

Source: uhrad.com.

Imagerie médicale

Introduction

Isabelle Bloch, Pietro Gori
LTCl, Télécom ParisTech
Université Paris-Saclay



Un peu d'histoire

- Des humeurs...
- ...à l'auscultation
- ... et à l'imagerie





1895 : la première image radiologique





Histoire de l'imagerie médicale

Rayons X

- **1895** : Découverte du principe des rayons-X par le physicien allemand **Wilhelm Conrad Röntgen**, **prix Nobel en 1901**
- **1972** : Scanner mis au point par les radiologues britanniques **Allan Mc Cornack** et **Godfrey N. Hounsfield**, **prix Nobel en 1979**

Ultra sons

- **1915** : Propagation des ultrasons pour les SONAR (SOund NAVigation Ranging).
- **1955** : Première échographie de **Inge Edler** (1911-2001), cardiologue suédois.
- **1980** : Echographie Doppler.

IRM

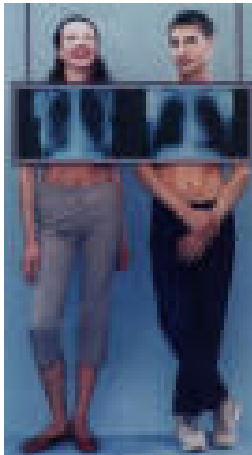
- **1945** : Découverte de la résonance des noyaux des atomes (résonance nucléaire) soumis à un champ magnétique par **Edward Purcell** et **Felix Bloch**, tous deux **prix Nobel en 1952**
- **1973** : Première image IRM sur un animal par le chimiste américain **Paul Lauterbur**
- **1980** : Présentation au RSNA.

Nucléaire

- **1934**: Découverte de la radioactivité naturelle par **Henri Becquerel**, **Pierre** et **Marie Curie** **prix Nobel en 1903**, puis de la radioactivité artificielle par **Irène** et **Frédéric Joliot-Curie** **prix Nobel en 1935**
- **1990**: Développement de la médecine nucléaire, avec la scintigraphie et la tomographie par émission de positons (TEP).



Types d'imagerie



**Radiographie
(Rayons X)**



Scanner à rayons X



Echographie

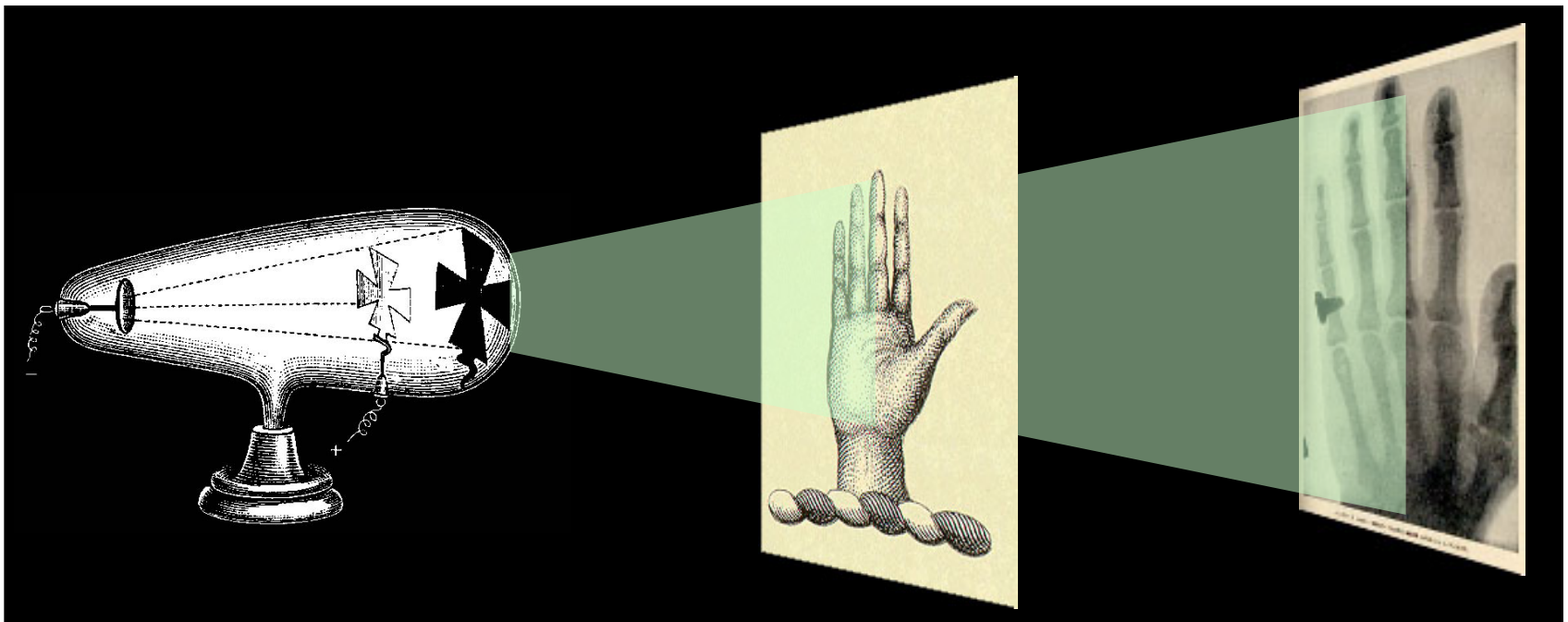


**Imagerie par résonance
magnétique (IRM)**

etc.

