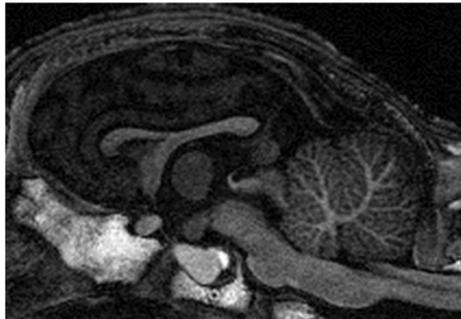
### Méthode



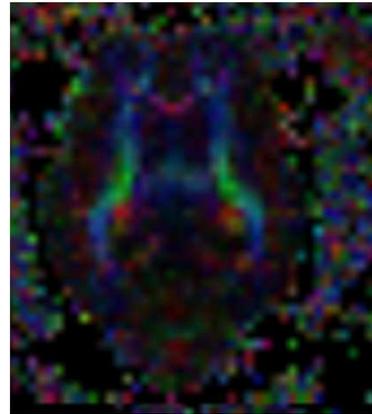
# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral

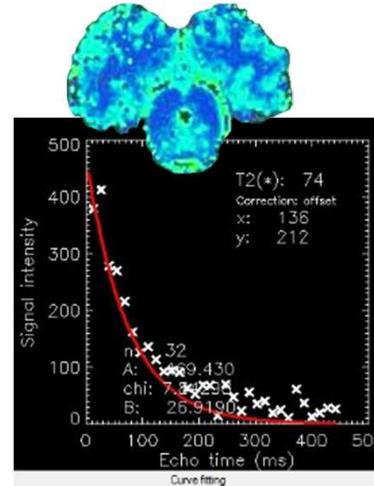
### Méthode



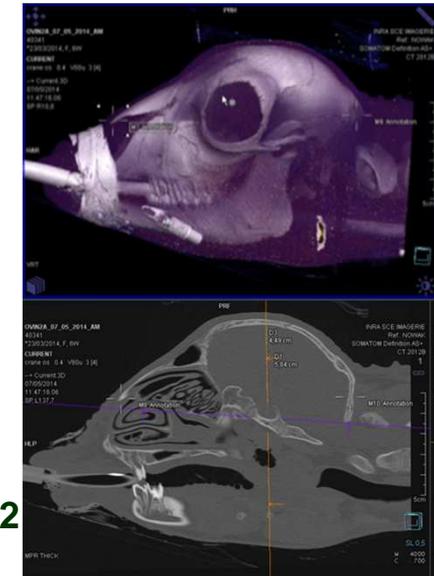
**T1 MPR 3D**  
Croissance de régions cérébrales



