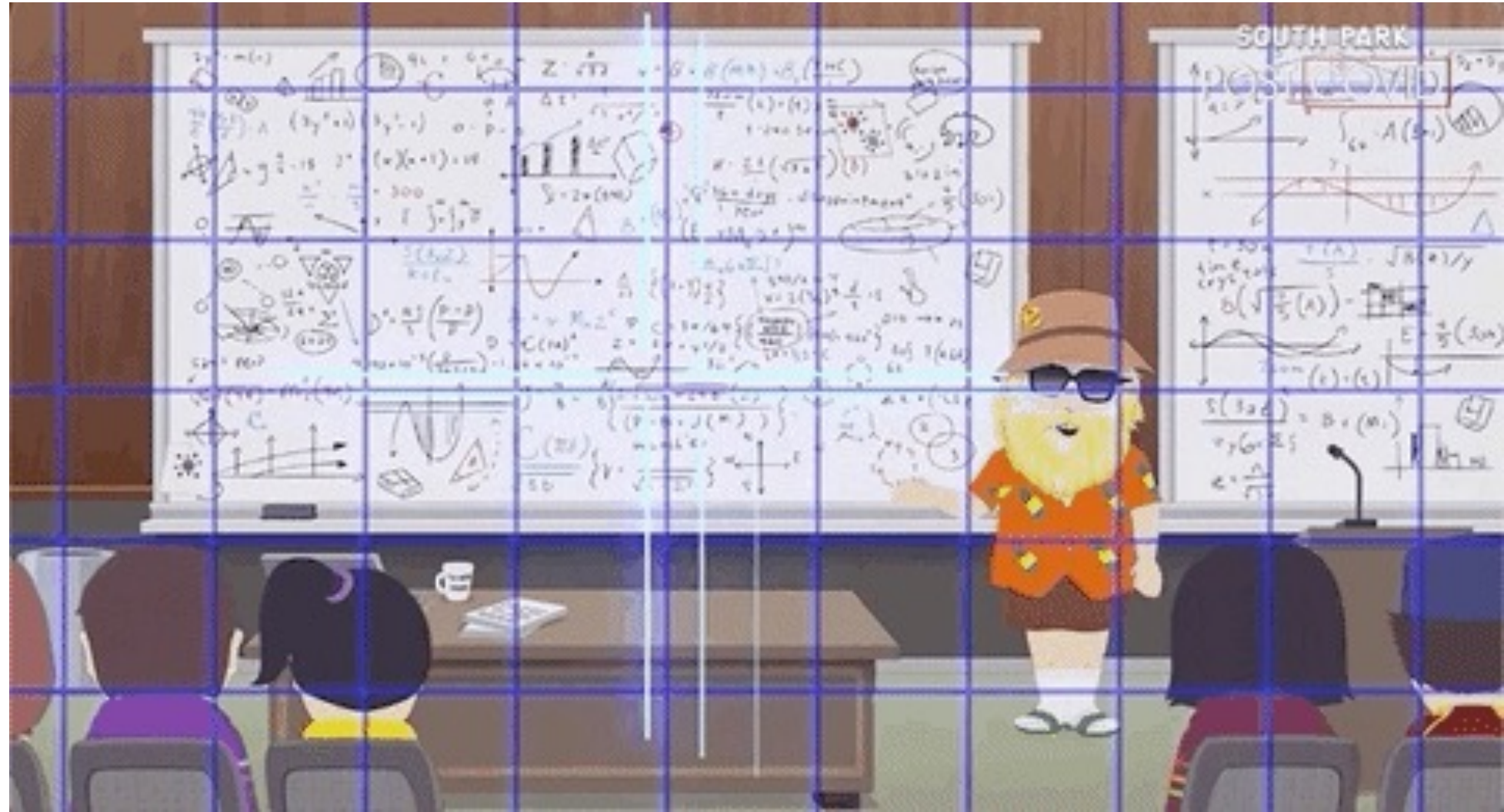


IRM

Principes, intro a la physique, et composants

Novembre 2023



Qu'est-ce que c'est "l'IRM"



Imagerie
par
Résonance
Magnétique

Quelques Definitions

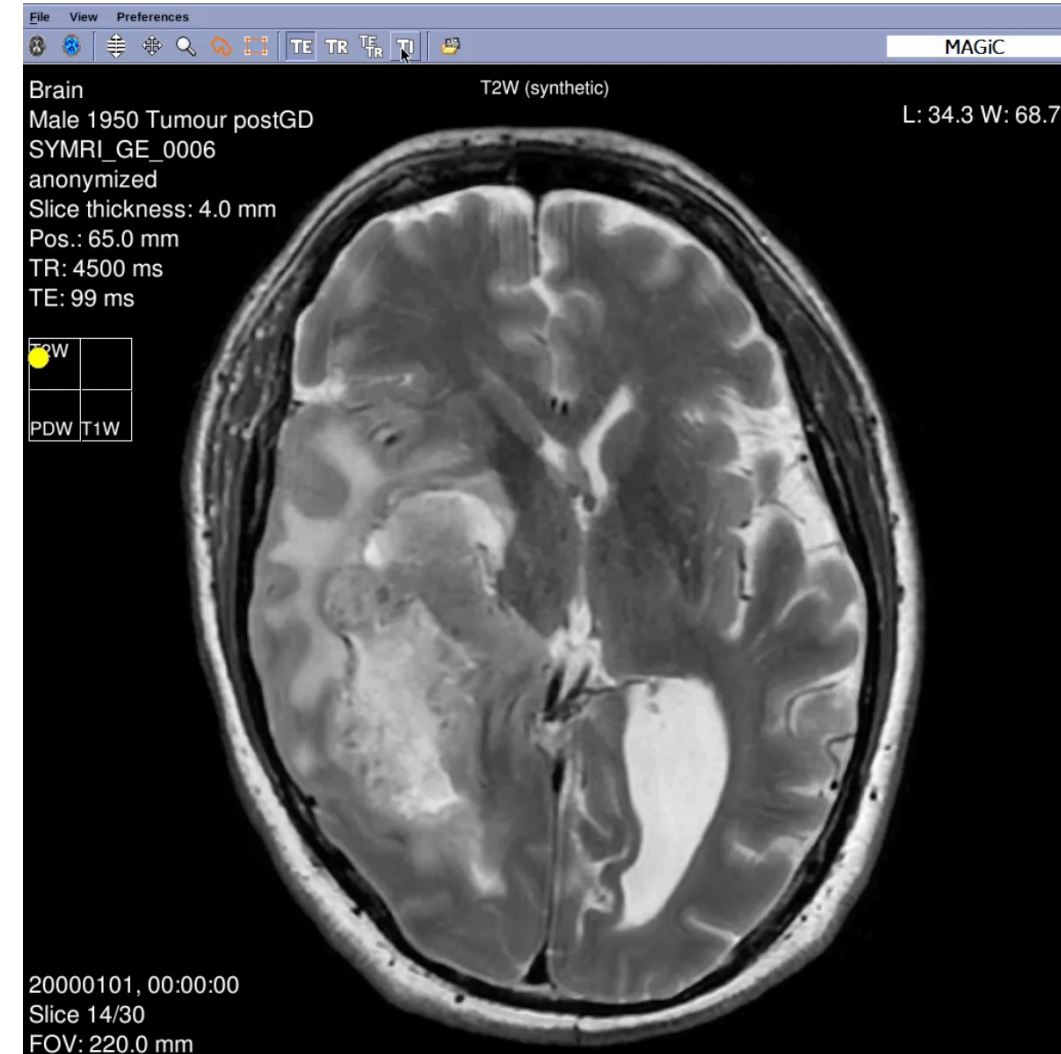
RF – radiofréquence

TE – Temps d'Echo, le temps entre l'impulsion RF et le signal reçu, milliseconde ou microsecondes

TR – temps de répétition entre les séquences

T1, T2, PD, DW... Pondération de contraste, en fonction de l'application

Gradients – bobines pour modifier le champ principal dans l'espace



Agenda

Principes de l'IRM

Composants d'un système IRM

Critères de qualité d'un système IRM

Quelques chiffres clés

Applications cliniques avec Hubert

L'IRM est si attirante



Carl Friedrich GAUSS (1777 – 1855)
Mathematicien et physicien allemand



Nikola TESLA (1856 - 1943)
Physicien Serb, Ingenieur

Le champ magnetique d'une IRM est exprimé en terme de Tesla (0,5T, 1,5T, 3,0T ...)

