

Anatomie radiologique

WMDS1311:

Echo et IRM

Etienne Danse 09/2019

Imagerie

- irradiante : RX, CT, scintigraphie, Pet CT
- non irradiante : US et IRM



- **Imagerie de transmission :**

- RX : absorption du faisceau
- US : propagation, réflexion

- **Imagerie d'émission :**

- Scintigraphie, Pet CT :
 - injection puis acquisition
- IRM
 - Mouvement des protons H

Techniques d'imagerie

- Méthodes sans risque
 - échographie
- Méthodes avec risque
 - radiations
 - RX,CT, Pet CT
 - effet magnétique
 - IRM
- Méthodes sans RX
 - échographie
 - IRM
- Méthodes avec RX
 - RX
 - CT
 - Médecine nucléaire

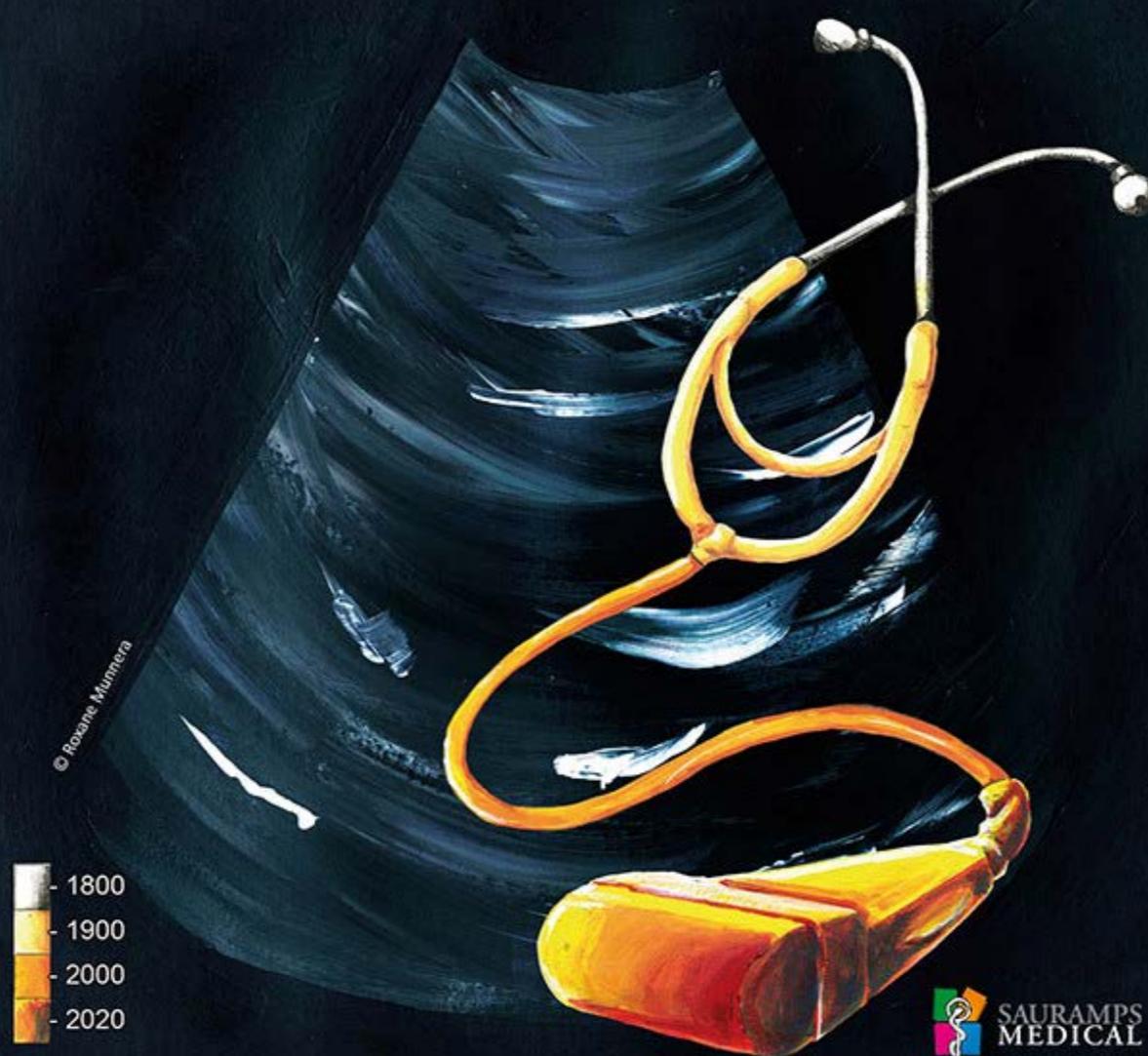
Échographie

en **médecine générale**

Docteur Isabelle Cibois-Honorat

2^e édition

Préfacé par le Professeur Jean-Marie Bourgeois



SAURAMPS
MEDICAL

Grand Hôpital de Charleroi s'équipe des premiers échographes ultraportables en Belgique



Grand Hôpital de Charleroi s'équipe des premiers échographes ultraportables de Belgique - © M. Scholze

Echographie

- Echographie = imagerie basée sur l'usage des ultrasons
- Ultrasonographie (US)
 - sons inaudibles pour l'humain : 2 à 15-20 Mhz
 - sons audibles 50 à 15 000 Hz
- > [nymphe Écho](#) , mythologie grecque, représentant le phénomène (« répétition du son [lorsqu'il frappe contre un corps qui le renvoie plus ou moins distinctement](#) »).
 - <http://dict.xmatiere.com/wiki/écho>
 - <https://fr.wikipedia.org/wiki/Échographie>