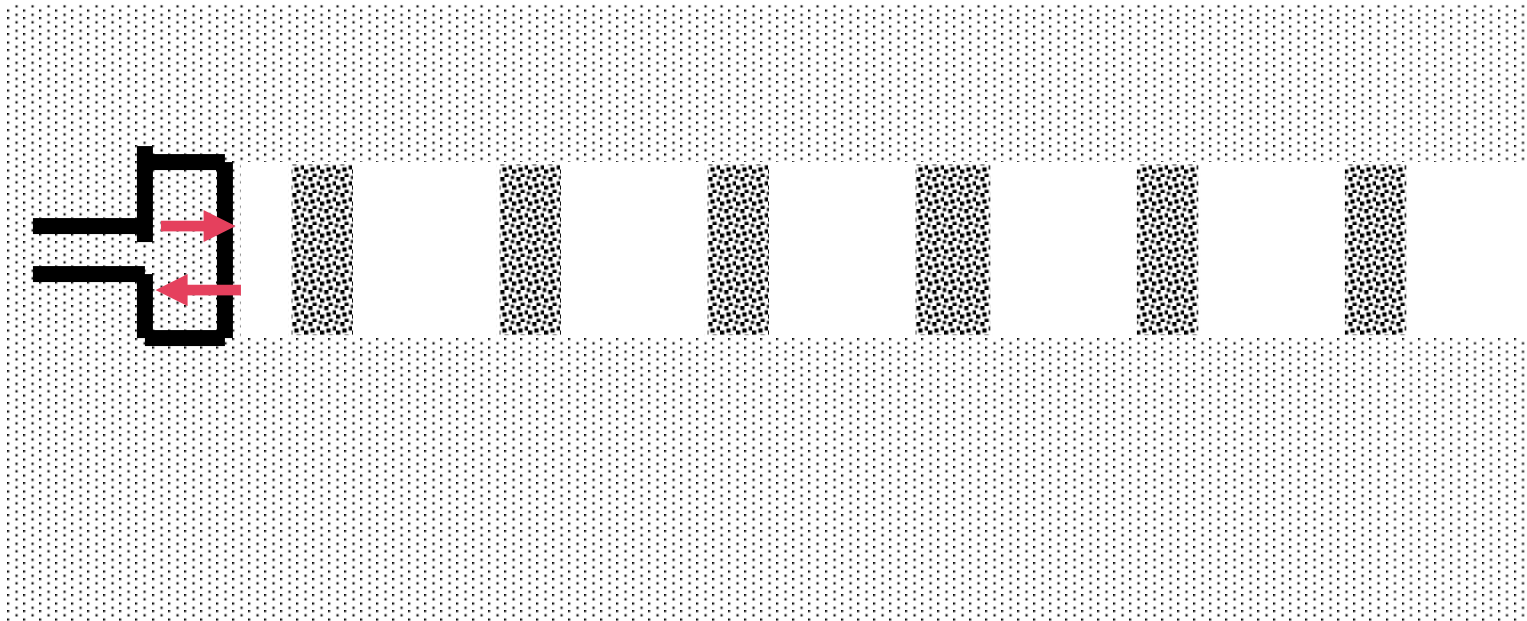


Principe de l'imagerie par rayons X





Principe de l'imagerie par ultrasons

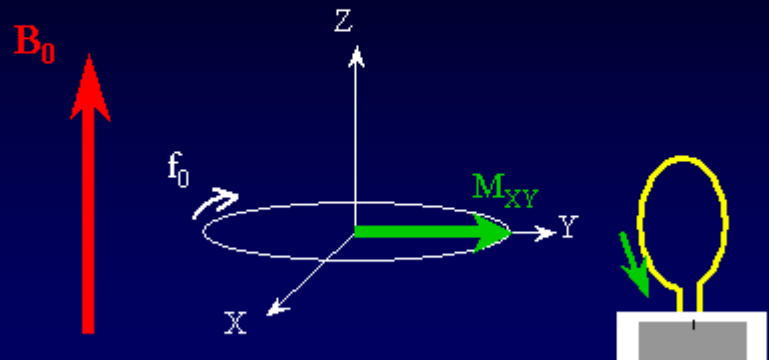
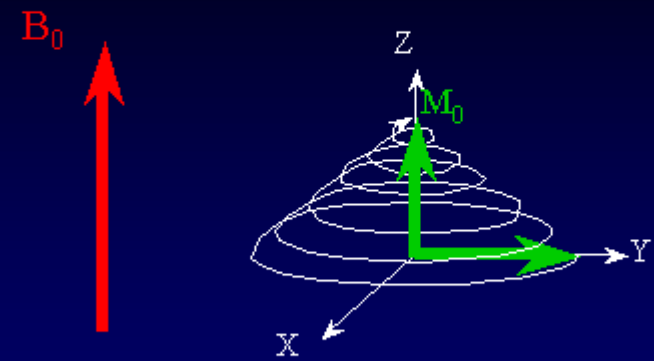
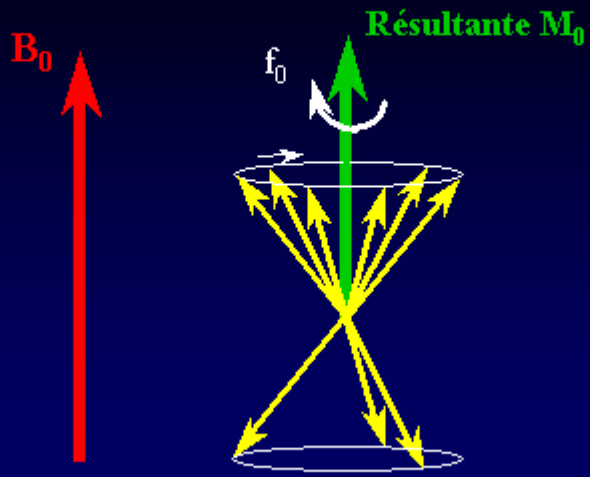


- Onde de compression qui « voyage »
- Interfaces entre milieux d'impédances acoustiques différentes : réflexion