**Diffusion Tensor Imagery**  
Faisceaux fibres blanches



**Cartographies T1 et T2**  
Maturation cérébrale



**CT scan**  
Croissance et Densité osseuse

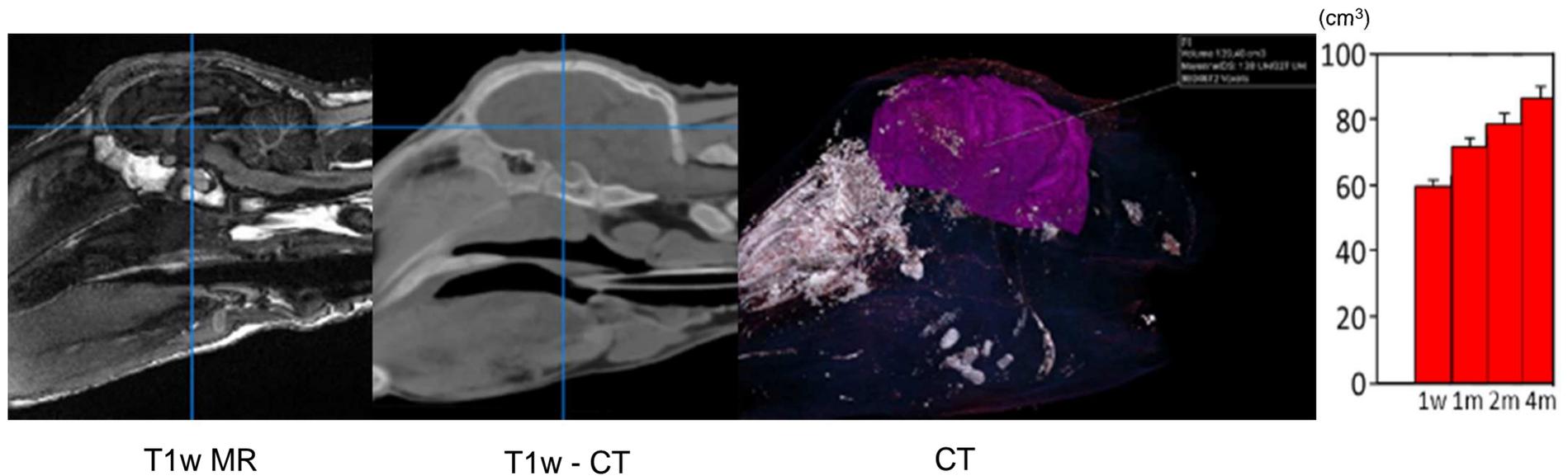


# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral

### Résultats

#### Croissance cérébrale / volume intracrânien

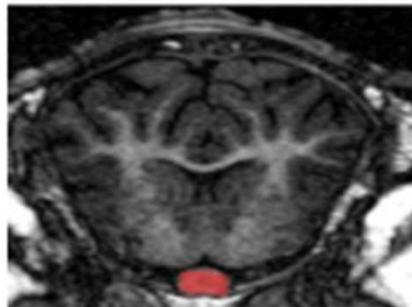


Lecompte et al., Cire

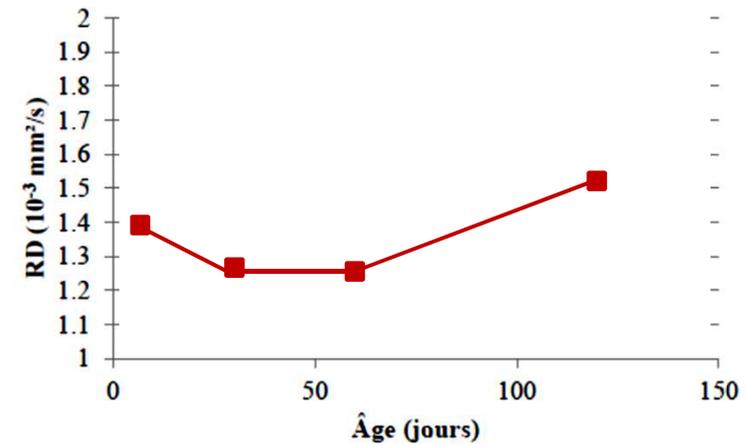
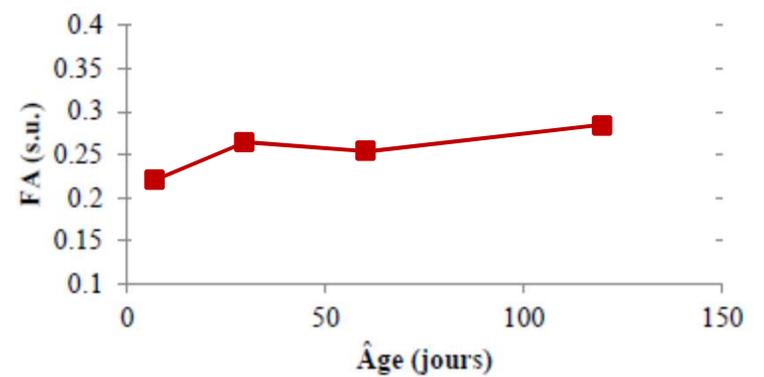
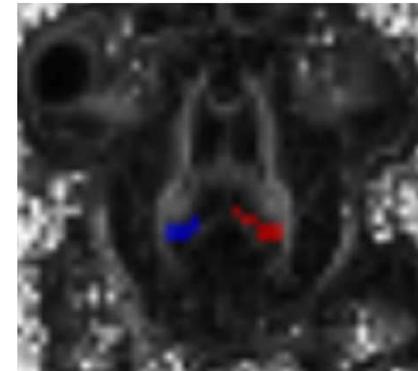
# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral

### Résultats Maturation cérébrale



Agneaux maternés

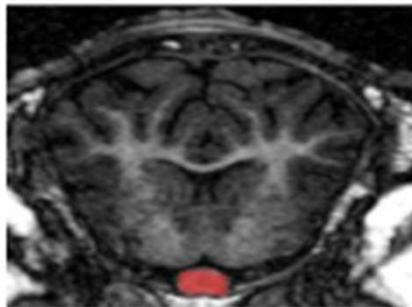


Haslin et al., 3A Agrosup Dijon

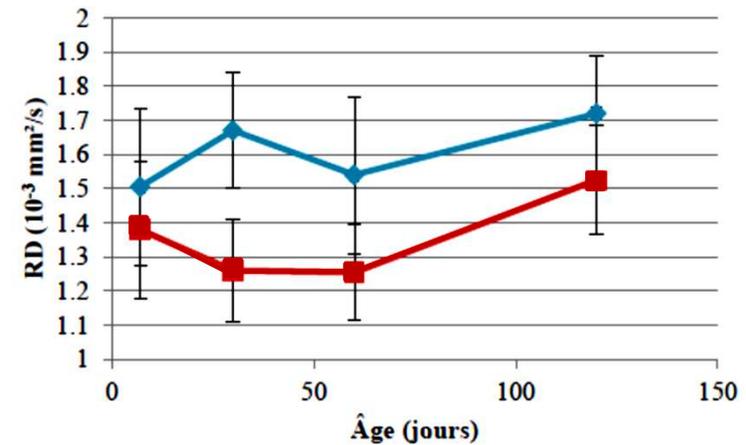
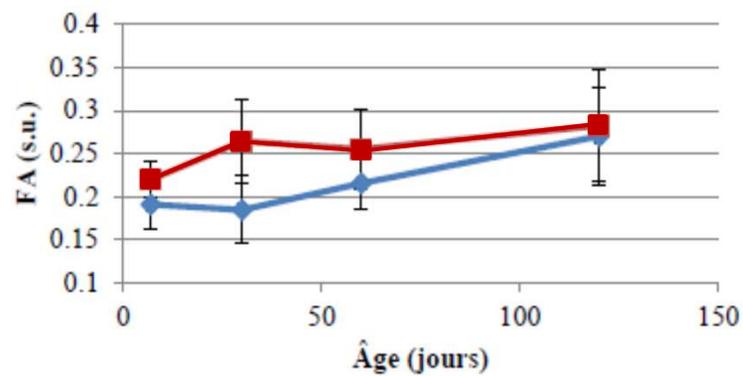
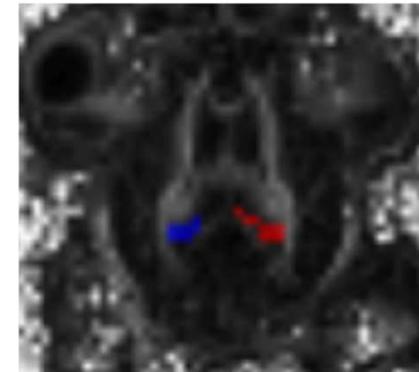
# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral

### Résultats Maturation cérébrale



Agneaux maternés  
Agneaux allaités artificiellement



Haslin et al., 3A Agrosup Dijon

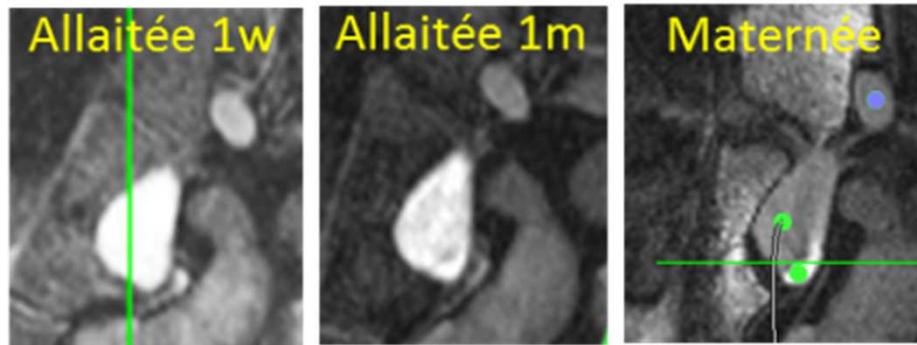
# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral

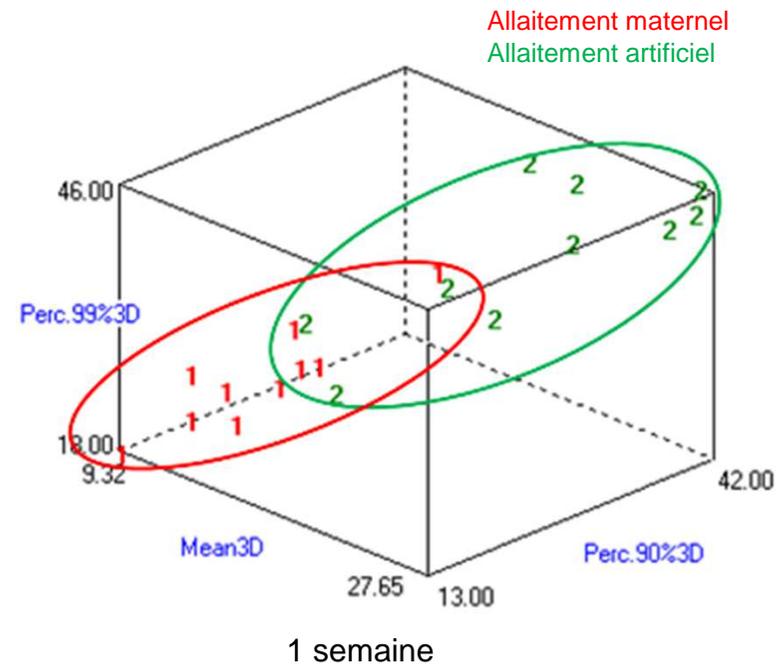
### Résultats

#### Maturation de l'hypophyse

##### Différenciation de l'hypophyse



Analyse de texture sur T1w MR  
(Delaplace et al., M1)