Ultrasons- écho



Spallanzani 1794

Cristaux Piézo-électriques



Pierre Curie 1859

Paul Langevin 1872

C362



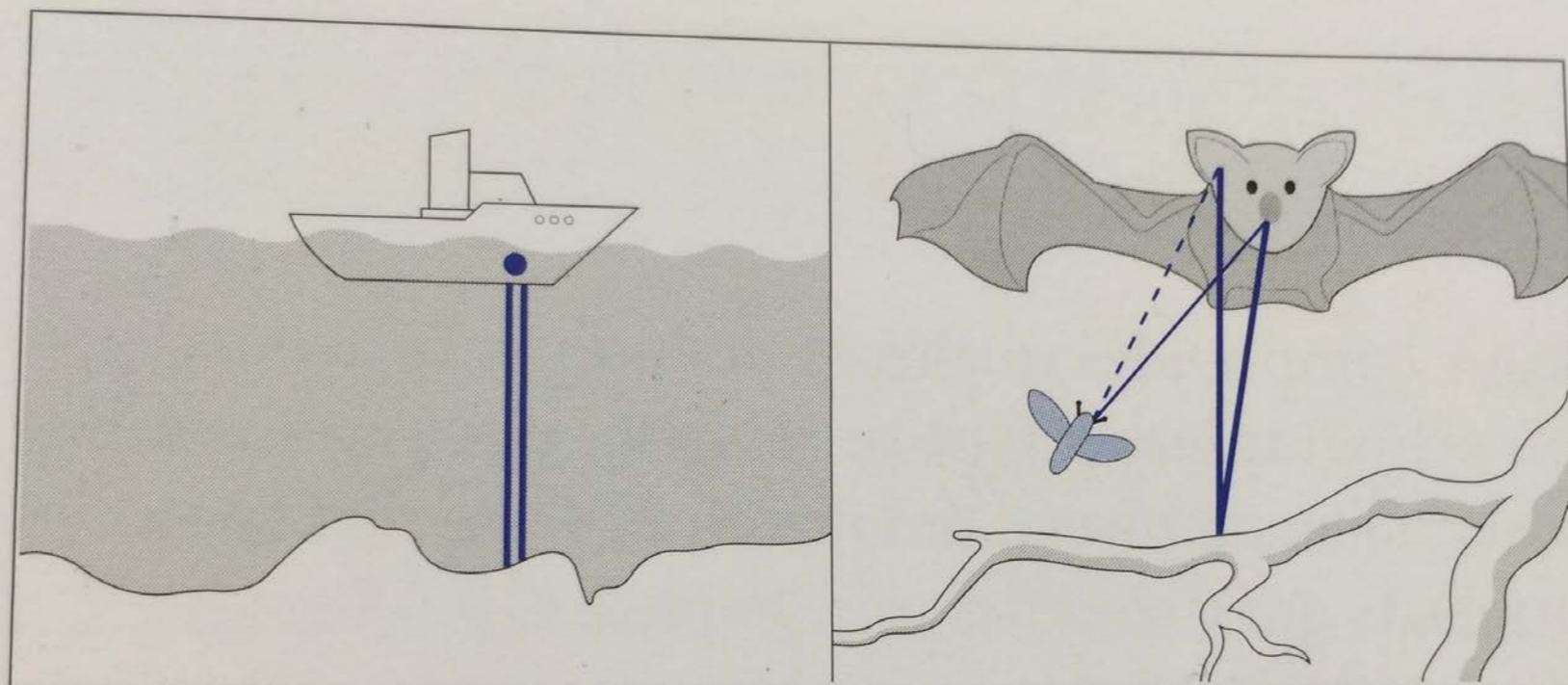
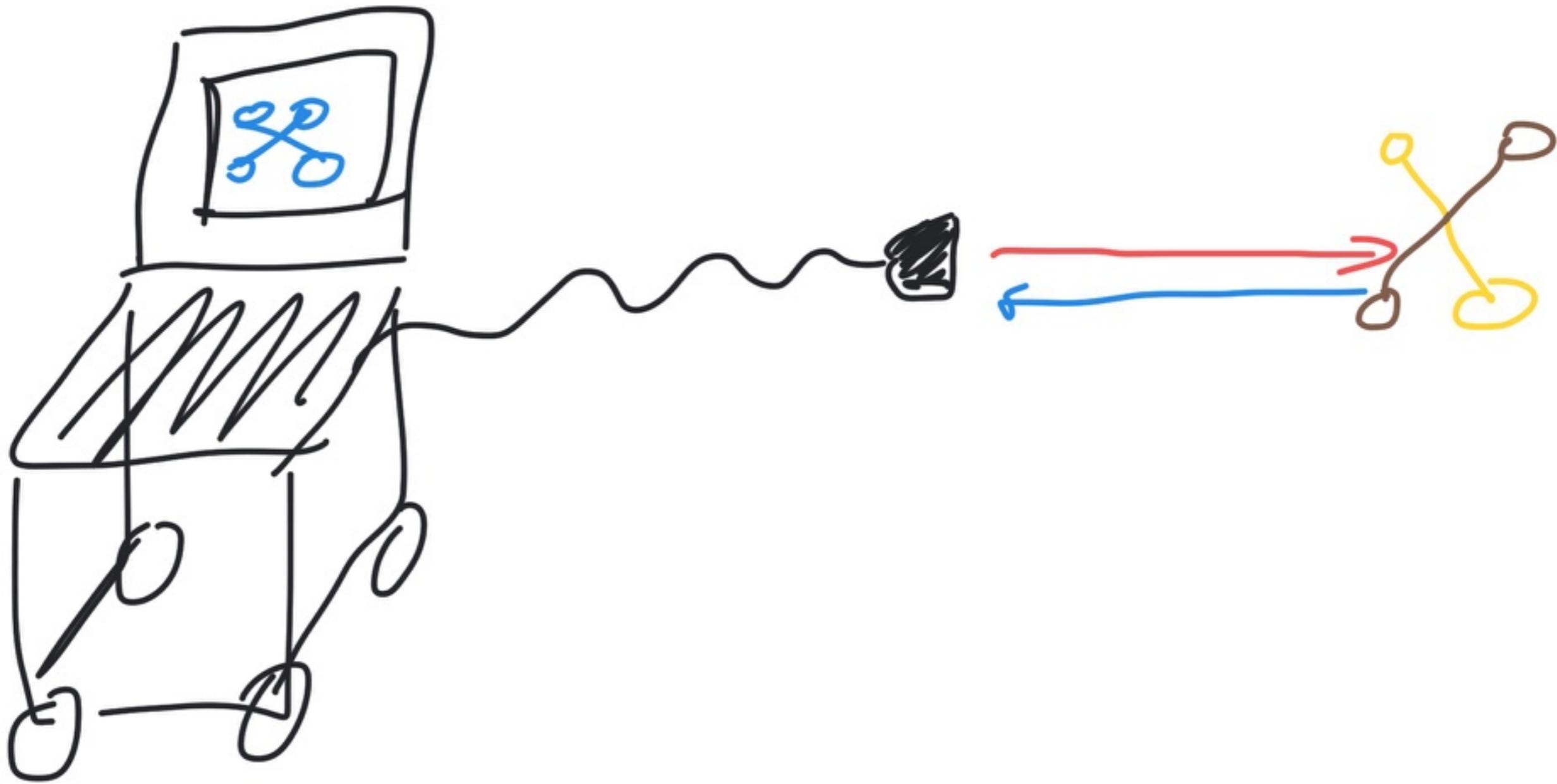