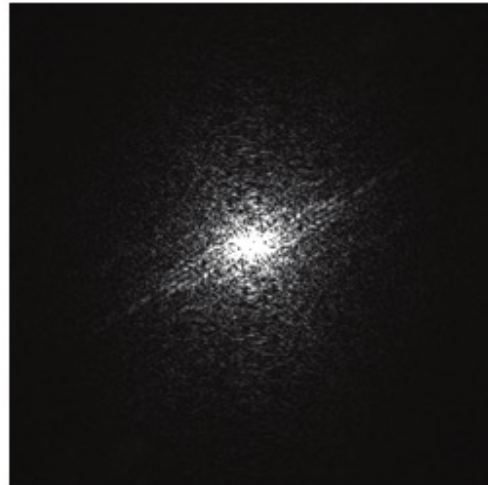
1 Tesla = 10 000 Gauss

Champ magnetique terrestre =
0.5Gauss = 0.00005Tesla

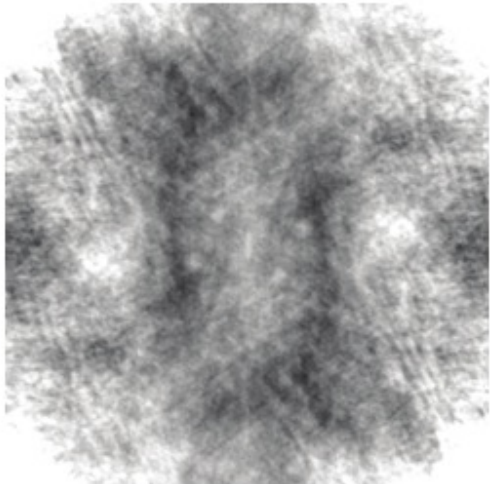
Comment Fourier a Transformé le monde



Joseph Fourier



TF de Joseph Fourier

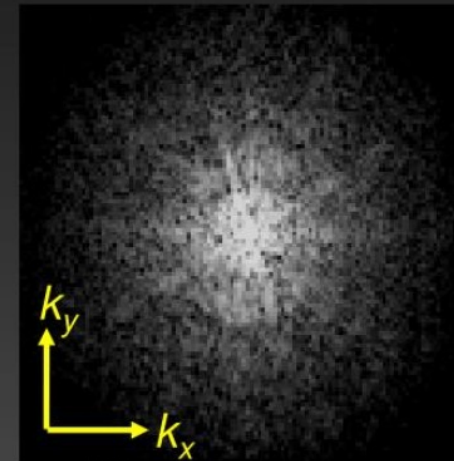


TF inverse de l'amplitude
de la TF de Joseph Fourier



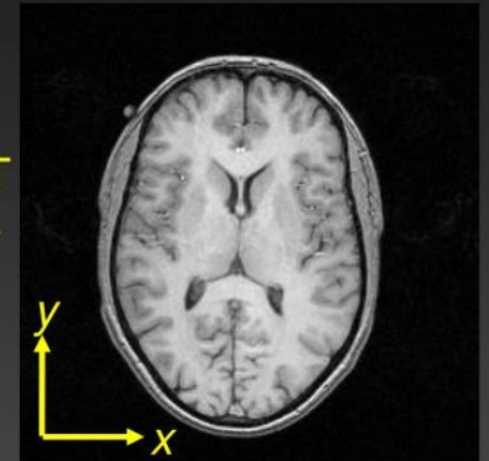
TF inverse de la phase
de la TF de Joseph Fourier

2D Fourier Transform



Measured signal
(frequency-, or k-space)

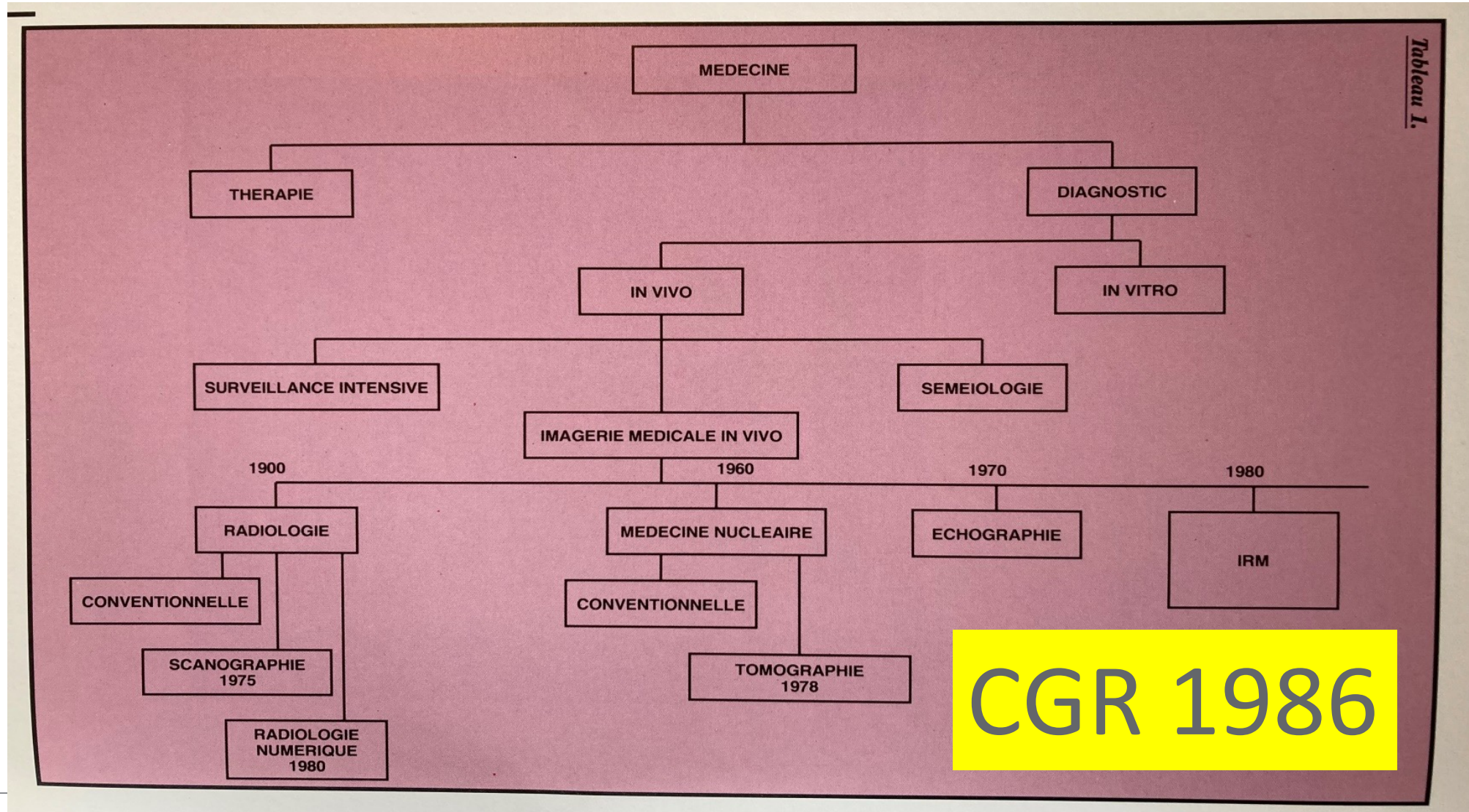
2DFT
↔



Reconstructed
image

FT can be applied in any number of dimensions
MRI: signal acquired in 2D frequency space (k-space)
(Usually) reconstruct image with 2DFT

L'IRM comme modalité d'imagerie



MAGNISCAN CGR

IMAGERIE PAR RESONANCE MAGNETIQUE

GHOIX D'UN SITE

MAGNISCAN CGR

UN DEPARTEMENT D'IMAGERIE PAR RESONANCE MAGNETIQUE

Une implantation soigneusement étudiée, pour des diagnostics précis, rapides et fiables.

Les conditions d'installation de l'appareillage jouent un rôle essentiel dans le fonctionnement du département d'imagerie par résonance magnétique.

Elles ont une influence sur :

- **La qualité des images,**

liée à la protection du système contre les perturbations d'ordres magnétique et radiofréquence électrique, engendrées par l'environnement.

- **Les conditions d'activité** de l'équipe médicale et de ses collaborateurs, optimisées par une distribution fonctionnelle des locaux et des équipements.

- **Les conditions d'examen** pour le patient, à qui il convient d'assurer une atmosphère confortable et sécurisante quel que soit son état de santé.

- **Le bon fonctionnement** de l'appareillage, qui dépend entre autres de la qualité de l'environnement technique (alimentations électrique et en fluides de refroidissement, climatisation).

- **La productivité** du département, liée au débit de patients et à la disponibilité du matériel.

Pour une implantation réussie du département d'IRM au sein de la structure clinique existante ou à construire, Thomson-CGR met à votre disposition des spécialistes ayant une longue expérience des installations d'imagerie médicale.