Principe de l'imagerie par résonance magnétique

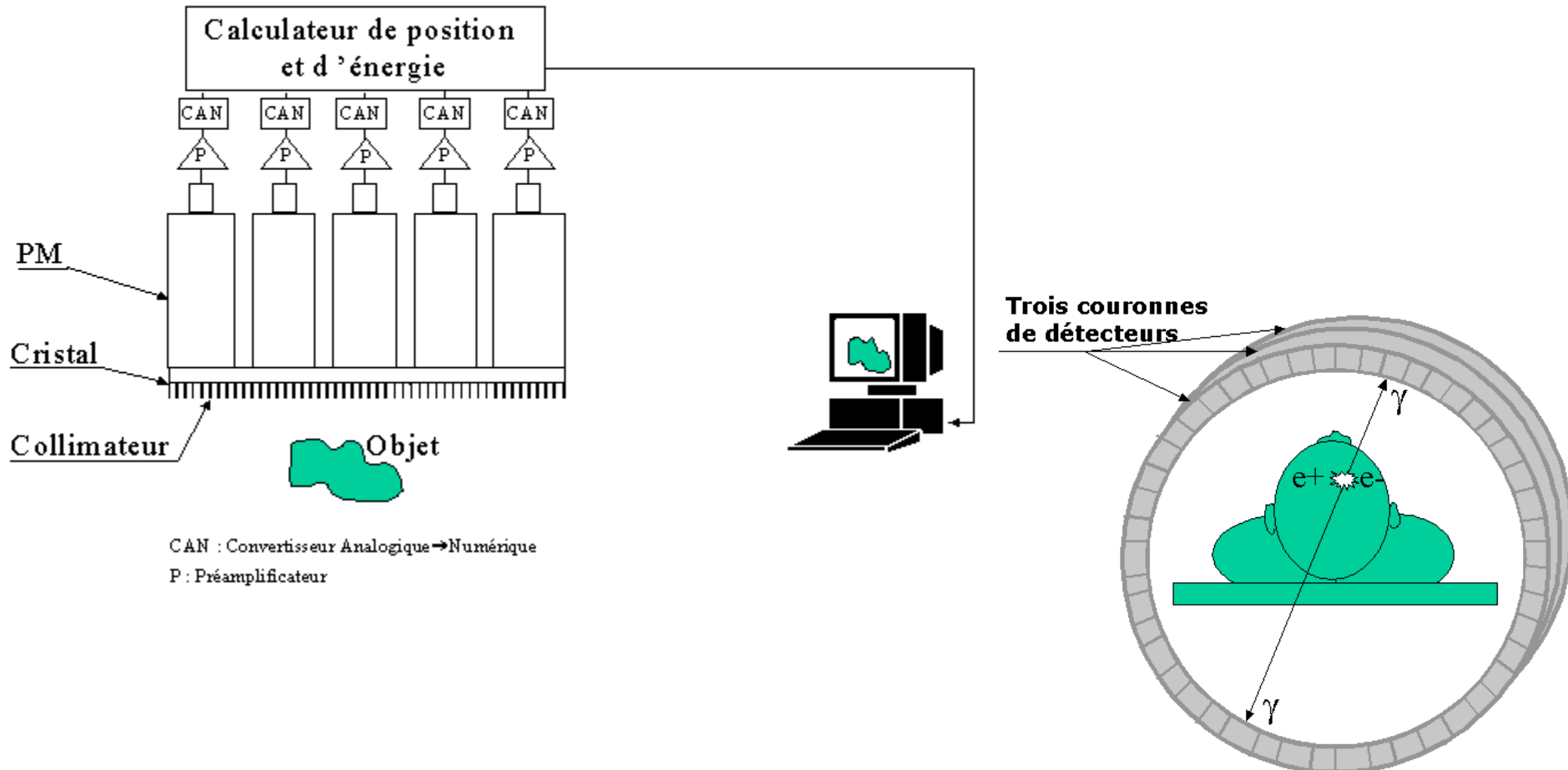
Retour de l'aimantation à son état d'équilibre:





Principe de l'imagerie nucléaire

Schéma de principe d'une gamma-caméra digitale





Et aussi :

Techniques d'imagerie optique :

- Tomographie de cohérence optique
- Optique adaptative

Electrophysiologie :

- Electro-encéphalographie (EEG)
- Magnéto-encéphalographie (MEG)

...

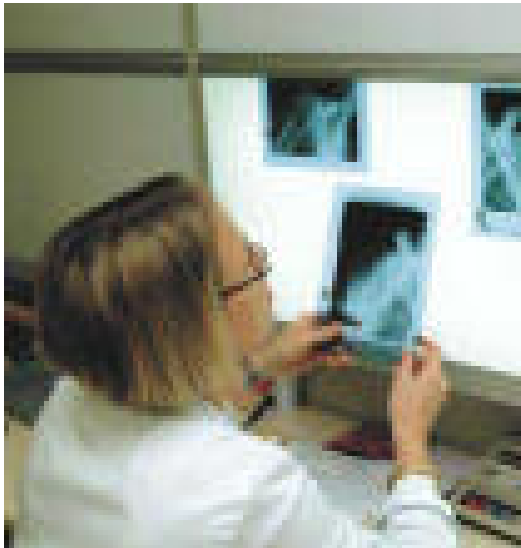


Caractéristiques très variées

- Principes physiques
- Irradiation
- Résolution
- Différenciation des tissus
- 2D / 3D
- Coupe / projection
- Anatomie / fonction ou métabolisme
- Séquences temporelles
- Instrumentation



Supports de l'information



du film à l'image numérique



Obstétrique

Ultrasons

- Établir la présence et le nombre de foetus.
- Déterminer la position du placenta.
- Déterminer l'âge foetal. Vérifier le développement.
- Détecter des malformations congénitales.
- Déterminer la position du foetus.



Fetus at 9 weeks





Obstétrique

Ultrasons

1961: Première image de foetus

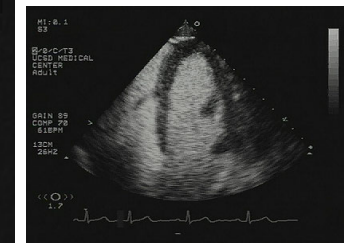
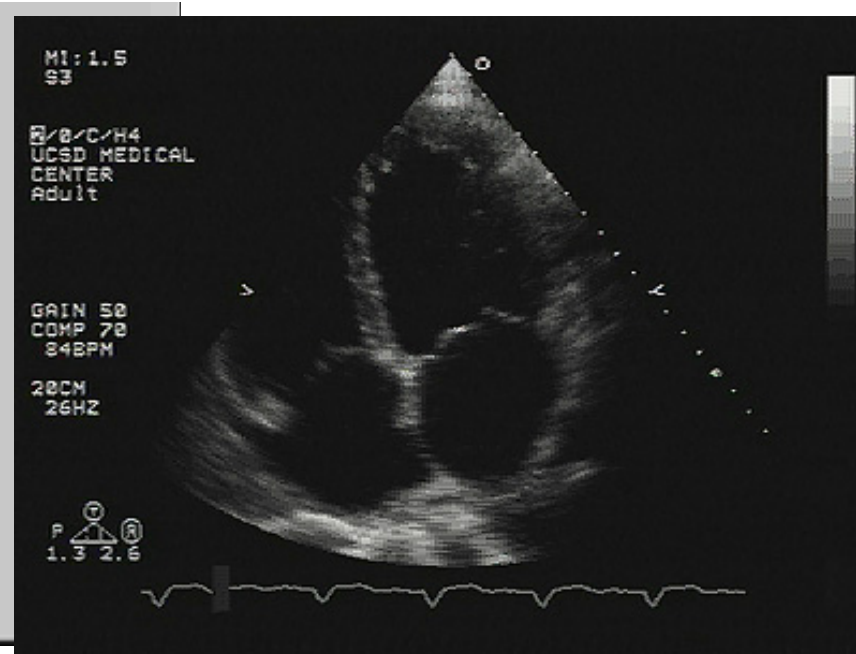