Schéma 2.1 : Principe impulsion-écho. Utilisé par exemple dans l'échosondeur en navigation maritime ou pour l'orientation des chauves-souris. Après émission d'une impulsion sonore brève, l'éloignement du réflecteur peut être déduit du temps mis par l'écho pour revenir vers le récepteur. Les chauves-souris obtiennent à partir du signal de l'écho des informations supplémentaires sur la vitesse et le battement d'ailes des éventuelles proies. Elles utilisent pour cela les variations de fréquence au niveau de l'écho créé par l'effet Doppler.



Cristaux Piézo-électriques

Ultrasons

Objet

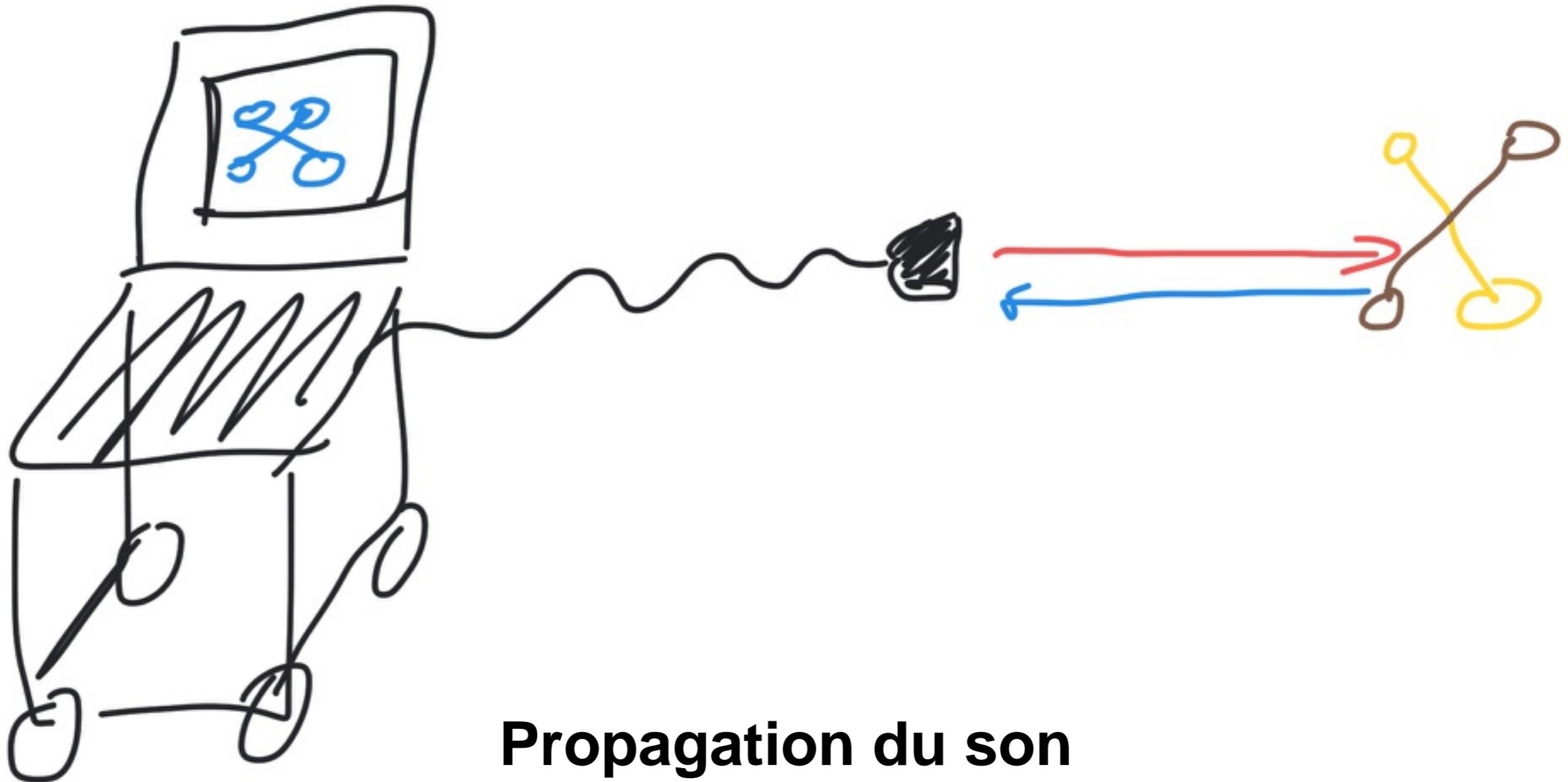
Emission/réception du Son

Objet

Cristaux Piézo-électriques

Emission/réception du Son

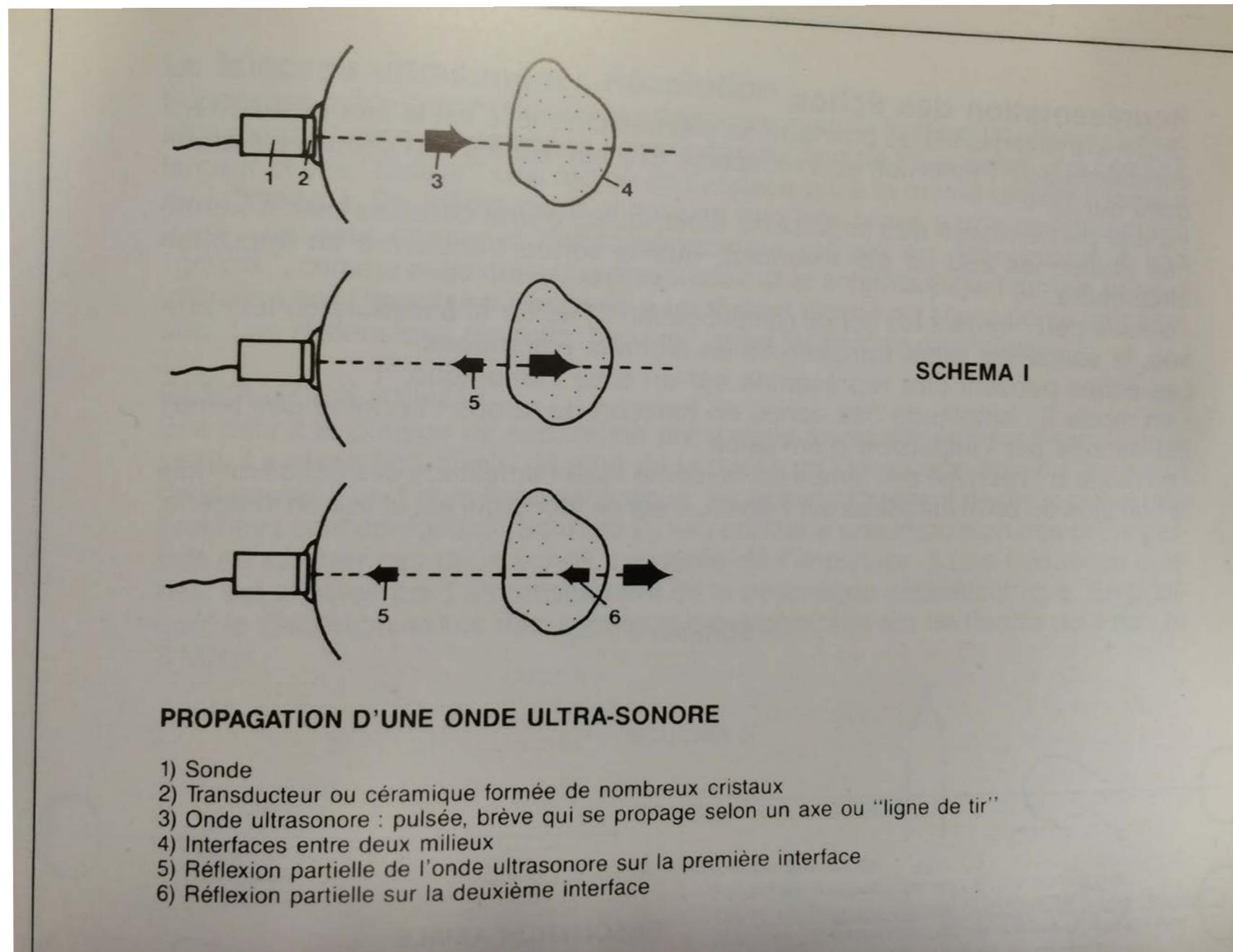
Objet



Propagation du son
Transmission
Réflexion, Réfraction
Atténuation, Absorption
Diffusion

- signal électrique => Cristal émetteur => propagation du son ...réflexion / diffusion/Absorption/Atténuation / Réfraction

- Objet => réfraction ...=> propagation du son en retour : réception par le cristal => signal électrique converti en intensité (point)