CGR 1986

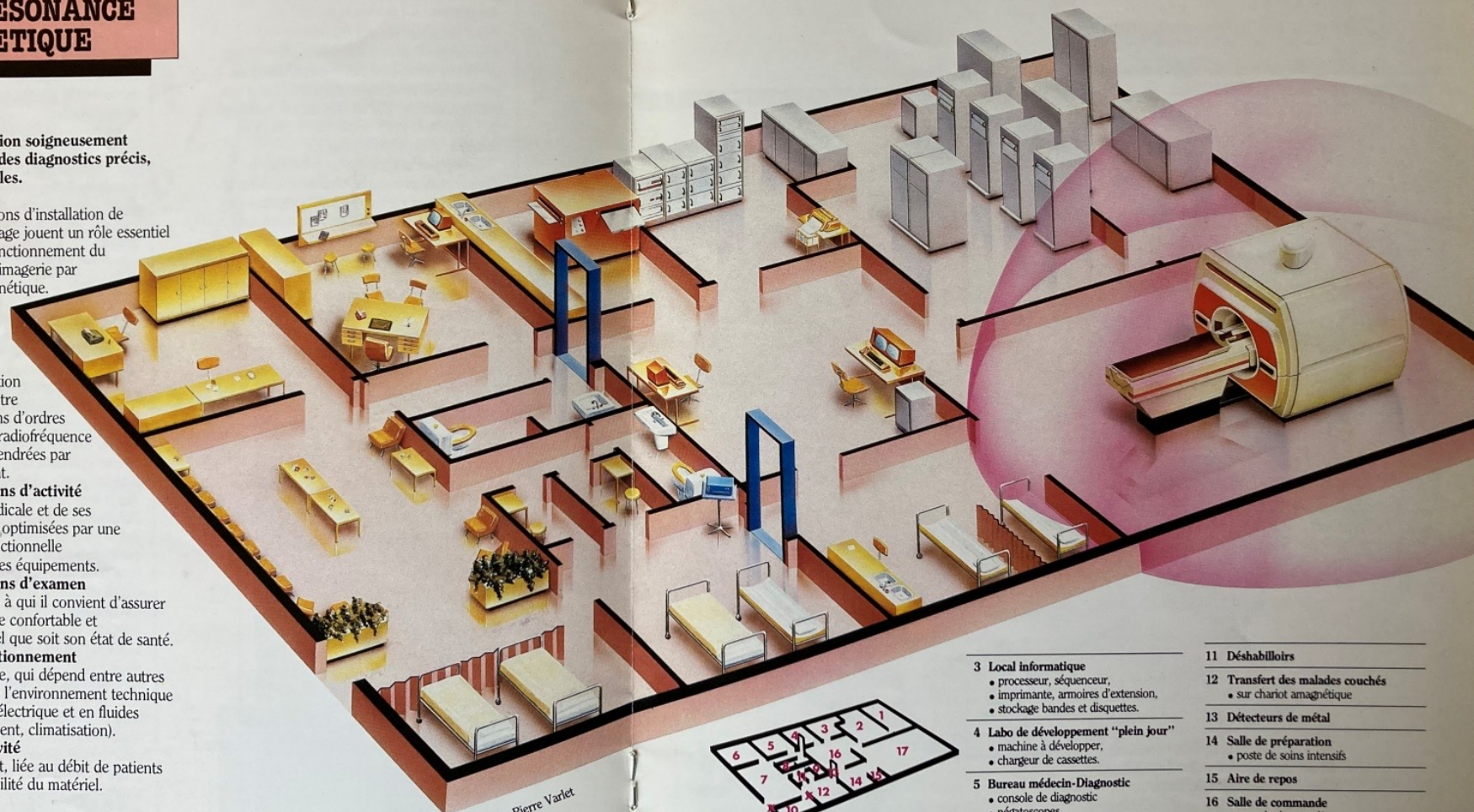


Illustration Pierre Varlet

1 Local technique annexe

- centrale d'eau glacée,
- armoire électrique,
- onduleur, climatiseur.

2 Local technique aimant

- armoire Bo, armoires des gradients,
- armoire de "shim", armoire émetteur.

3 Local informatique

- processeur, séquenceur,
- imprimante, armoires d'extension,
- stockage bandes et disquettes.

4 Labo de développement "plein jour"

- machine à développer,
- chargeur de cassettes.

5 Bureau médecin-Diagnostic

- console de diagnostic
- négatoscopes.

6 Accueil / Secrétariat

7 Attente malades valides

8 Sanitaires personnel hospitalier

9 Sanitaires patients

10 Attente malades couchés

11 Déshabillants

12 Transfert des malades couchés

- sur chariot amagnétique

13 Détecteurs de métal

14 Salle de préparation

- poste de soins intensifs

15 Aire de repos

16 Salle de commande

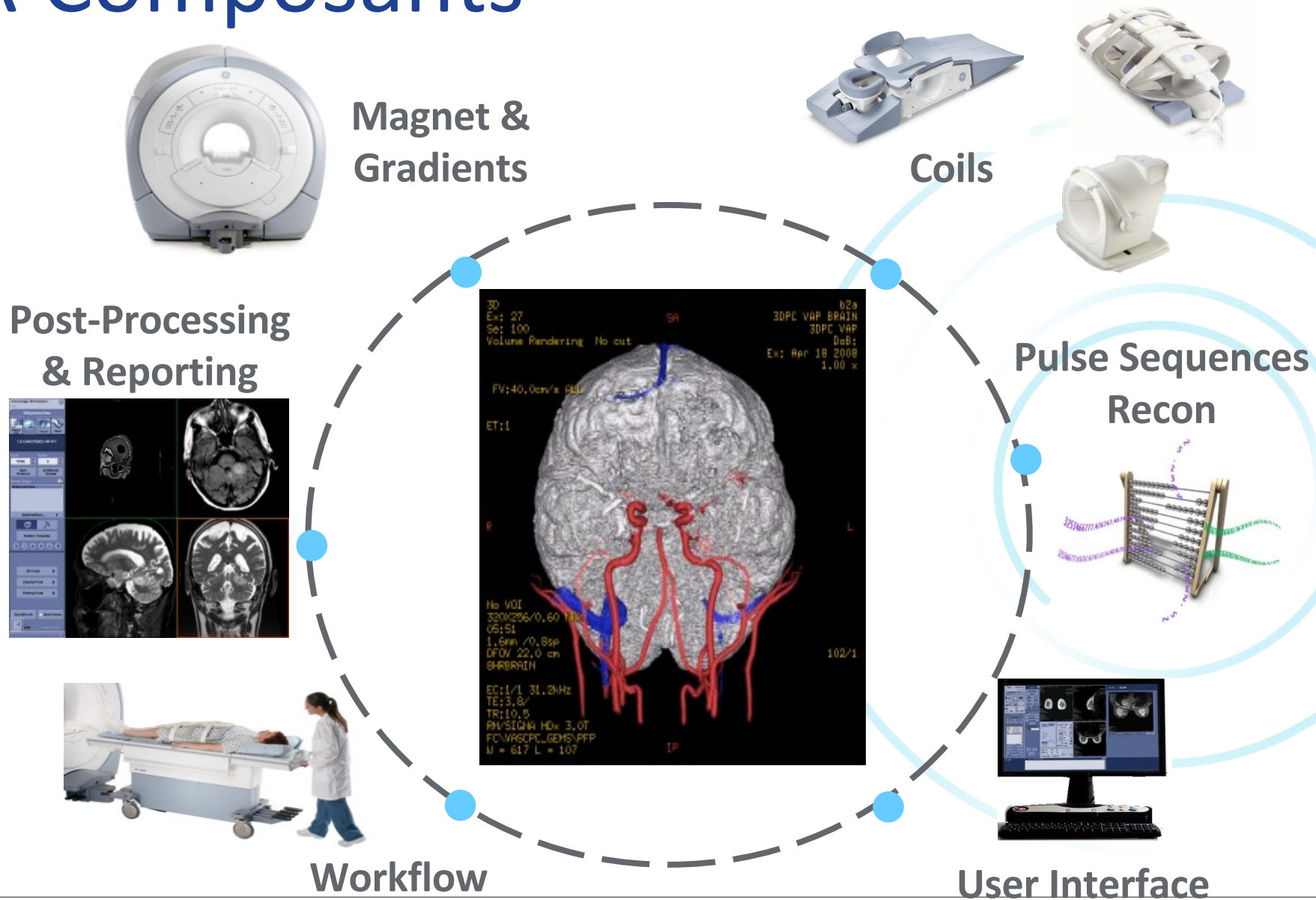
- console de contrôle
- et de traitement d'image,
- reprographie.

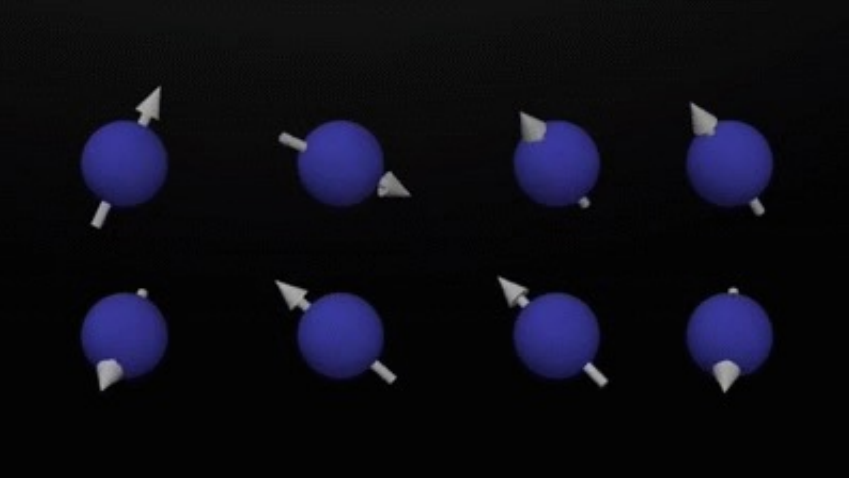
17 Salle d'examen

- aimant,
- support patient.