1990: Première visualisation 3D de foetus

Coeur

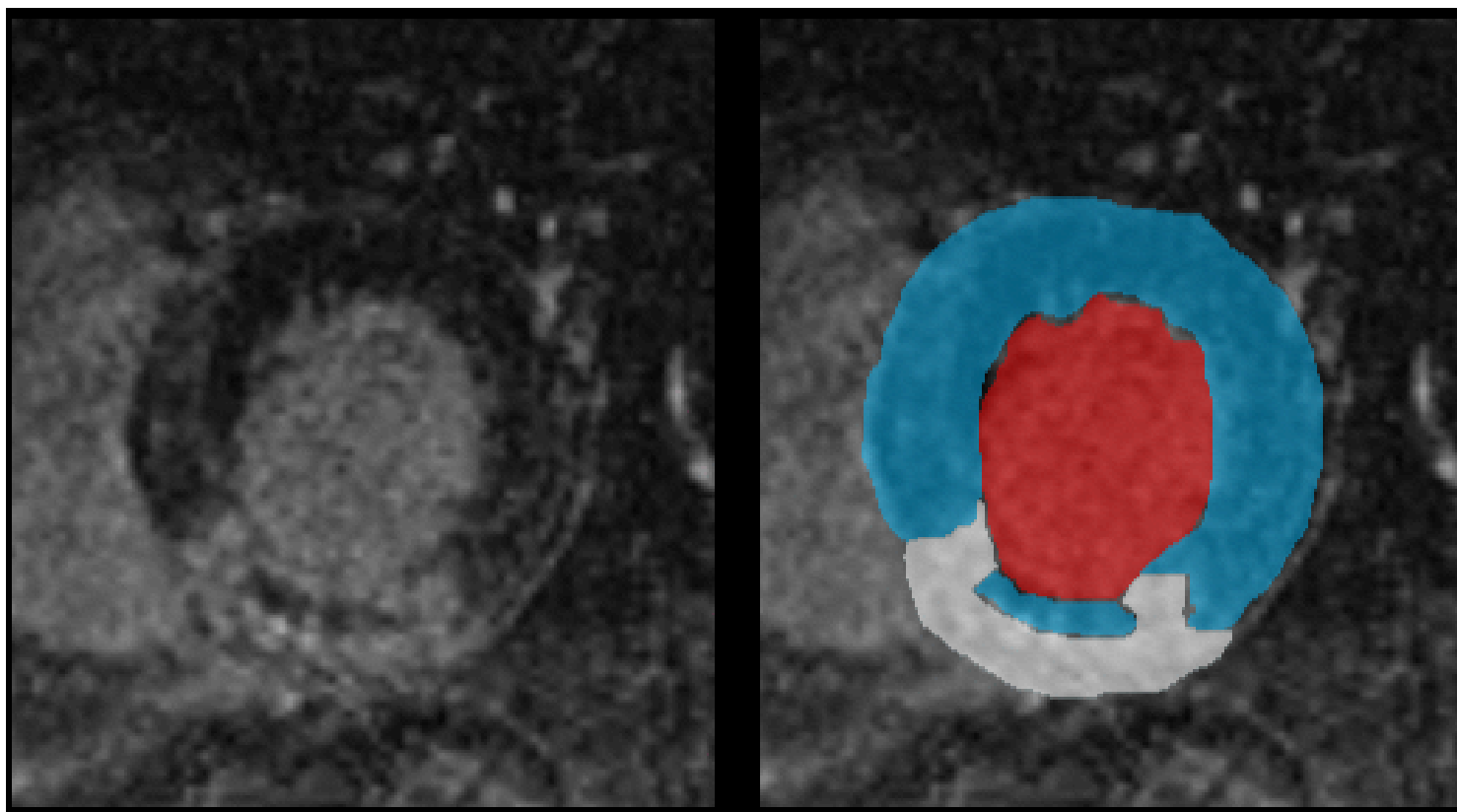
Ultrasons

- Maladies des valves
- Fonction cardiaque (efficacité de pompage)
- Caillots sanguins dans les chambres cardiaques.