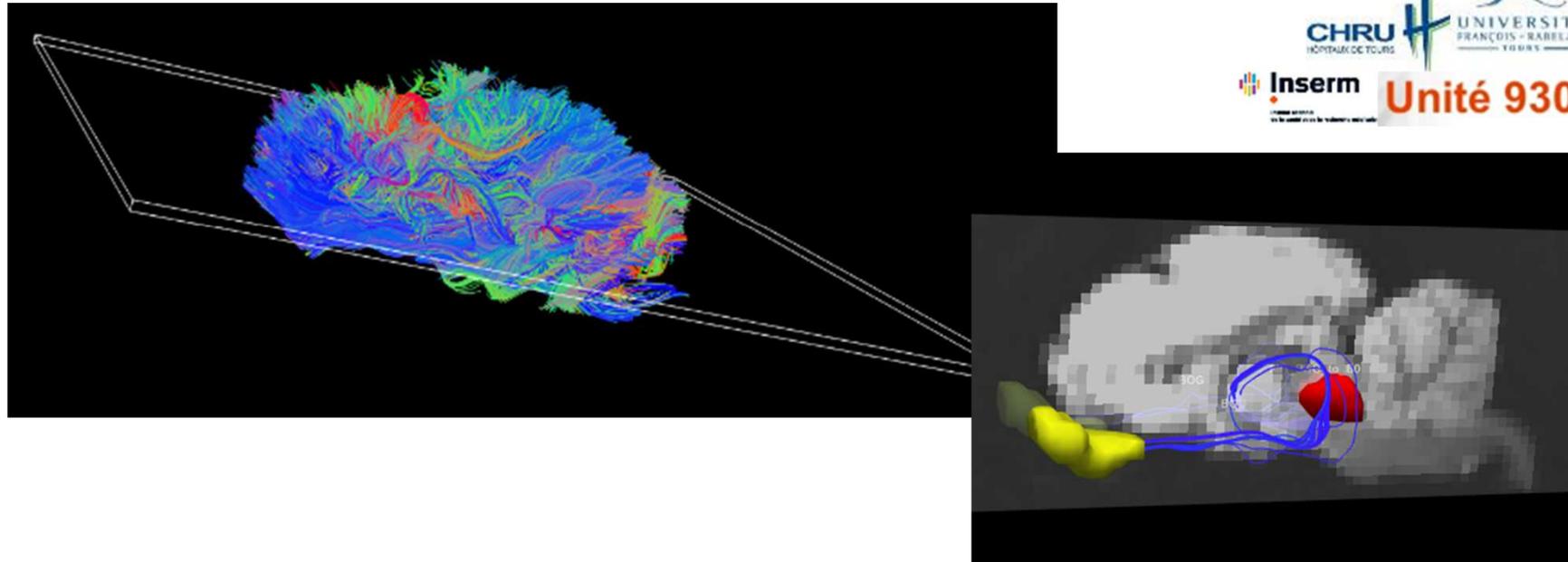


# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## *Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral*