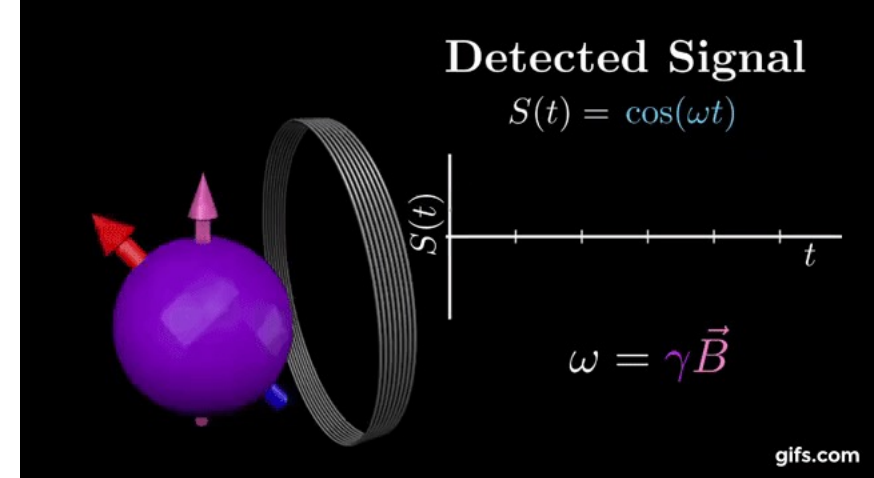
NOTA : (X) cloisons démontables pour permettre le passage de l'aimant.

MR Composants





IRM



L'IRM exploite une propriété des protons, très présents dans nos corps (H_2O), qui :

1. sont eux mêmes des TRES petits aimants qui s'alignent avec un champ magnétique (l'aimant),
2. basculent quand cet alignement est perturbé, et se realignent à une fréquence en fonction de la puissance du champ magnétique ("fréquence de Larmor", 4257Hz/Gauss pour H),
3. créent un signal radiofréquence en se réalignant (Freq de **Résonance** a 1,5 T= ~64MHz).

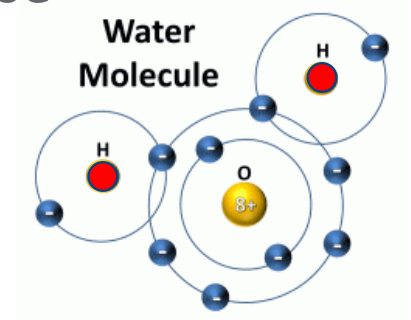
IRM

Qu'est-ce qu'on voit en IRM?

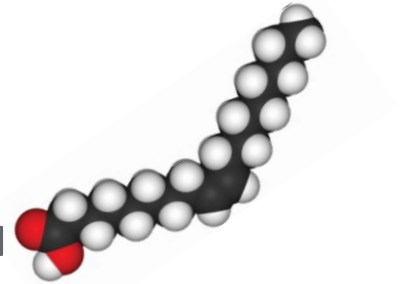


Nos corps sont >60% H₂O et graisse

Eau (H₂O) & Graisse (O-OH...) des molécules **qui** contiennent de l'hydrogène.



IRM identifie principalement l'hydrogène (H) contenu dans l'eau et la graisse.

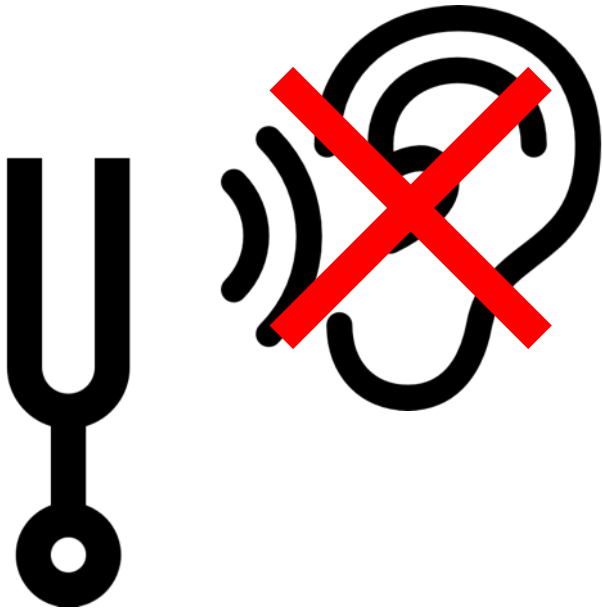


Dans un champ magnétique fort, les protons (H) répondent comme des petits aimants

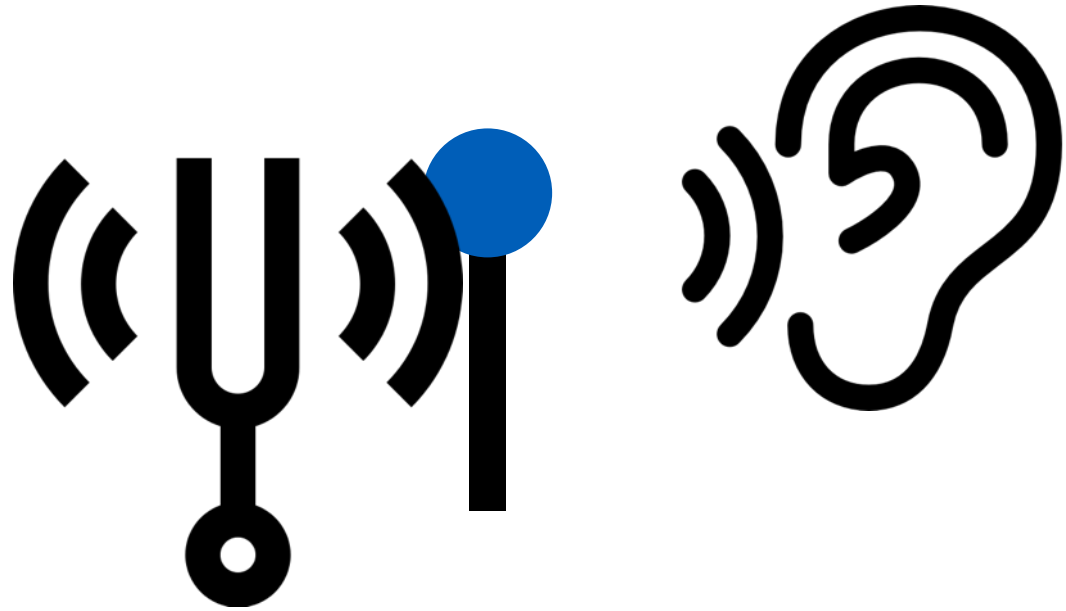


IRM

Principe: analogie



Si on ne perturbe pas le
diapason, il n'y a pas de
son



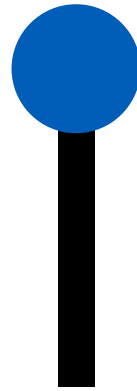
Quand on le tape, le diapason vibre (résonne) à
une fréquence spécifique, et on peut
l'entendre

IRM

Principe: analogie



L'aimant crée la
magnétisation, et les
protons s'alignent



L'antenne
radiofréquence envoie les
impulsions RF pour
déséquilibrer
l'alignement des protons

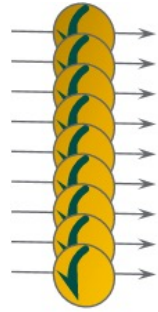


Les antennes radiofréquence
reçoivent le signal à la
fréquence de résonance

How does it work?

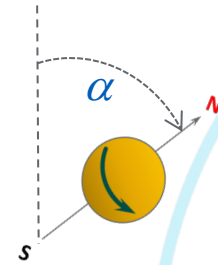
Proton spins align to the magnetic field

1



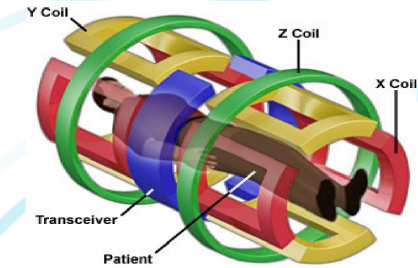
RF waves **pulses** tilt the spins - providing energy at resonance frequency

2



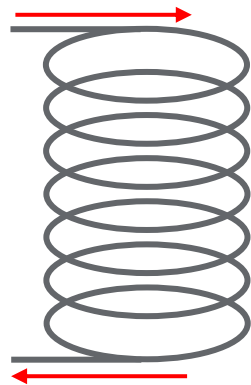
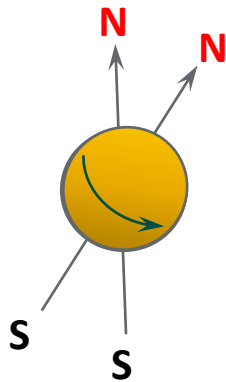
Gradients load RF waves and signals with spatial information

3



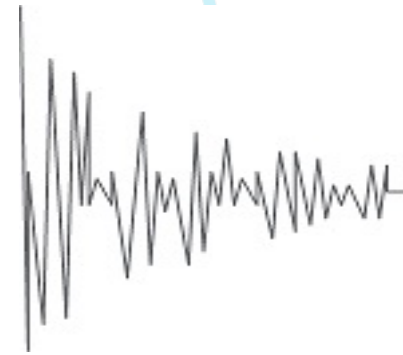
Spins return to equilibrium releasing their energy as RF radiation, that we capture with a **coil**