Coeur

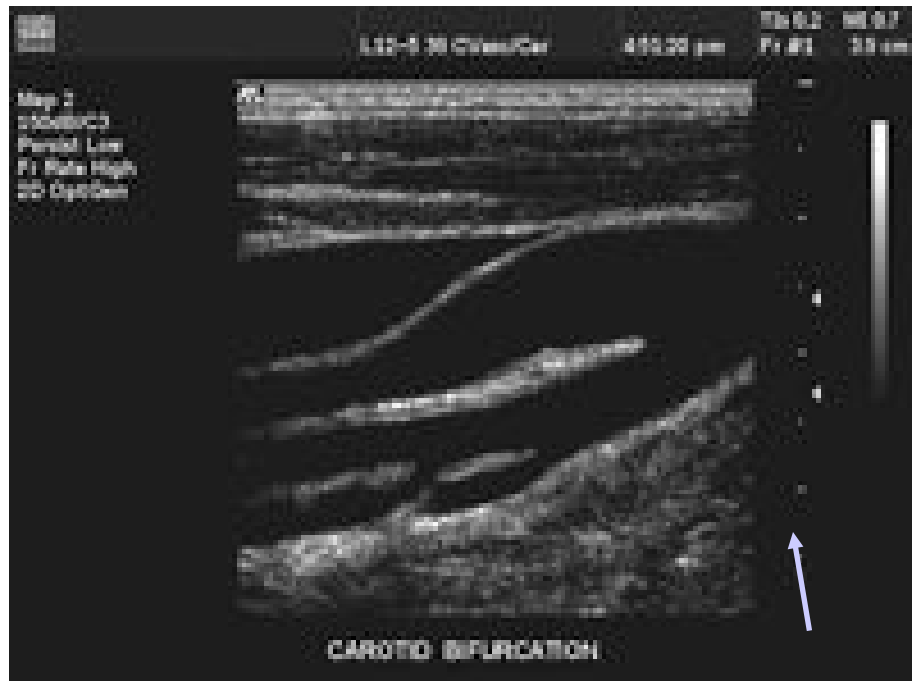


IRM

Vaisseaux sanguins

Ultrasons

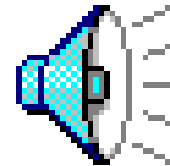
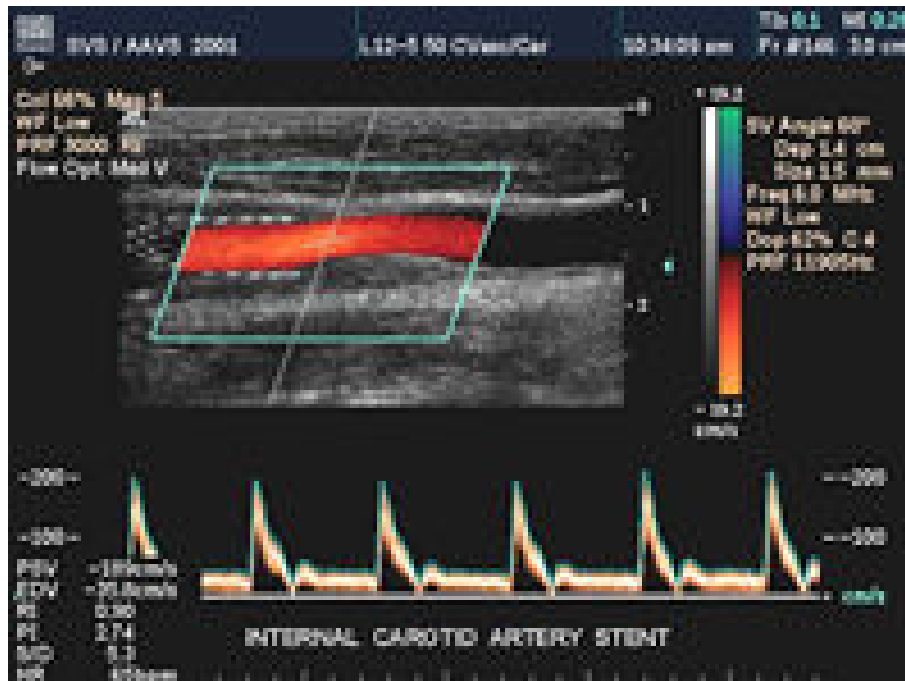
- Évaluation des blocages dus à des caillots dans les veines ou des plaques dans les artères.