### Perspectives et développement

Accéder à la description des faisceaux de fibres blanches



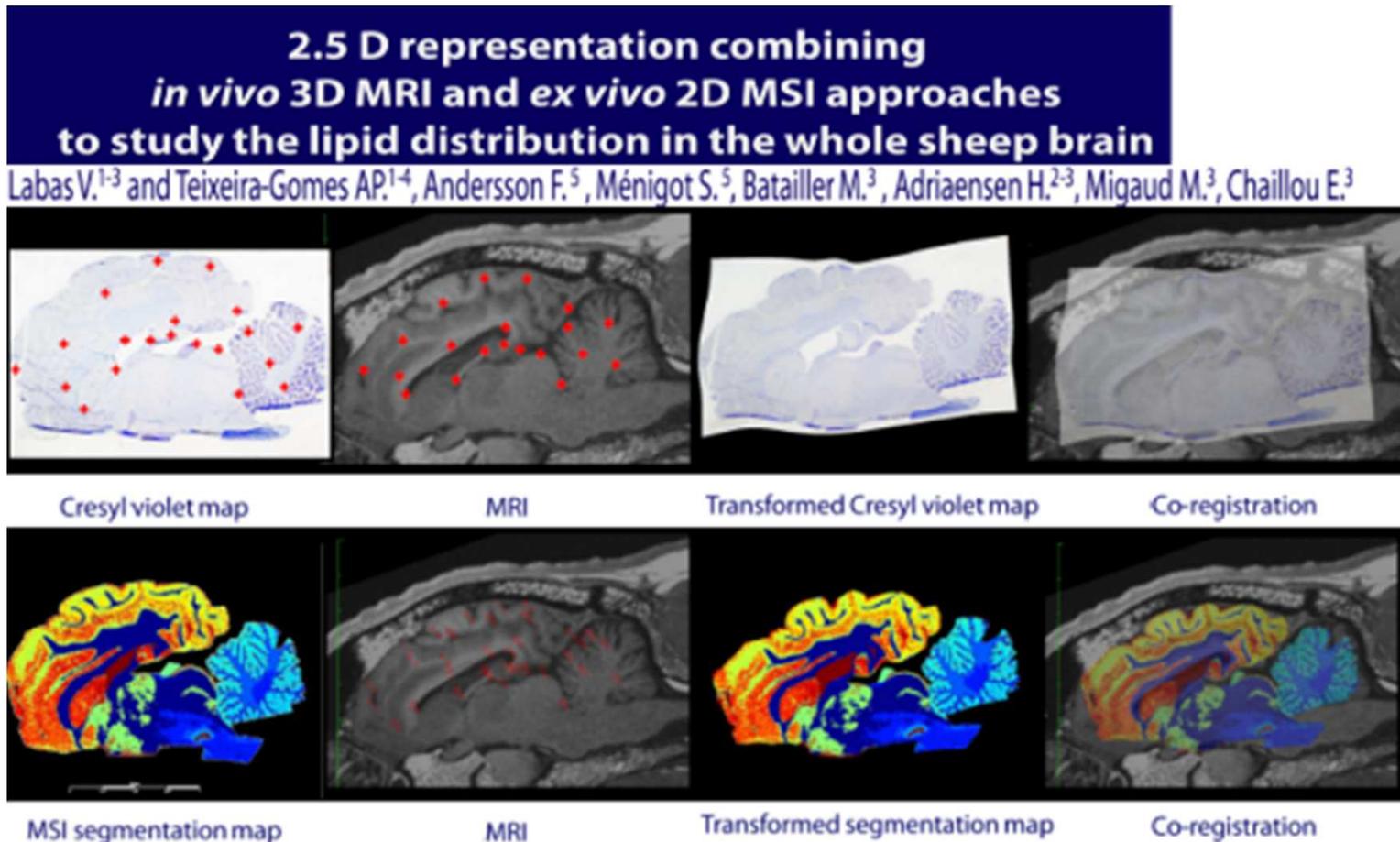
Menant et al., PhD student ; Fens 2016

# Projet OVIN2A - Identification des causes de mortalité des agneaux élevés en allaitement artificiel

## Effet de l'environnement précoce sur le développement cérébral

### Perspectives et développement

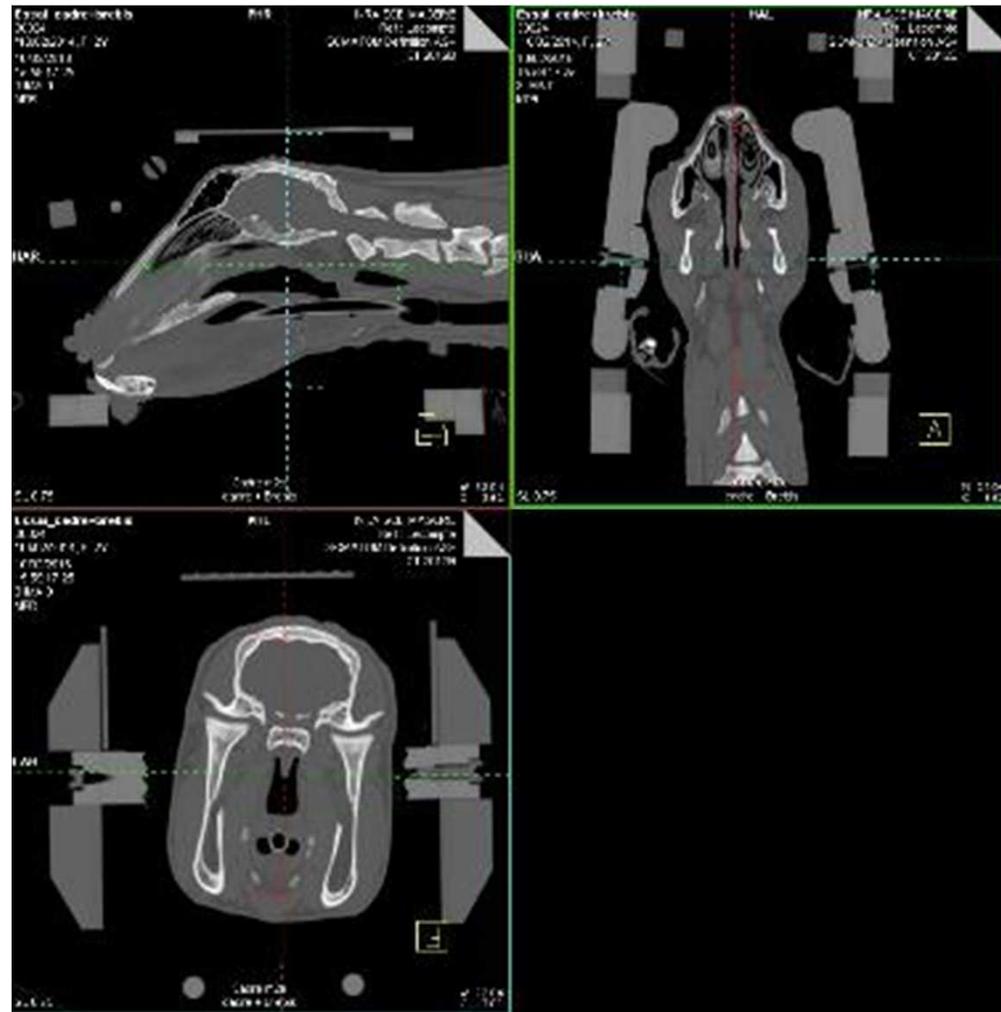
Identifier les lipides impliqués dans la maturation cérébrale