4



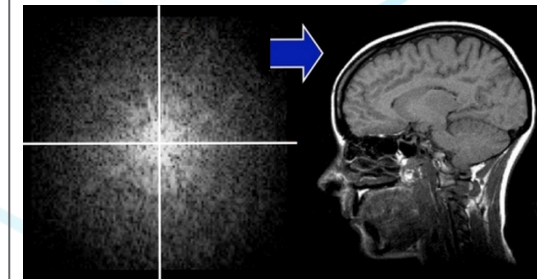
MR signals are **digitized** and stored

5



MR signals are **reconstructed** into images

6



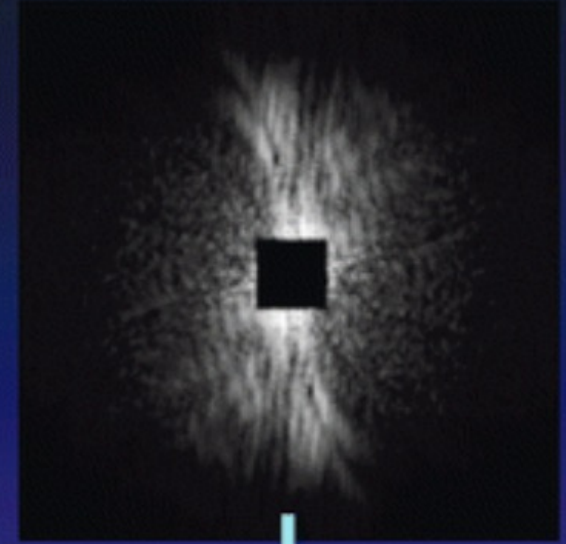
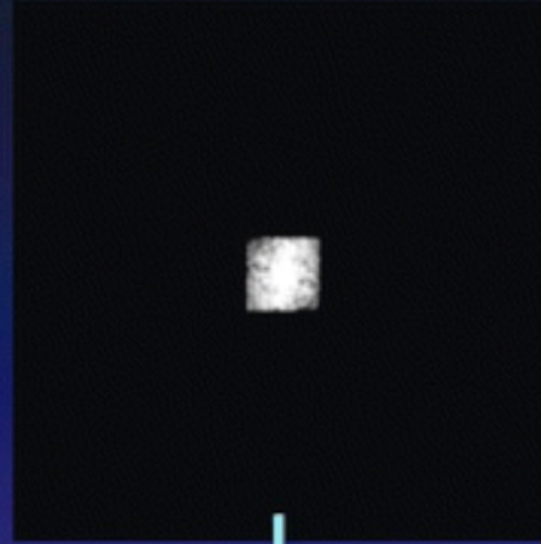
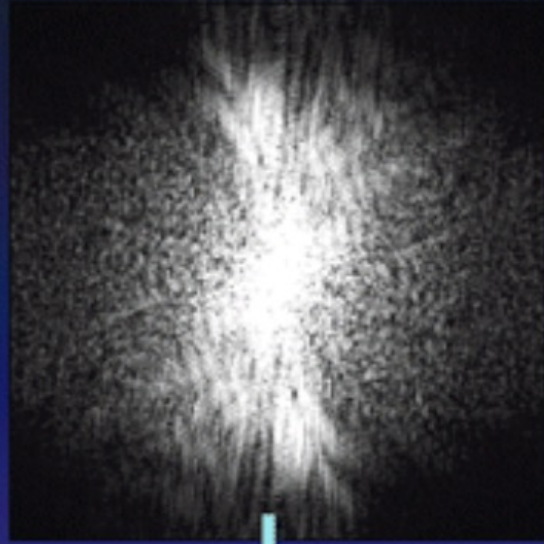
Property of k-Space

Full

Only Middle

Only Periphery

K-space



Image

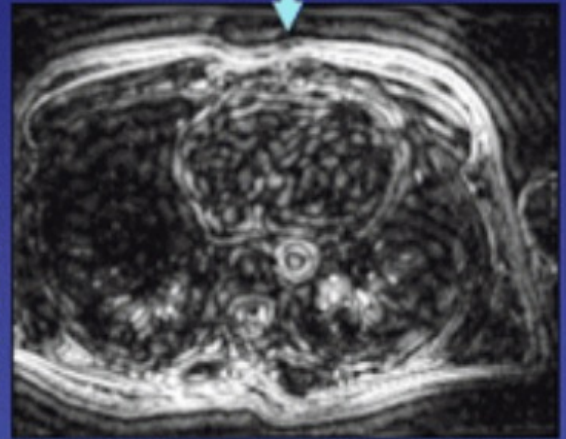
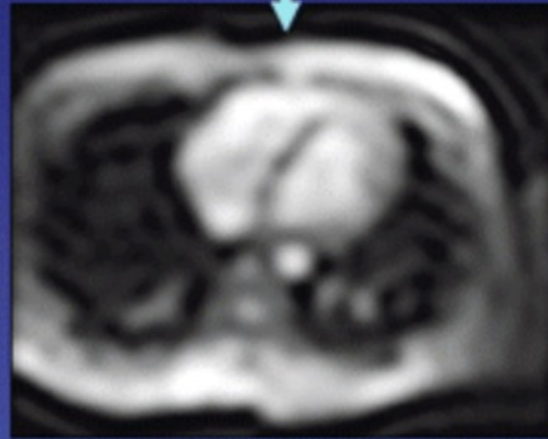
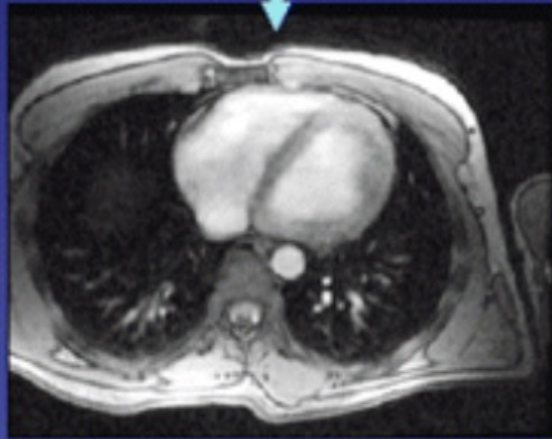
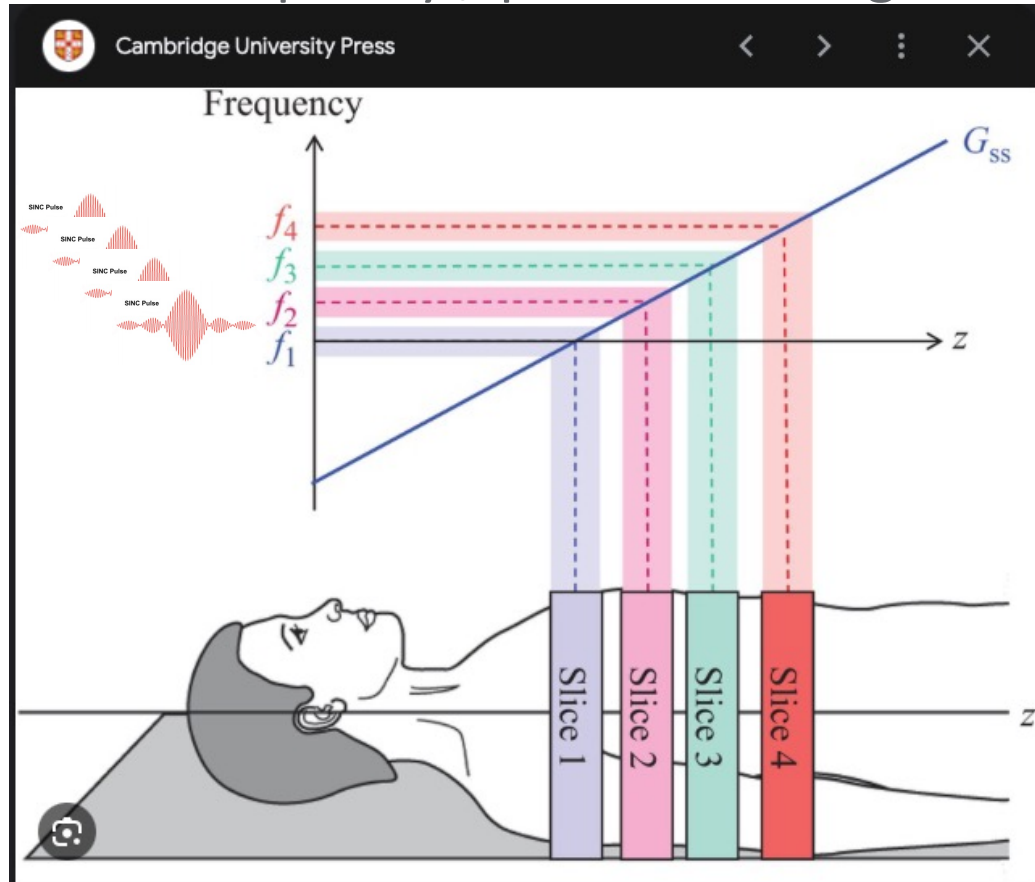


image contrast

edges

How does MR work ?