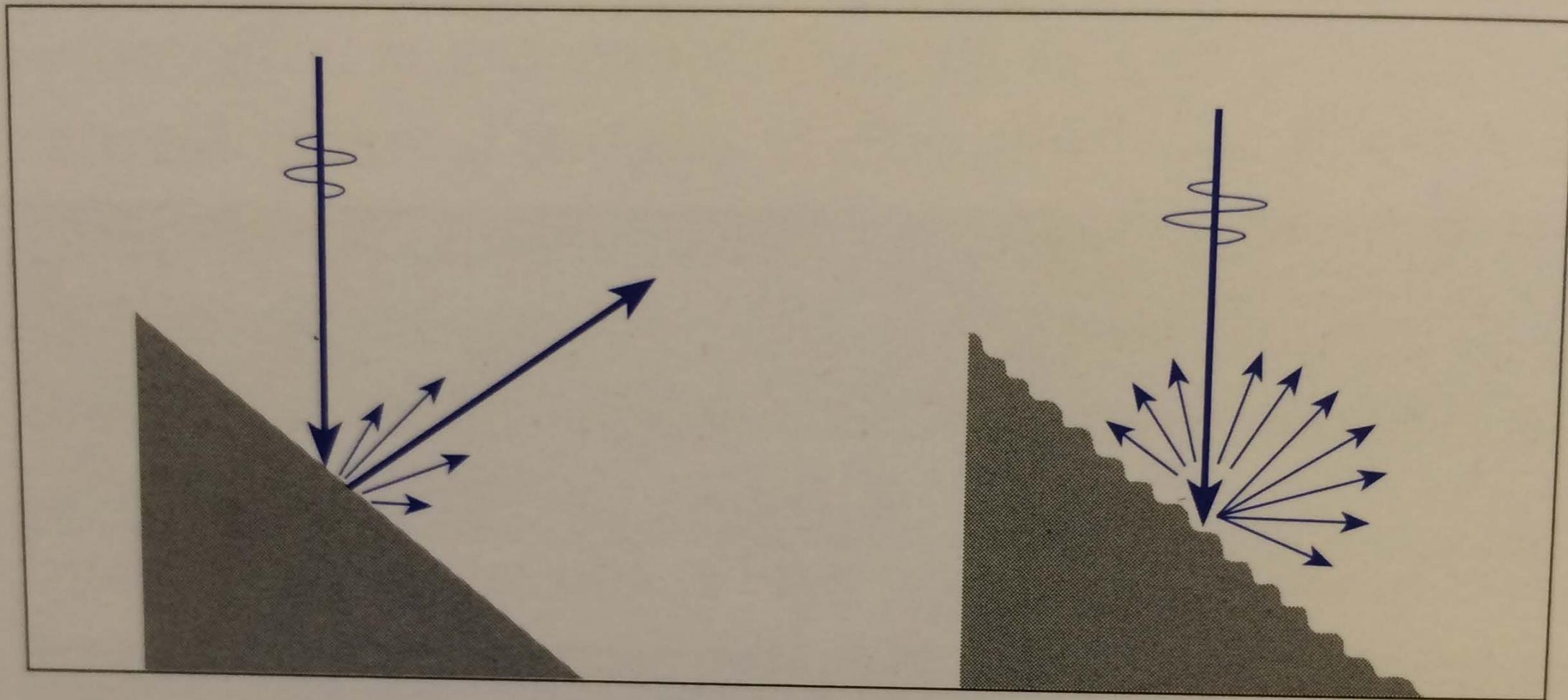


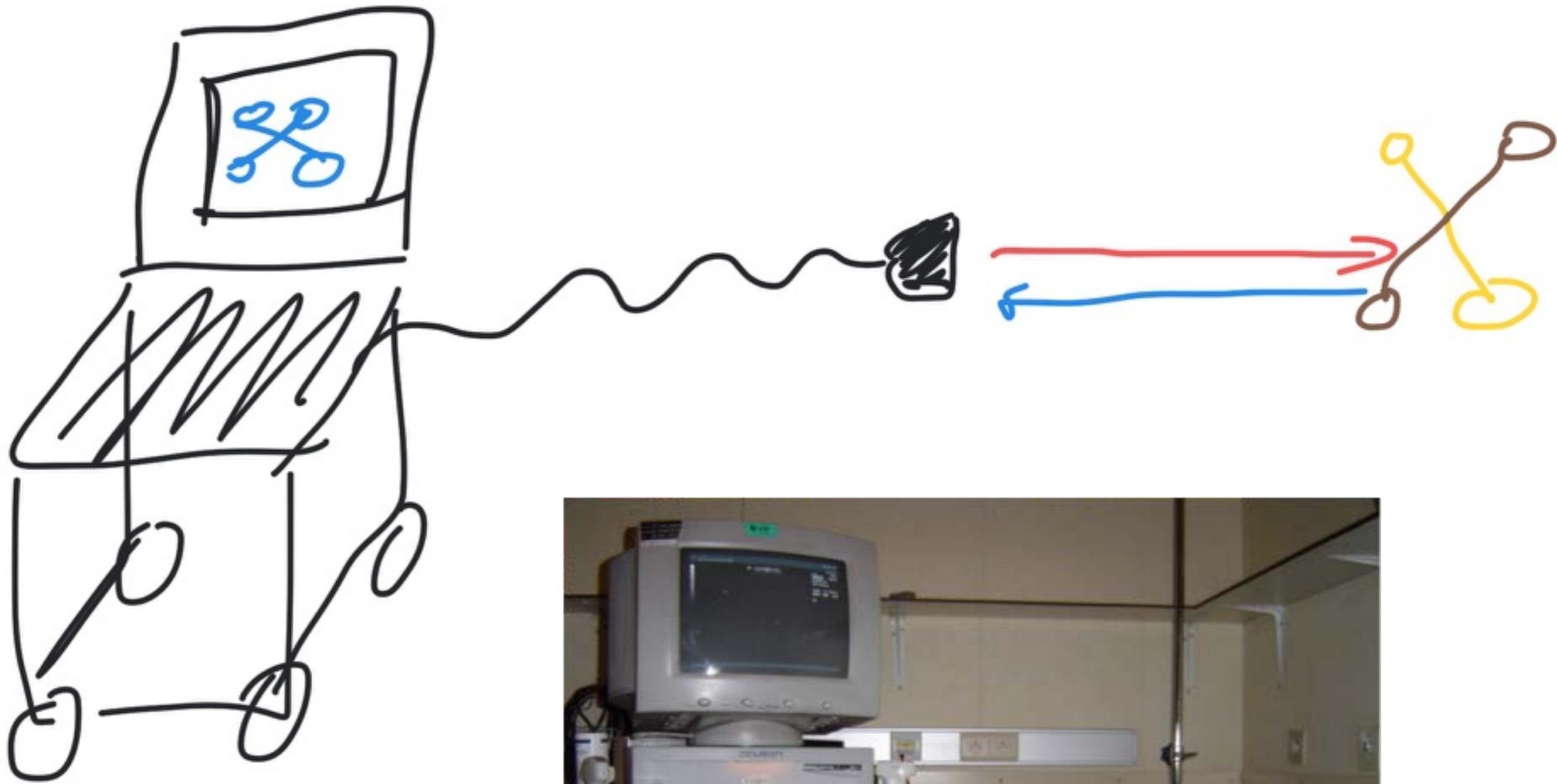
Schéma 2.3 : Réflexion et diffusion des ondes sonores. Sur une surface lisse et sur une surface « rugueuse ».