# Neurochirurgie par stéréotaxie, apport de l'imagerie *in vivo*



# Neurochirurgie par stéréotaxie, apport de l'imagerie *in vivo*



m<sup>2</sup>e

# Projet iFLOW

## I. Introduction : projet iFLOW

## II. Imagerie CT

## III. Imagerie IRM

A. Flux sanguin

B. Elastographie MR sur le foie

## IV. Conclusion: bénéfices de l'imagerie bi-modale IRM-CT

## V. Ouverture



# Projet iFLOW

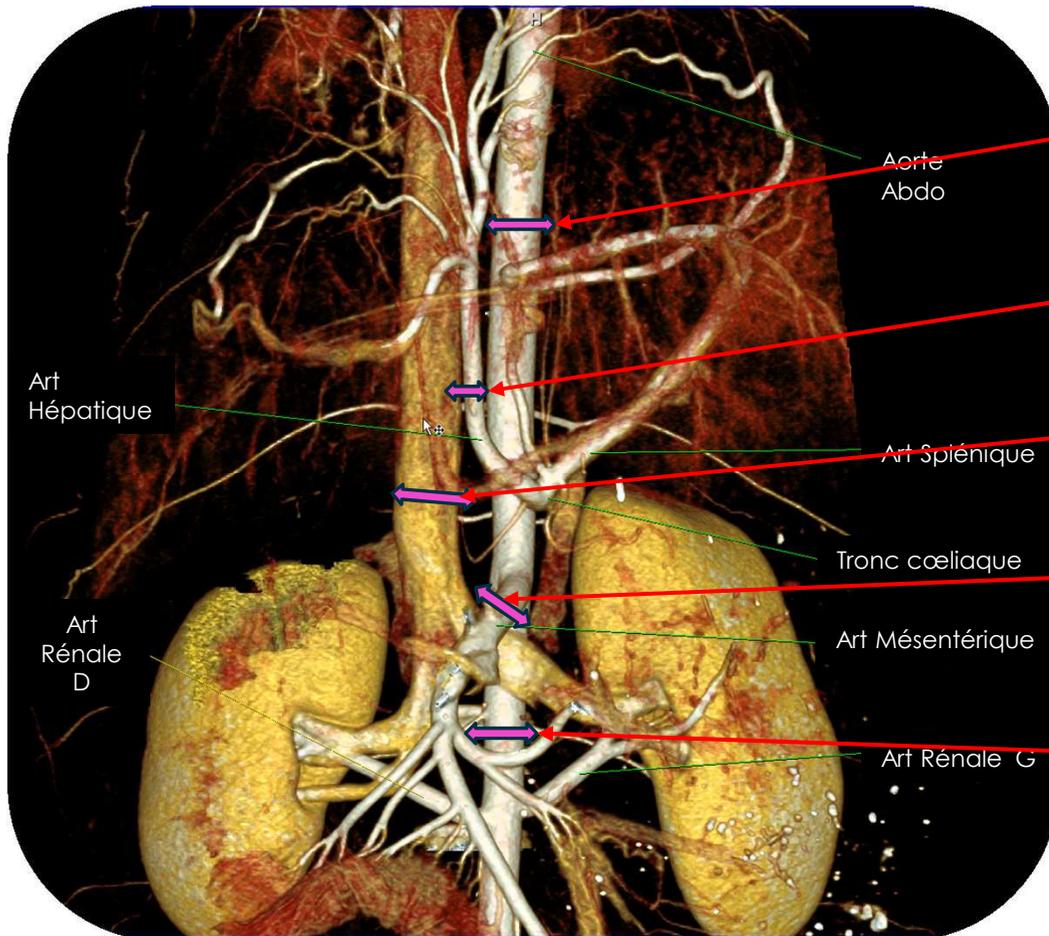
## I. Introduction

- ❖ **Projet iFLOW** : Intraoperative Fluorescent Liver Optimization Workup
- ❖ INSERM U785-Hôpital Paul Brousse à Villejuif
- ❖ Résection hépatique sur modèle porcin : 75%
- ❖ But : étude de la régénération du foie après hépatectomie partielle

## II. Imagerie CT

Volumétrie hépatique par angioscanner

Points de mesures de flux par IRM



Flux Aorte sup

Flux Art Hépatique

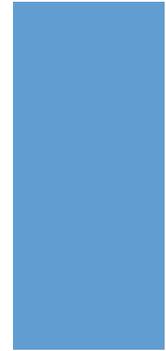
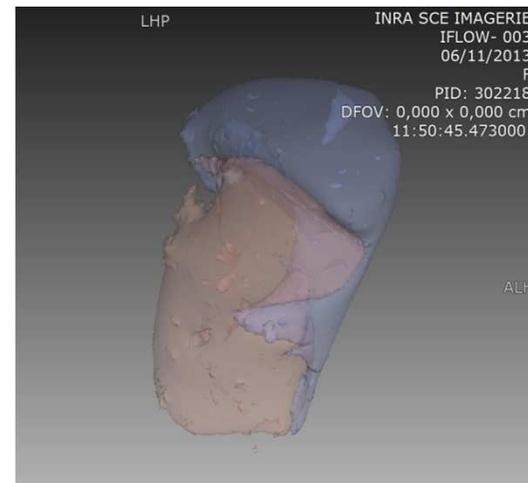
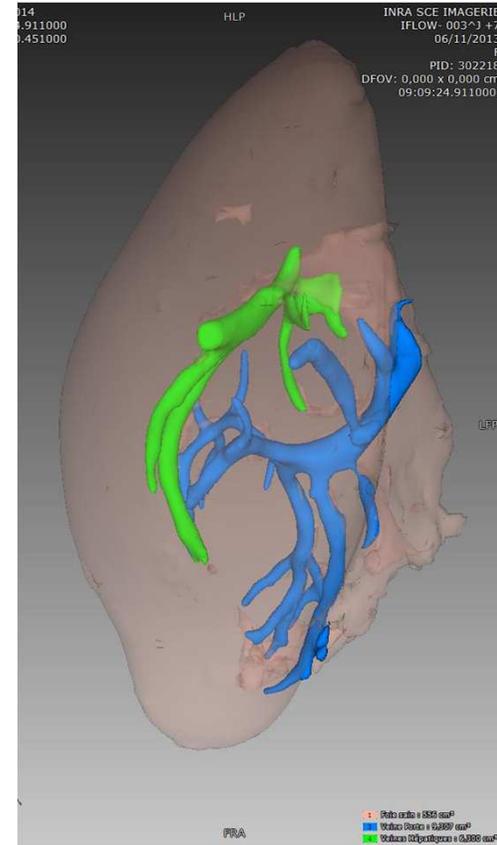
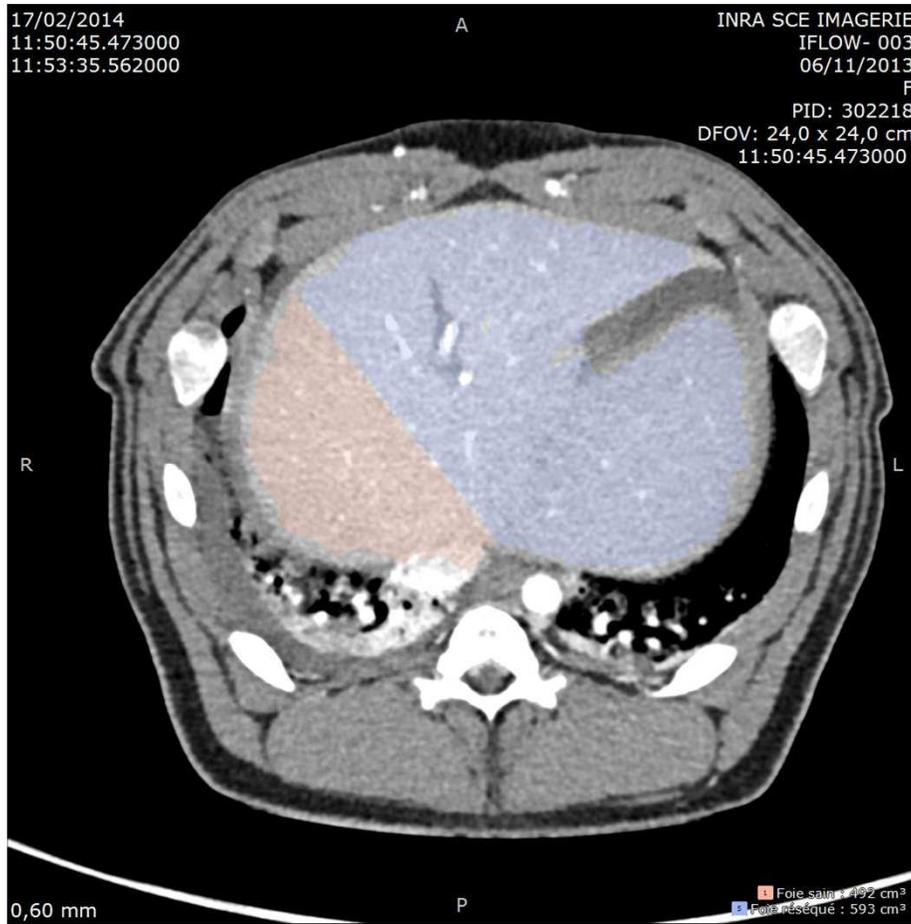
Flux Tronc Porte