Frequency / position coding



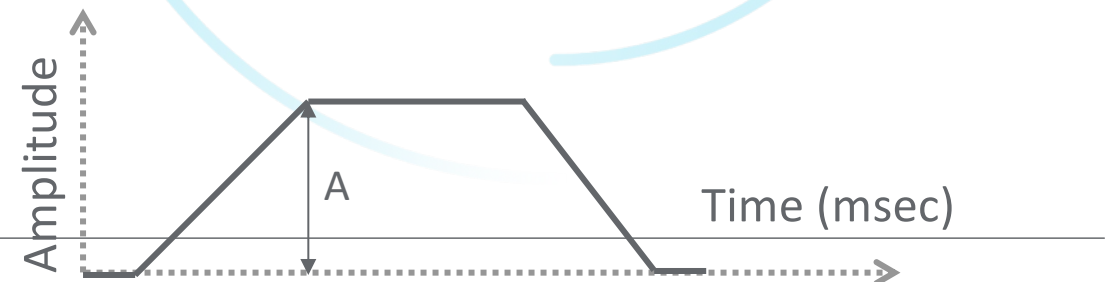
Changing Static Magnetic field condition discriminates spin positions in space

→ Gradient specs define :

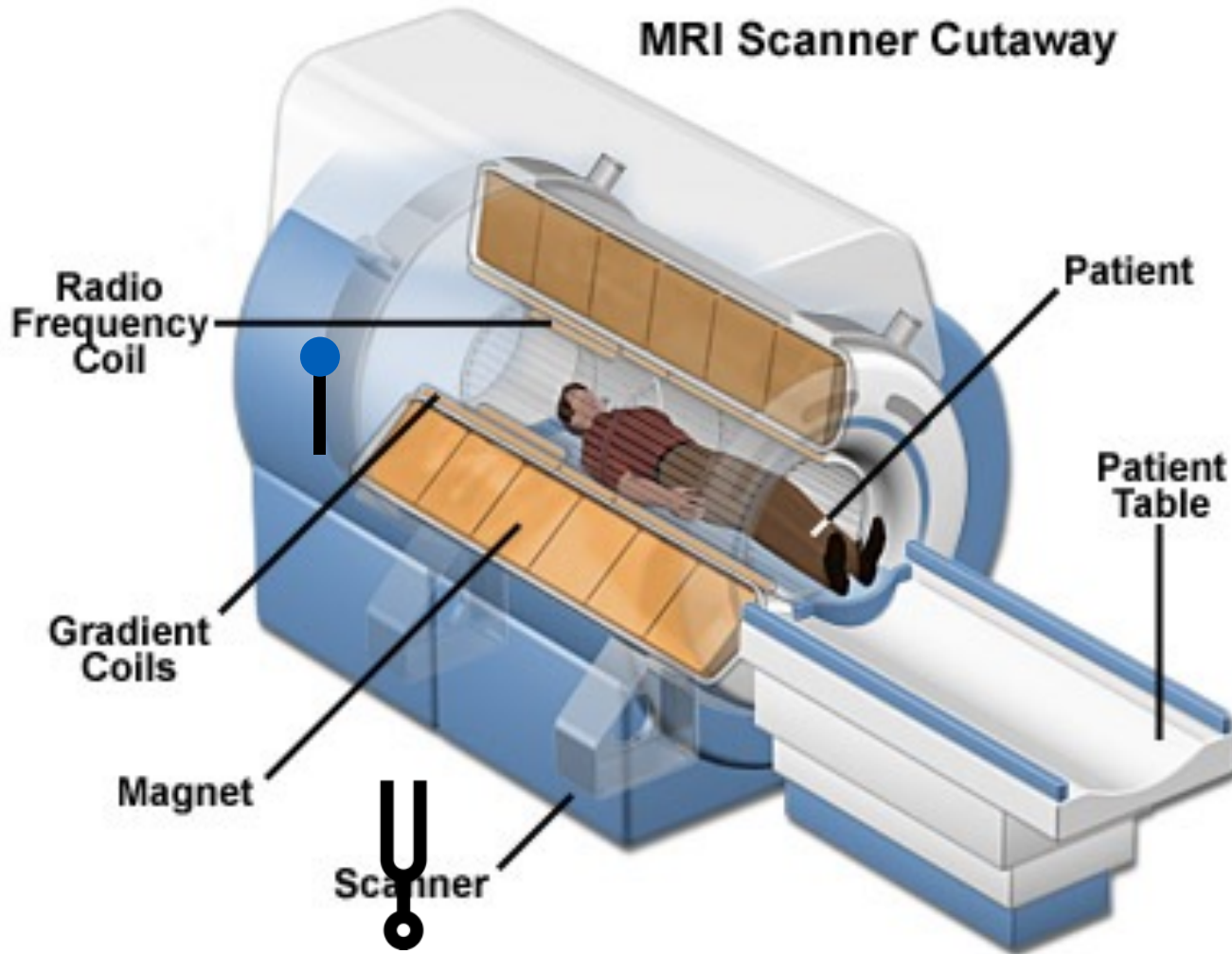
- Field of View
- Slice Thickness
- Matrix Size (*indirect*)
- Ultra-Fast Imaging perf.

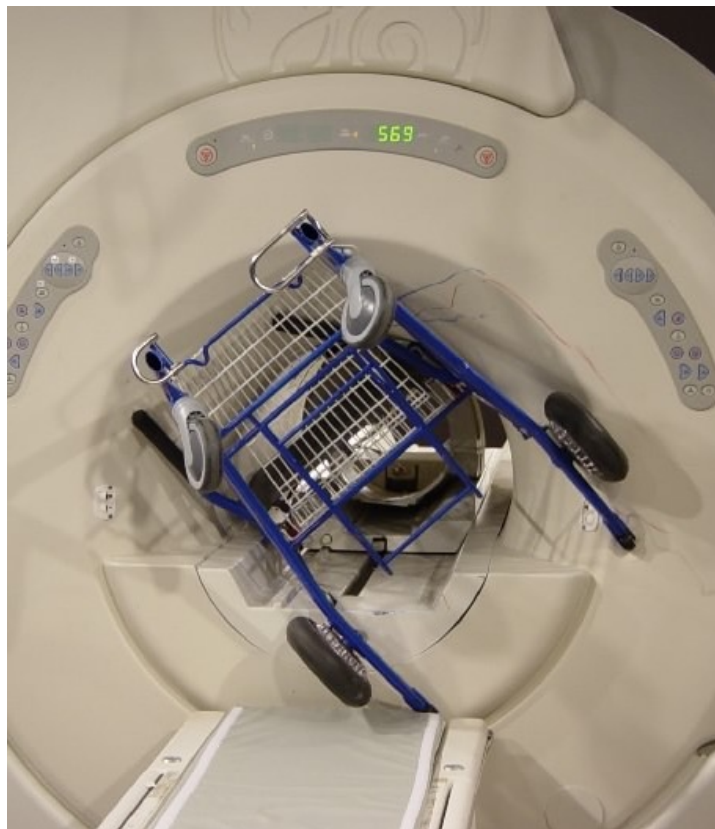
→ The Gradient quality is measured by 4 parameters:

- Amplitude [mT/m]
- Slew Rate [mT/m/sec], *i.e.* the ability to switch rapidly on and off
- Linearity
- Stability



Imagerie par Résonance Magnétique





Attention, champ magnétique très fort!
Et toujours présent

Composants d'une IRM – Critères de qualité

Aimant

- Champ principal (1.5, 3.0...Tesla)
- “Homogénéité” (“uniformity”)
- Stabilité dans le temps
- Diamètre (60 or 70 cm)
- Faible/zero consumption helium

Gradients Antennes

- modifient le champ fortement et rapidement, afin de “coder” les spins dans l'espace
 - Max amplitude in mT/m (résolution spatiale)
 - rapidité (Slew rate) in T/m/s
(TE/TR, temps d'acquisition plus court)
-

RF & Electronics

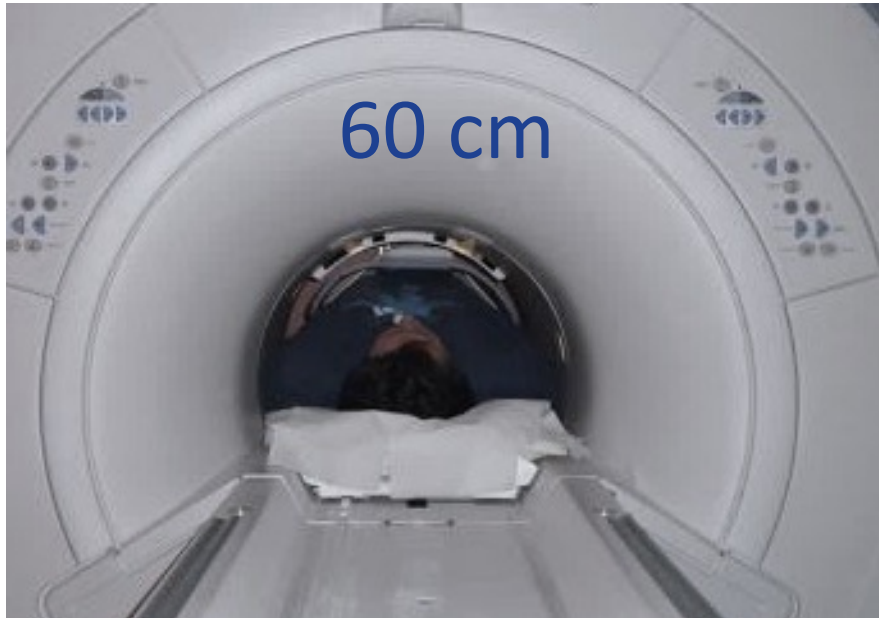
- Nombre de canaux (system + antennes) S/B+, +couverture
- Antennes: variété (dediée a l'anatomie), rigide, flexible, AIR™ technology, ease-of-use, poids, confort patient...