G Schmidt. Précis d'échographie, Maloine , 2007

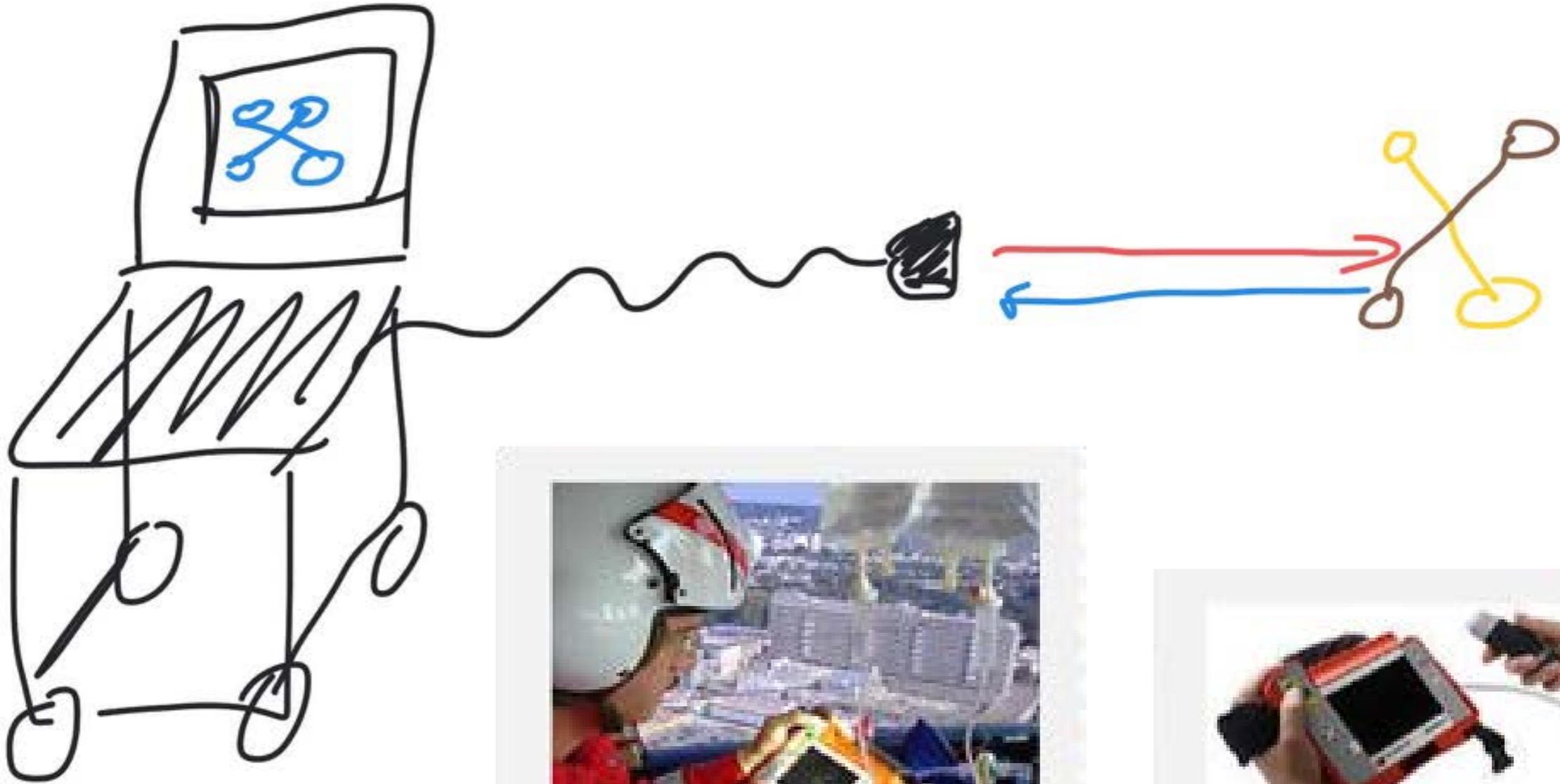
Impedance acoustique d'un tissu caractérise la résistance du milieu au passage de cette onde.