Flux Art Mésentérique

Flux Aorte inf

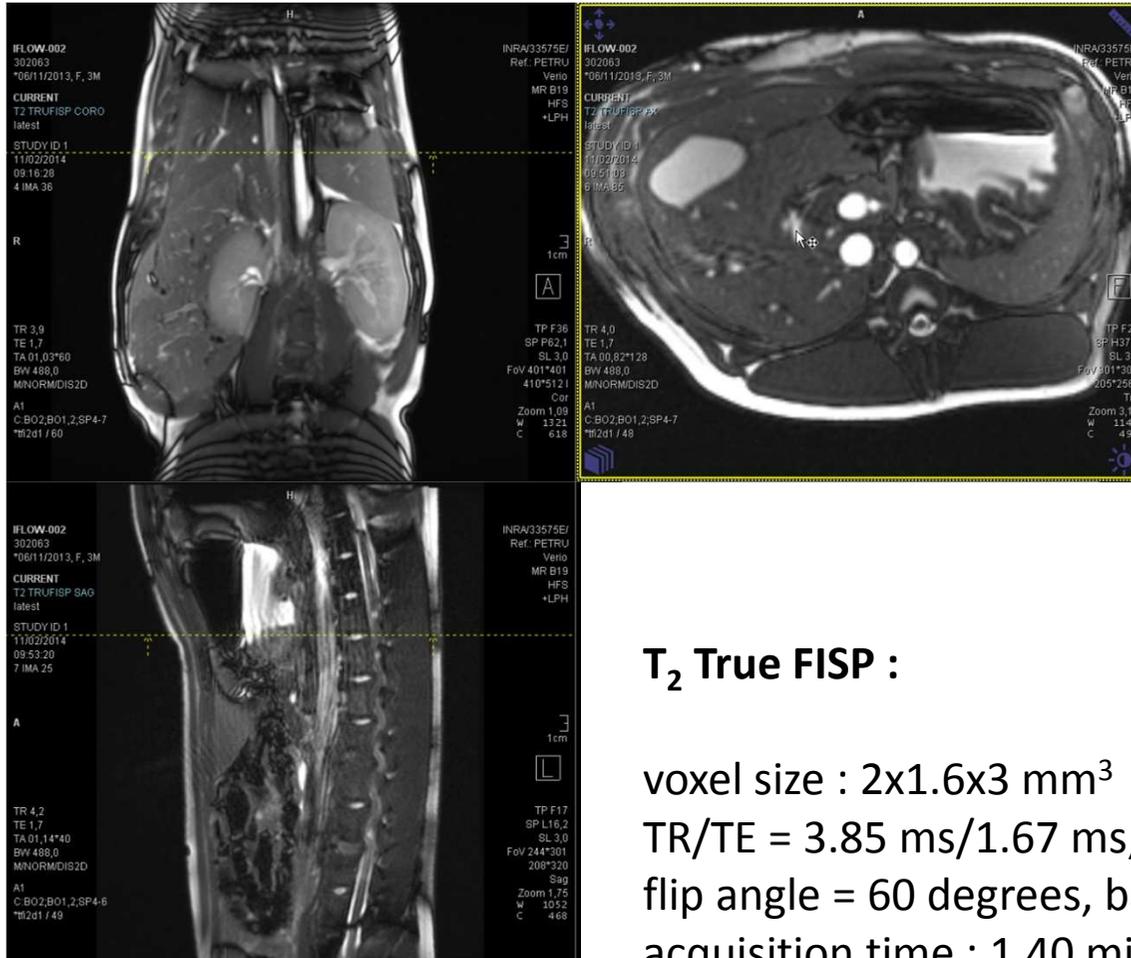
# II. Imagerie CT

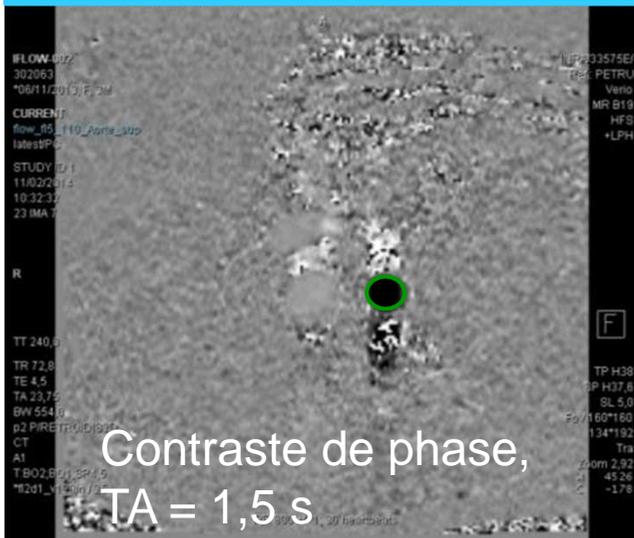
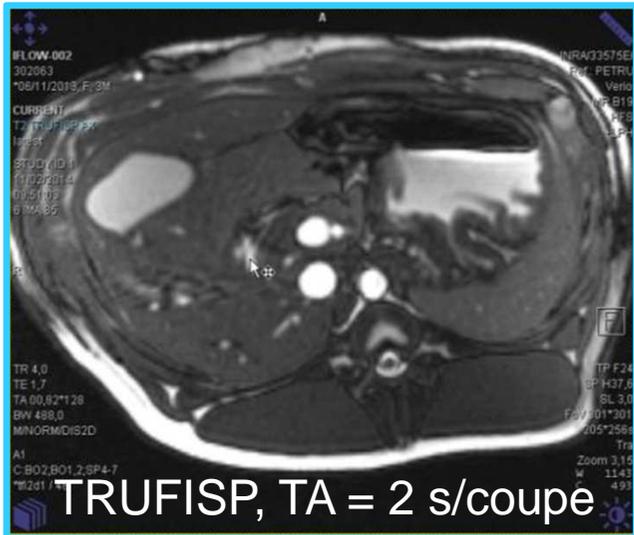
## Volumétrie hépatique par angioscanner



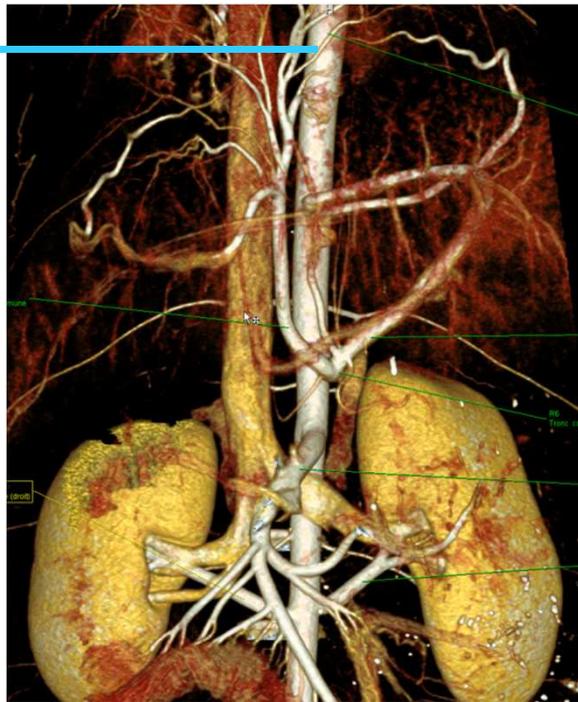
# III. Imagerie IRM

## Mesures de flux





Flux sur porcelet



Weight:	40	Kgs
Heart Rate:	86	beats/min
ROI 1		ROI 2
Region	Ao_sup	
<b>Flow</b>		
Avg Flow Over Range	-22.697 ml/s	
Avg Flow Per Minute	-1.298 l/min	
Peak Flow	-60.89 ml/s	
Time to Peak Flow	140 ms	