Vaisseaux sanguins

Ultrasons : doppler

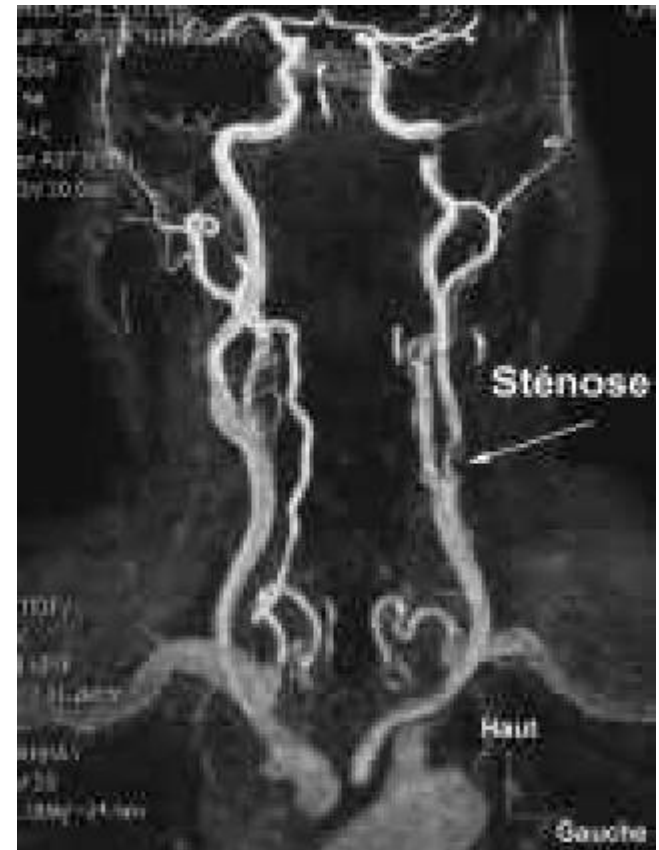




Vaisseaux sanguins



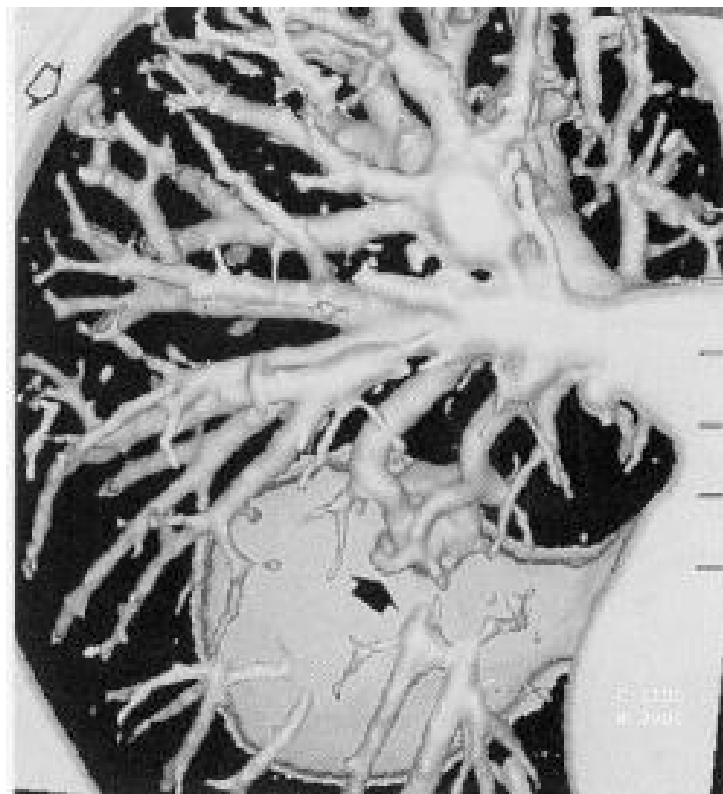
Angiographie X



Angiographie IRM



Arbre vasculaire



Vaisseaux sanguins

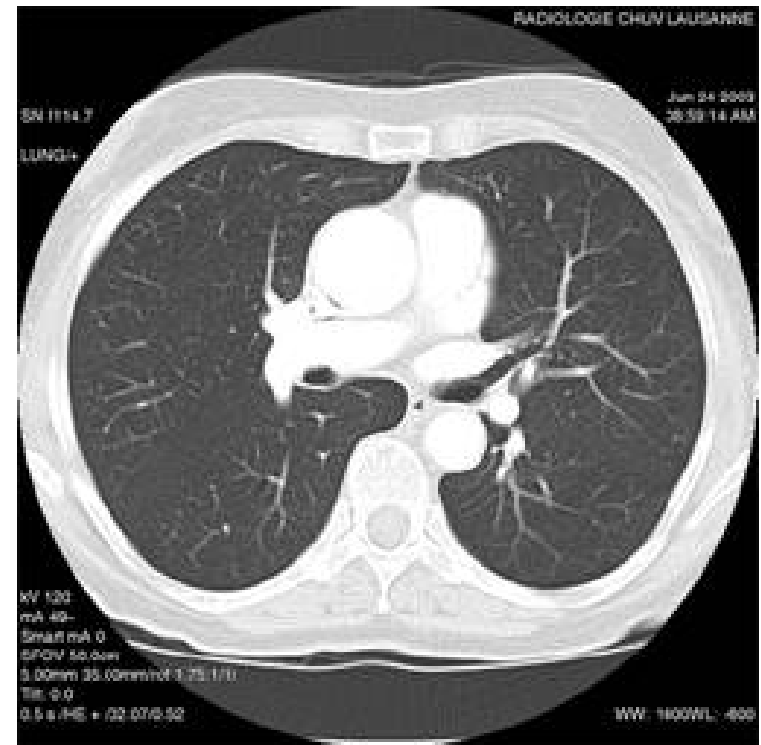
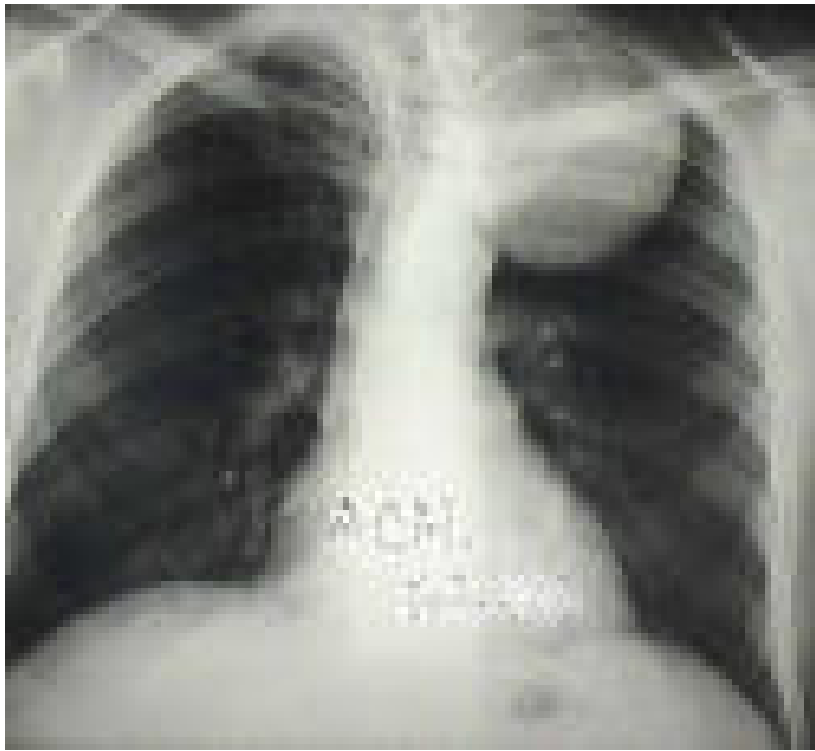


Rayons X



Thorax

Rayons X & Scanner X



Poumons

Abdomen

Ultrasons

- Reins, foie, pancréas, rate, vésicule biliaire.
- Guidage pour les biopsies.
- Diagnostic des douleurs abdominales comme les calculs rénaux, ou un appendice enflammé.
- Élargissement d'organes.