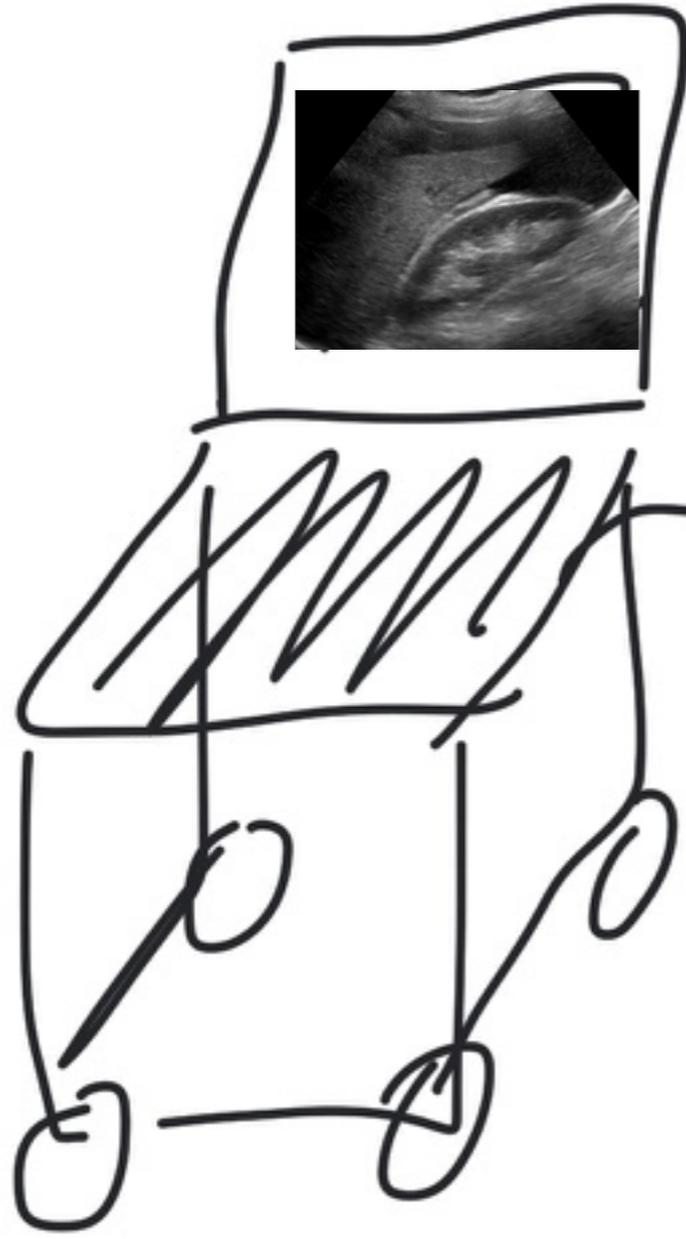
A savoir

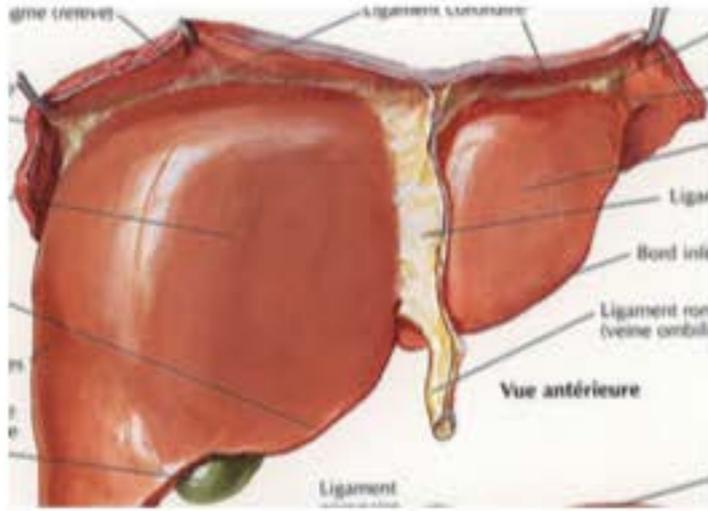
- Réflexion : milieux d'impédance différente
- Impédance acoustique : résistance d'un milieu à la propagation de l'onde sonore
 - = produit de la masse acoustique X vitesse de propagation de l'onde sonore
 - = vitesse de propagation dépend des caractéristiques du milieu traversé (élasticité, densité)
 - air = 330 m/s; eau = 1480 m/s; tissus mous = 1540 m/s;
os : 4080 m/s