## Elastographie (E)RM



Transducteur actif

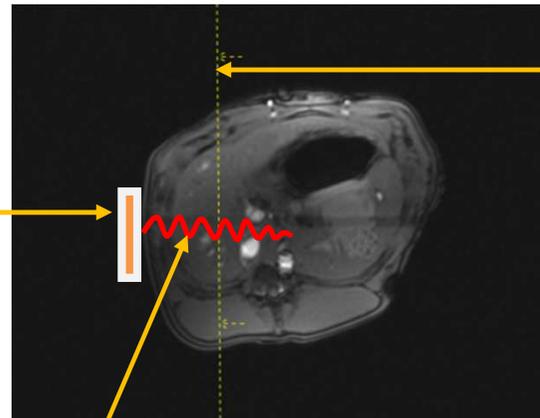


Transducteur passif / patch



Placement du patch

Patch / vibreur (60 Hz)

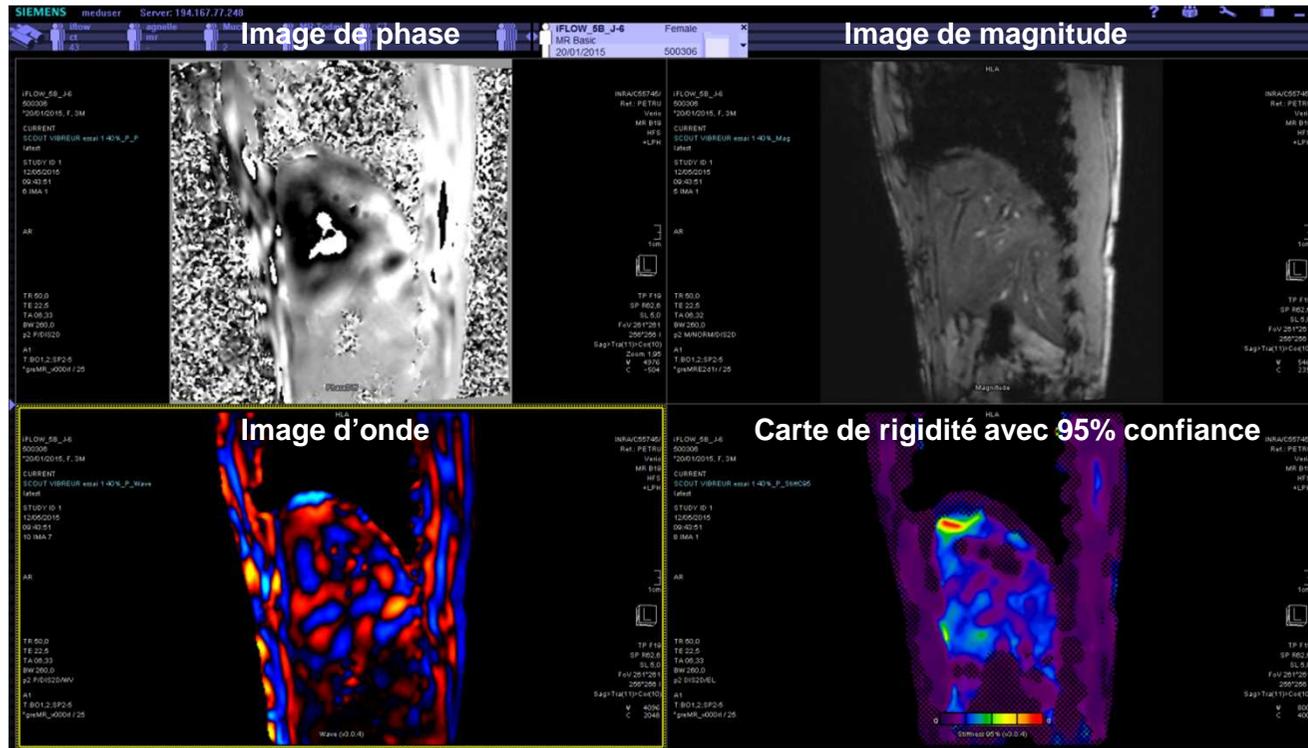


Onde de cisaillement

Plan d'acquisition

# Elastographie RM

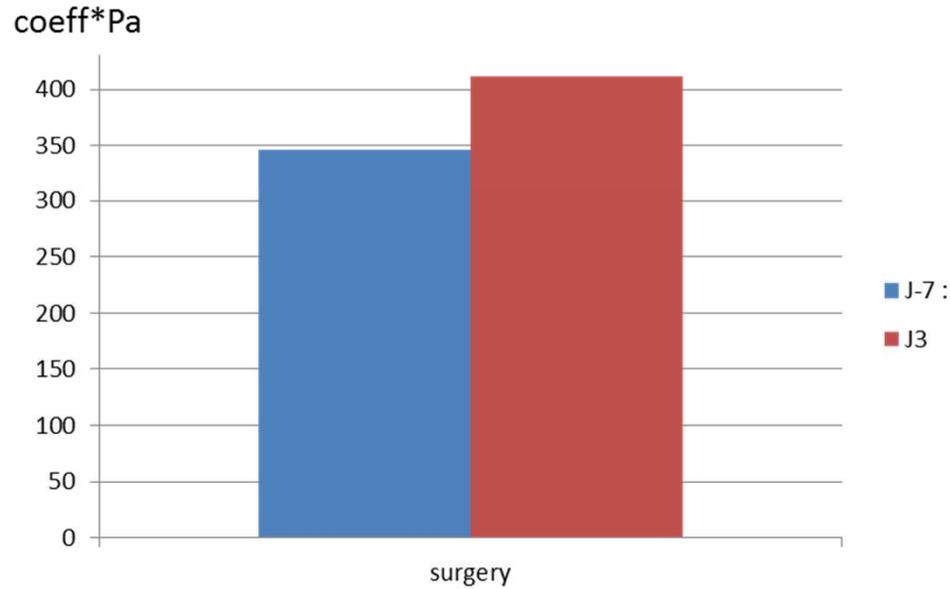
## Observation dans le plan SAGITTAL



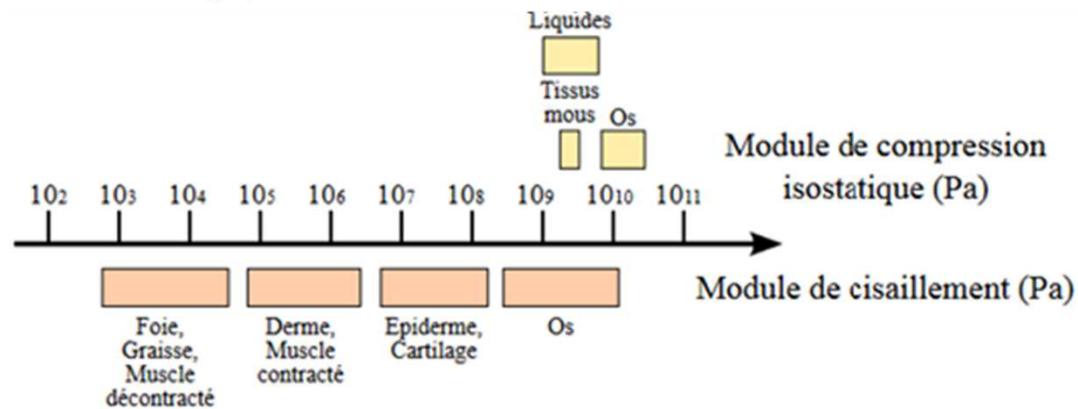
- Plus le tissu biologique est dur, c'est à dire inélastique, plus cette onde est rapide.
- Production d'une image d'élasticité de l'organe en mesurant la vitesse d'une onde de cisaillement en chaque endroit.

## Résultats pour l'ERM

Comparaison de l'état des ondes de propagation dans le foie avant et après hépatectomie



~ 1.4 kPa @ 60Hz



# Modèle de la circulation du foie, basé sur une analogie un circuit électrique

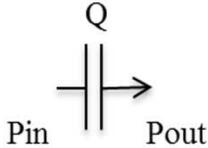
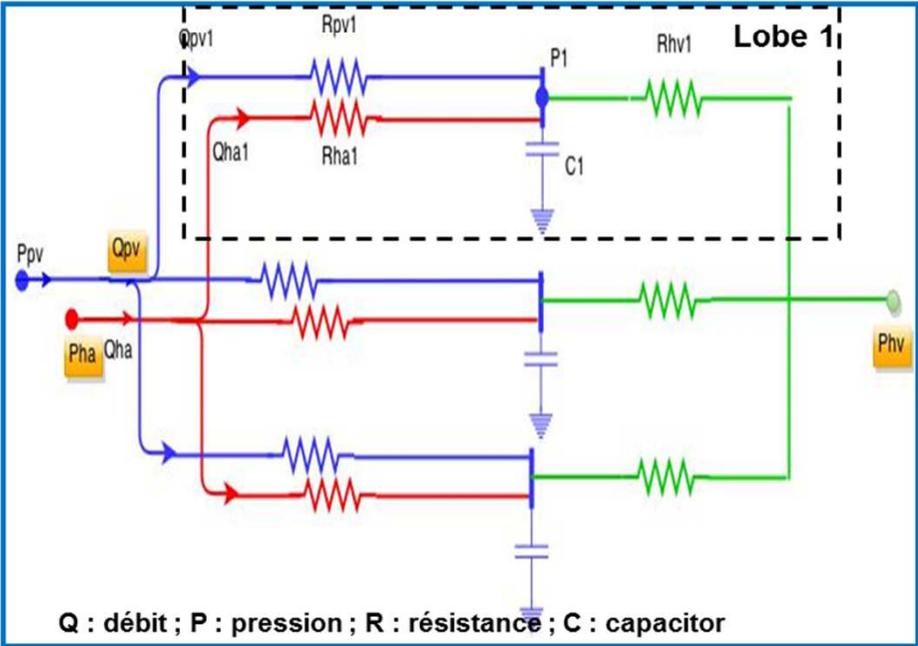


Résistance au flux due à la viscosité du sang (R)

$$P_{in} - P_{out} = RQ$$



Point de mesure de flux par IRM