Membres inférieurs

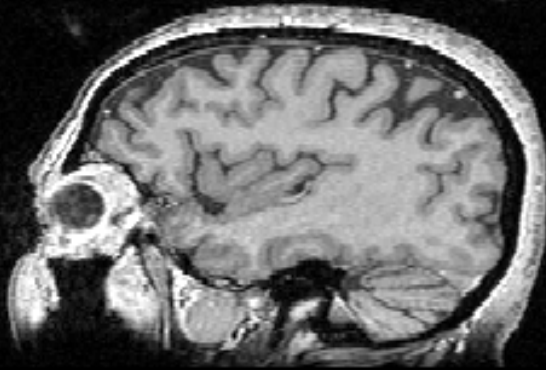


Rayons X

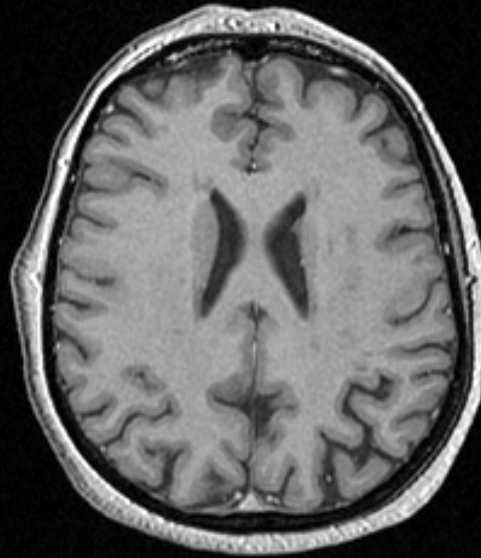


Cerveau

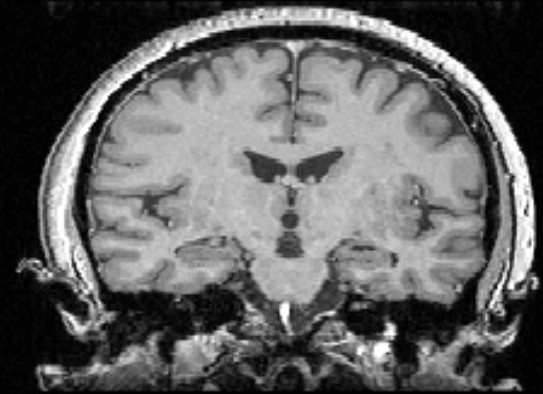
Initial 3-D MR image



SAGITTAL



AXIAL



CORONAL

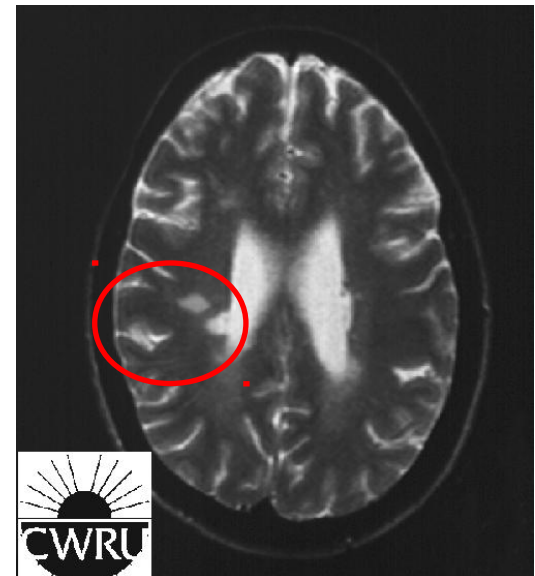
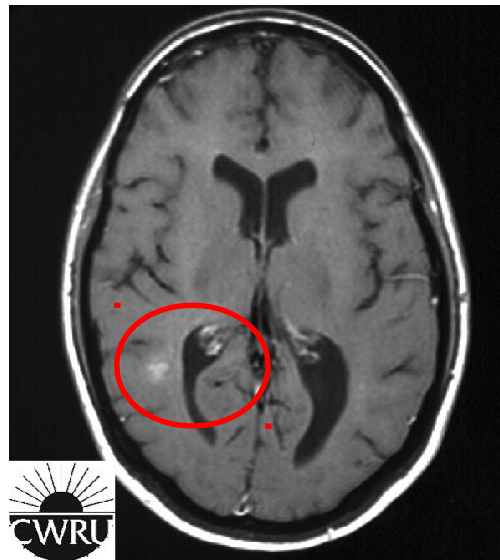
CEA SHFJ ORSAY / TELECOM PARIS

IRM



Cerveau

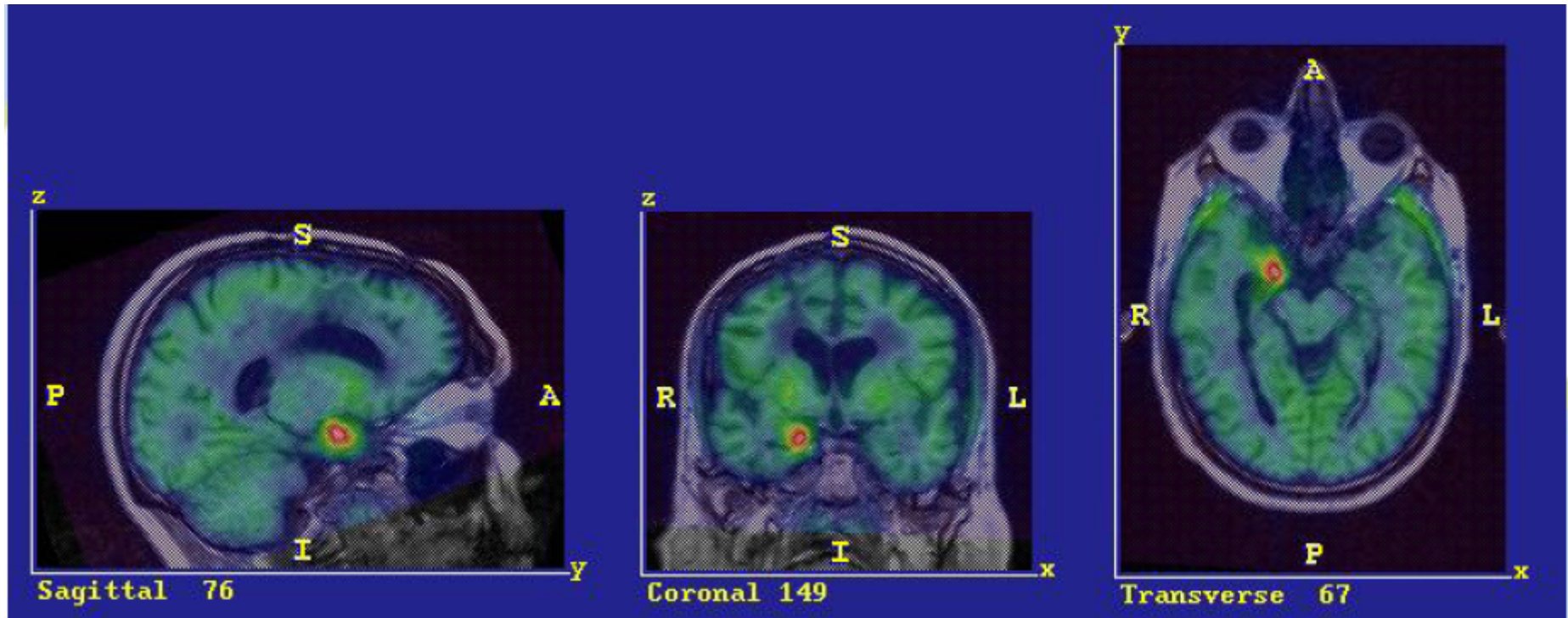
- Différents Modes d'Acquisition en IRM





Cerveau

TEP avec traceur FDG pour le diagnostic d'une tumeur du cerveau.

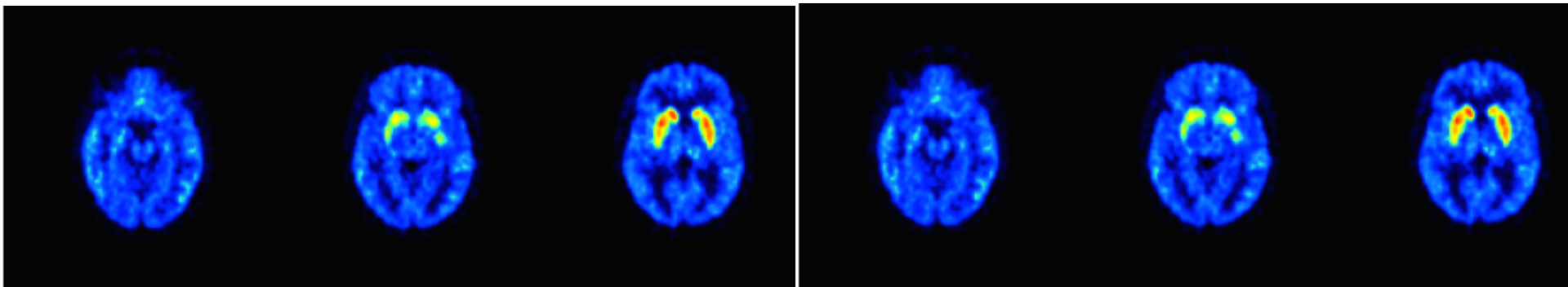


Source: V. Cunningham, GlaxoSmithKline.