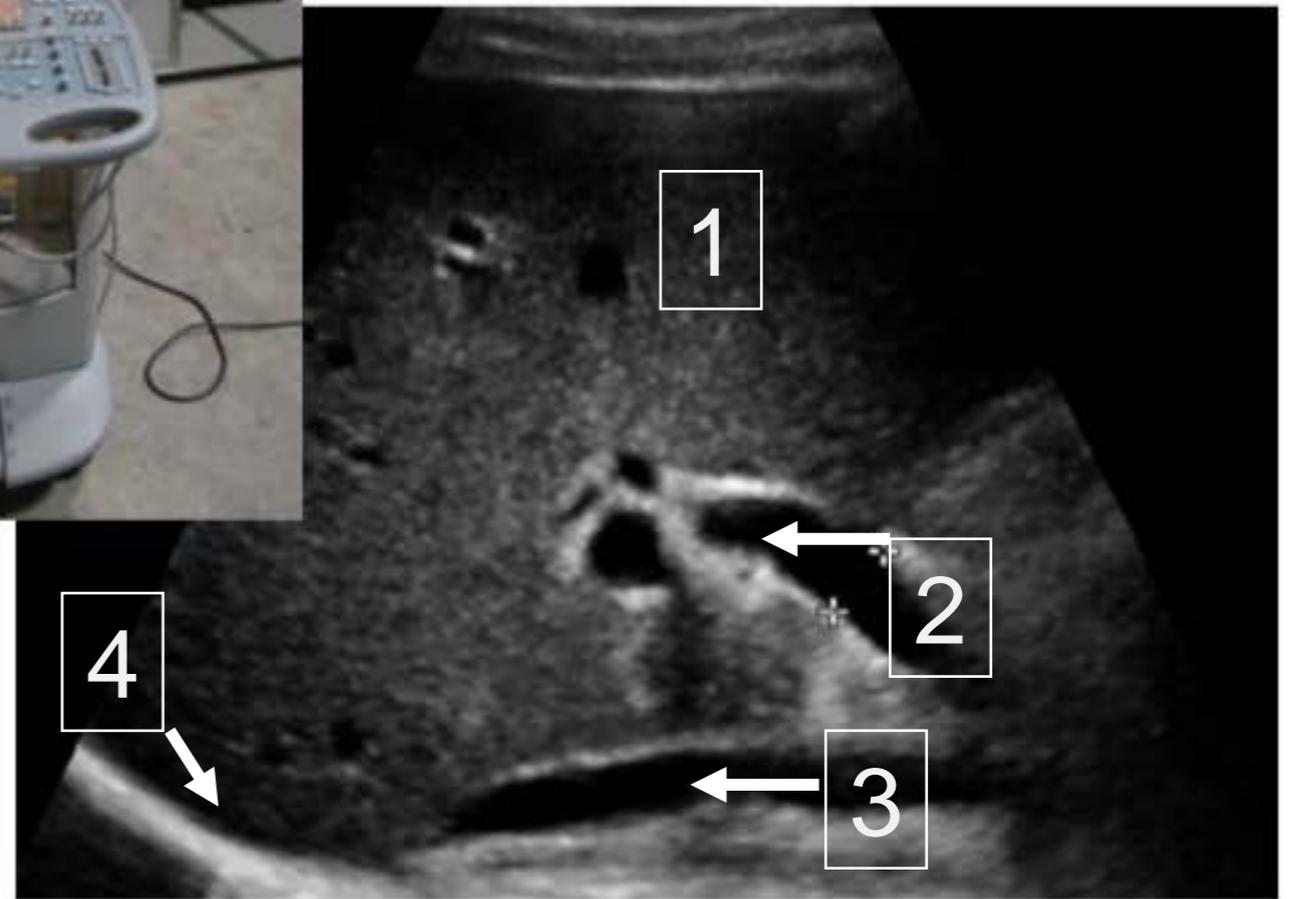
<https://youtu.be/GVQyxnmWHIM>



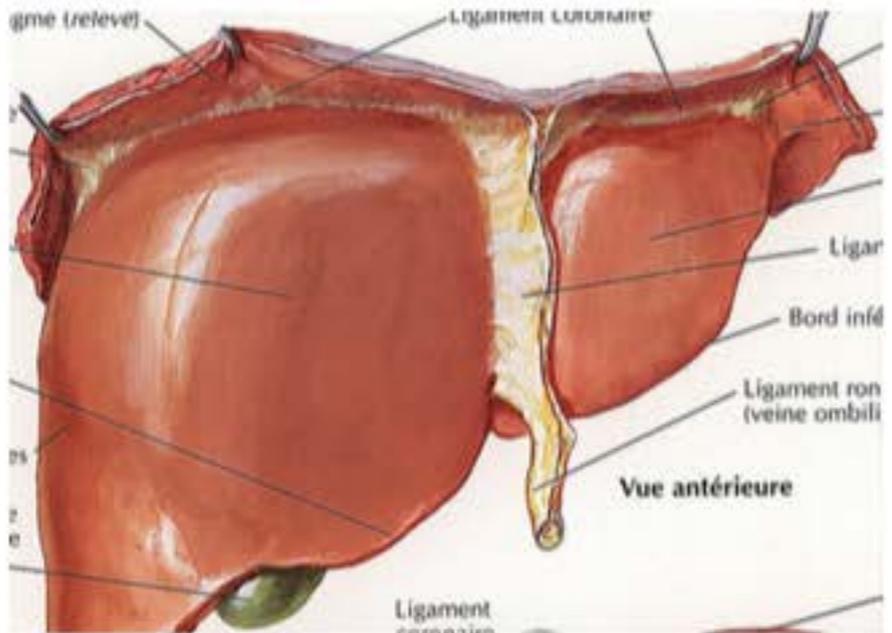