Elasticité des vaisseaux sanguins (C)

$$Q = C \frac{d(P_{in} - P_{out})}{dt}$$

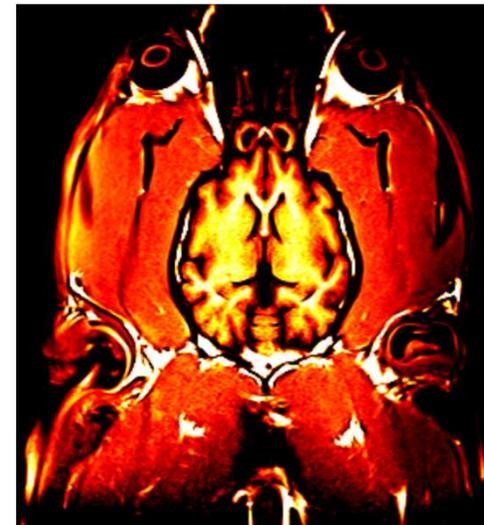
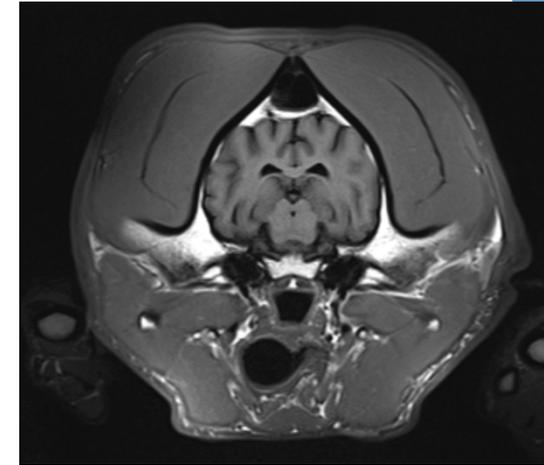
Elasticité hépatique

ERM

## IV. Conclusion: bénéfices de l'imagerie bi-modale IRM-CT

- ❖ Le CT permet de faire le calcul volumétrique du foie afin de modéliser la partie à réséquer et ainsi préparer la chirurgie
  
- ❖ L'IRM permet de calculer :
  - le flux à de divers vaisseaux
  - la carte d'élasticité du foie
  
- Modèle de prédilection pour prédire le pourcentage de foie qui peut être réséqué

## V. Ouverture : diagnostic



**Merci pour votre attention !**



Plate-forme CIRE  
UMR Physiologie de la Reproduction et des  
Comportements  
Centre INRA Val de Loire  
37380 Nouzilly



Responsables scientifiques : Yves Tillet et Philippe Rosset - tél. : 02 47  
42 79 66

Responsable opérationnel : Gilles Gomot - tél. : 02 47 42 78 01

Courriel : [cire@tours.inra.fr](mailto:cire@tours.inra.fr)  
[www.val-de-loire.inra.fr/cire](http://www.val-de-loire.inra.fr/cire)