Applications & Workflow

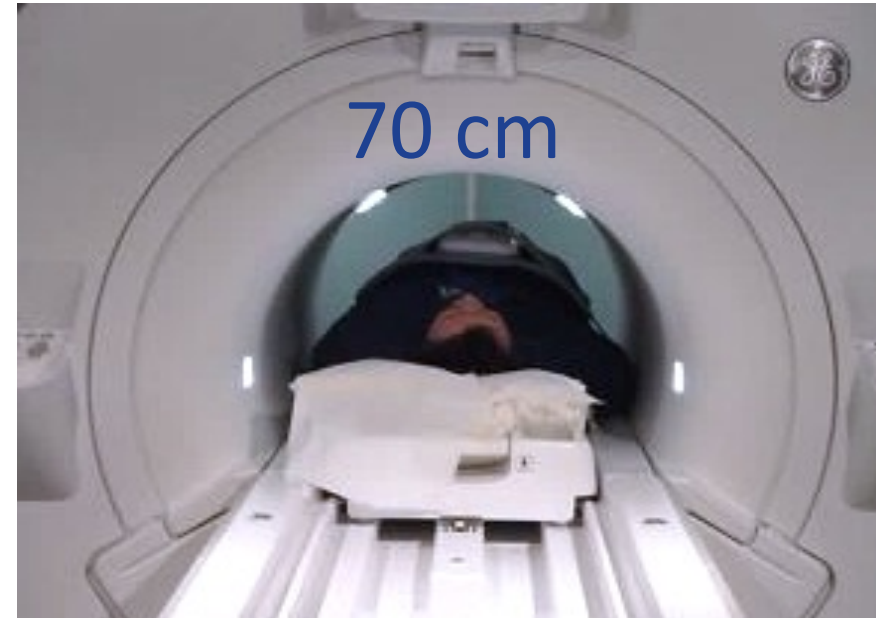
- Applications (Pulse séquences): que puis-je voir avec le système ?
Variété de contrasts / Qualité d'image/ Rapidité
- Rapidité de reconstruction
- Interface: intuitive workflow, automation, post traitement, patient handling (table)

IRM

Evolution de 60cm a 70cm



- 😊 Moins couteux
- 😊 Moins d'énergie consommée
- 😞 Moins de confort patient



- 😊 Plus de Comfort
 - 😊 Plus de flexibilité de positionnement
 - 😞 Plus couteux, plus d'énergie
-

Evolution des composants IRM

Champ +++,
Gradients plus fort
et plus rapide,
Tunnel 60-70cm



Aimant &
Gradients



Canaux RF,
Antennes
flexibles



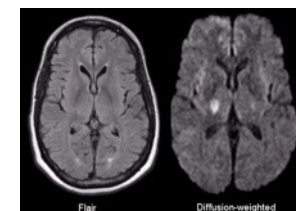
Technology
SNR



Traitement données



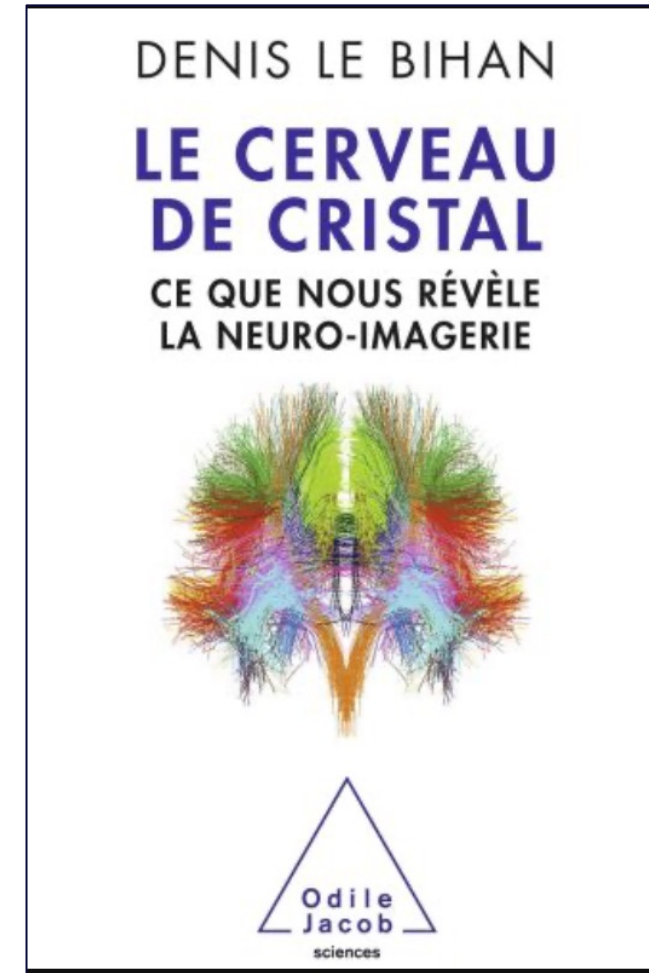
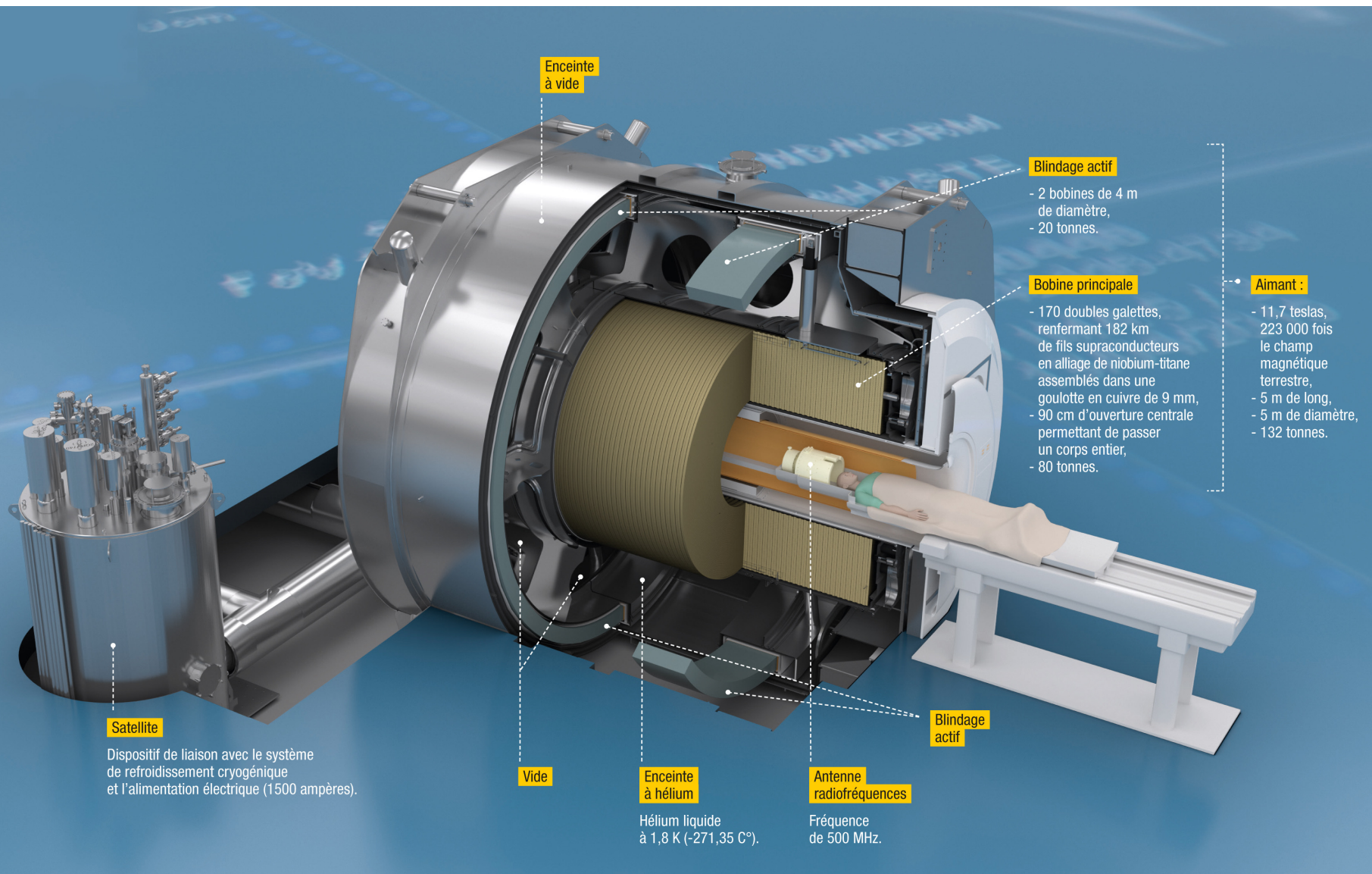
Workflow