Cerveau

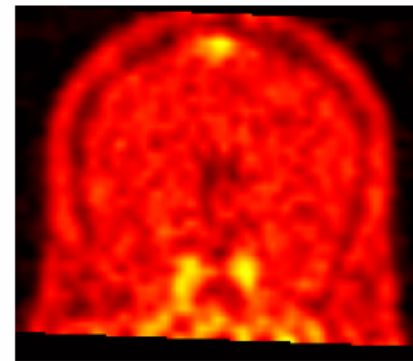
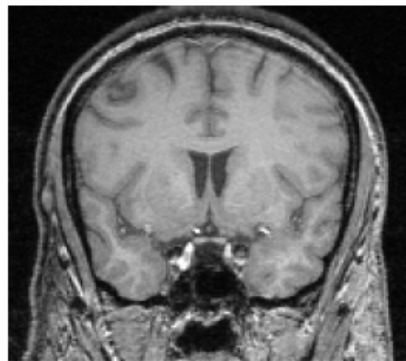
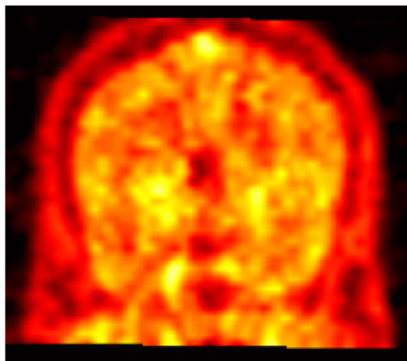
TEP pour tester in-vivo des médicaments.



[¹¹C]-R-rolipram

MRI

[¹¹C]-S-rolipram

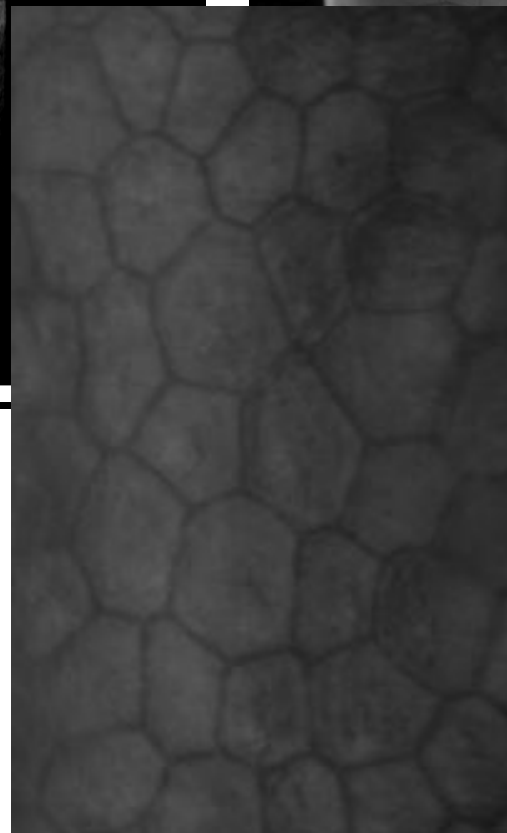
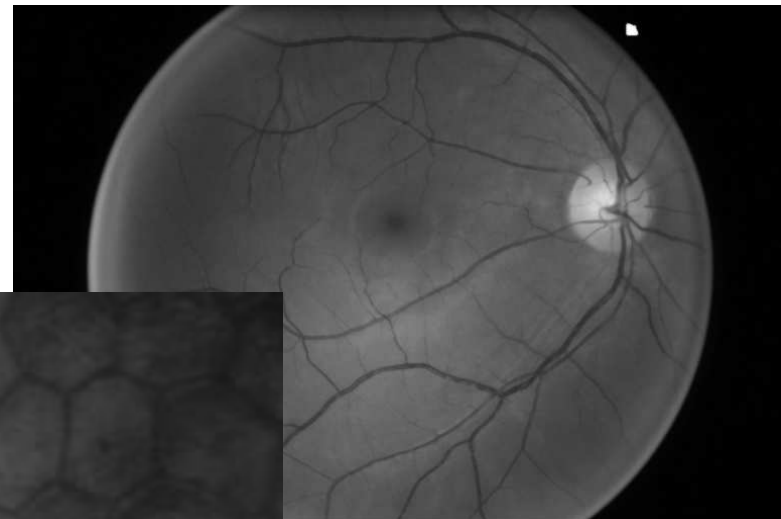
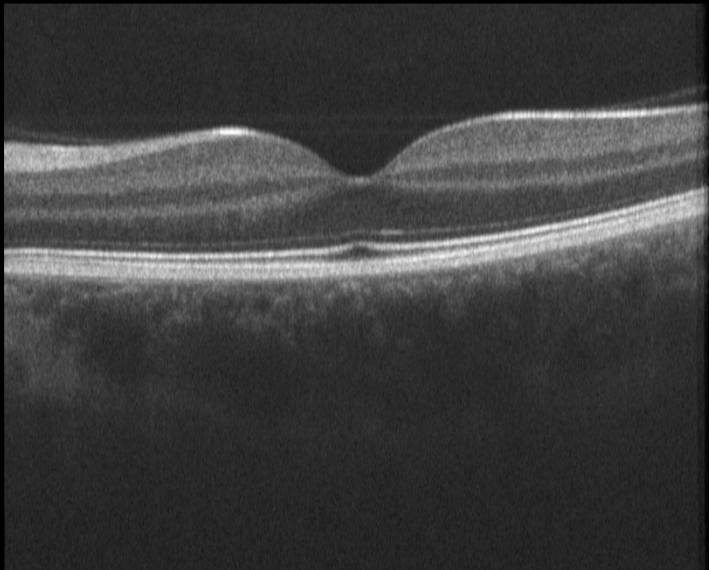




Imagerie de l'oeil

Caliper

0



La recherche en traitement d'images médicales

- Reconstruction
- Améliorer la qualité des images
- Extraire le contour des organes, classification, segmentation, reconnaissance
- Détecter et reconnaître des pathologies
- Mesures quantitatives
- Modélisation
- Visualisation 3D
- Analyse fonctionnelle, neurosciences
- Fusion d'informations
- Aide au diagnostic, au planning thérapeutique ou chirurgical...



Un domaine complexe et pluridisciplinaire

- Physique, mathématiques
- Informatique
- Biologie, médecine
- Etudes cliniques
- Recherche clinique, en neurosciences...
- Forte interaction entre interlocuteurs de domaines variés
- Enjeux très importants aussi bien en clinique qu'en recherche
- Et le patient ...