Applications

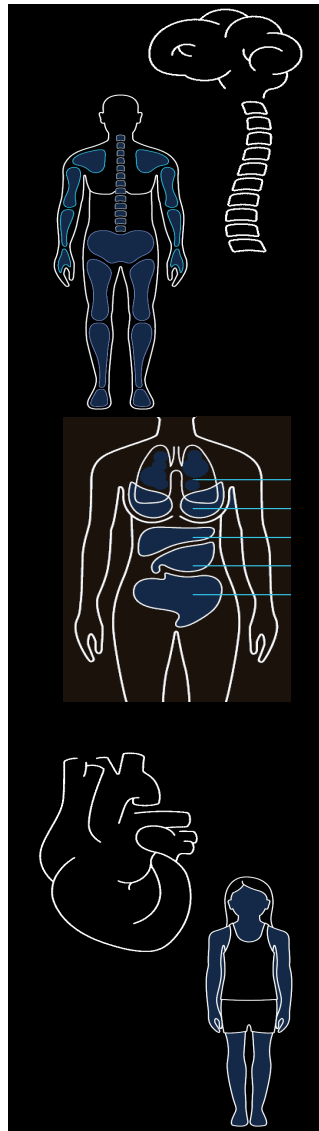
Variety of image
types
(morphology, function,
quantitation)

L'IRM "humain" le plus puissant du monde, 11,7 T Neurospin à Saclay



Utilisation de L'IRM

SIGNA™Works



NEURO	<ul style="list-style-type: none"> • THE modality of choice • Diversity in contrasts (e.g. T1, T2, PD, T2*, diffusion) • High resolution 	NeuroWorks
MSK	<ul style="list-style-type: none"> • Depicts not only bone, but also soft tissue: • Muscle, tendons, ligaments, and cartilage 	OrthoWorks
BODY	<ul style="list-style-type: none"> • First or second intention modality (second to CT or U/S) • Excellent soft tissue contrast • Resolution improving fast 	BodyWorks
BREAST	<ul style="list-style-type: none"> • Becomes a screening technique for women @ risk of breast cancer (Guidelines ACR 2007) • Highest sensitivity of all modalities • Pre-surgical assessment 	OncoWorks
CARDIO-VASCULAR	<ul style="list-style-type: none"> • Tissue Characterization (viability, perfusion, flow, iron load, edema, fat) • No radiation & non-invasive for pediatric or young patients for serial monitoring • Comprehensive flow assessment 	CVWorks
PAEDIATRICS	<ul style="list-style-type: none"> • Radiation-Free Imaging • Superior tissue contrast • Increasing use as motion-free techniques improve 	PaedWorks



**75
MILLION**

exams globally per year



20,000+
magnets shipped since 2000

GE MR scanners:

20,000

Each
year: **60M**

patients imaged, producing more than

3 BILLION
IMAGES 

3 PETABYTES [1 million gigabytes]
OF MR EXAM DATA
produced annually



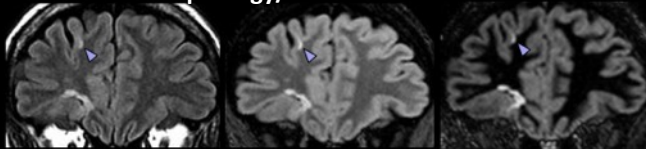
Systems installed in

110
COUNTRIES

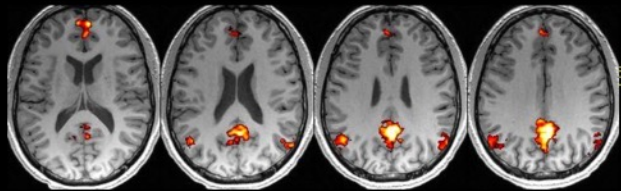
ce que l'IRM fait avec SIGNA™Works Applications

Neuro

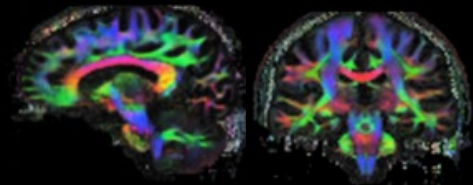
Morphology/lesion detection



Functional IRM

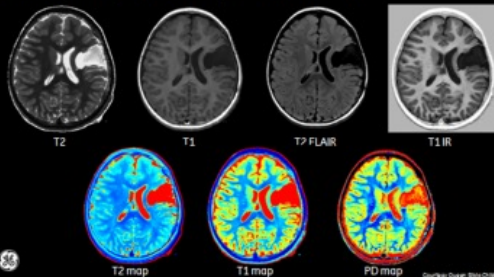


WM fiber tracking

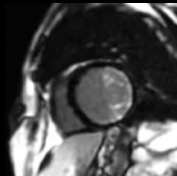


Paediatric imaging made simple 1 scan <5 min.

MAGIC



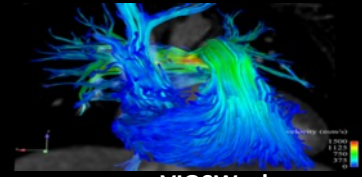
Cardiac



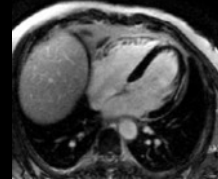
SSH MDE



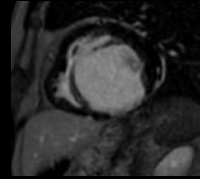
PS SSH MDE



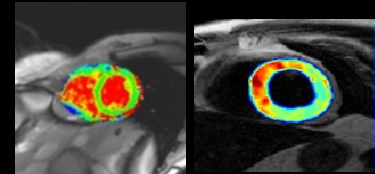
VIOSWorks



Adiabatic IR pulse
MDE +

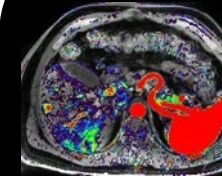


MDE 3.0

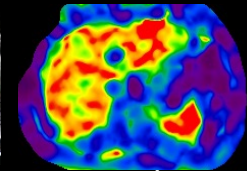


T1 Map T2 Map

Body



Liver



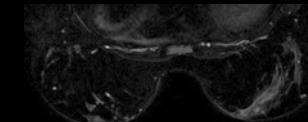
MR Touch
(Elastography)



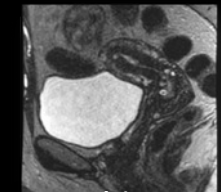
Prostate



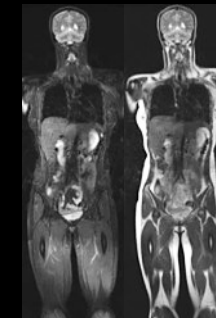
Small Bowel



Breast



Pelvis



Whole Body

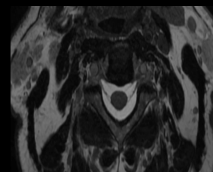


Kidneys

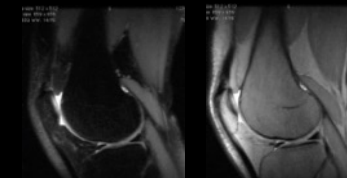
Spine/MSK



HyperSense



HyperCube



HyperSense

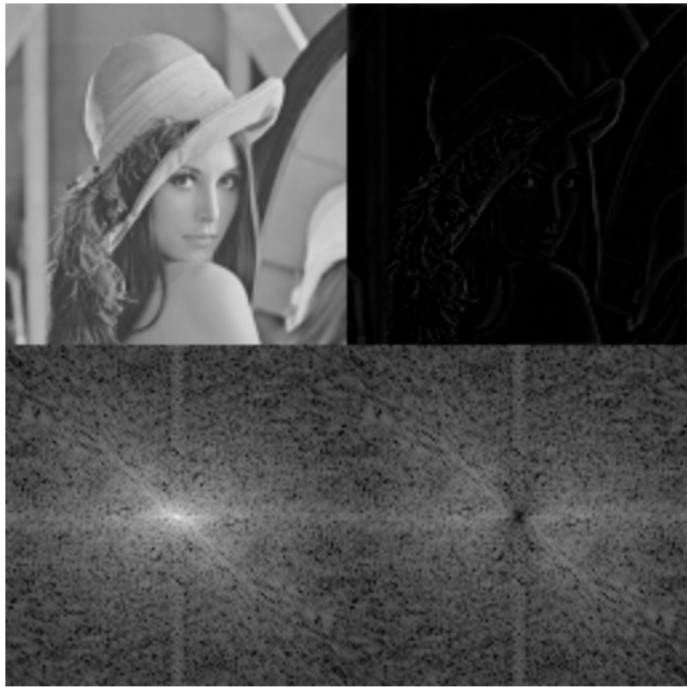


FSE FLEX



PROPELLER

MAVRIC SL T1



SlidePlayer

Low-/High-pass Filtering

Low-/High-pass Filtering