In Netter, Atlas d'anatomie humaine, 4^{ème} édition, 2007



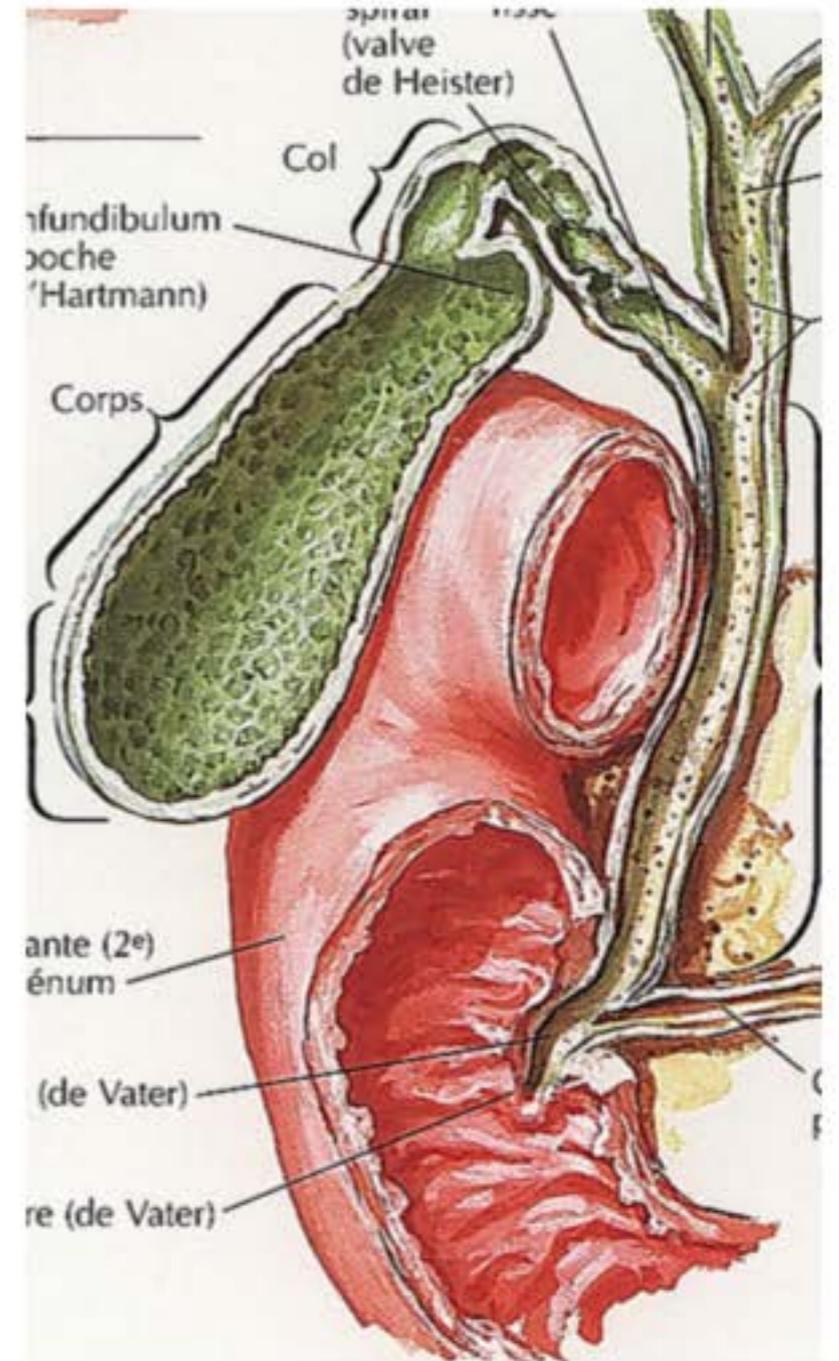
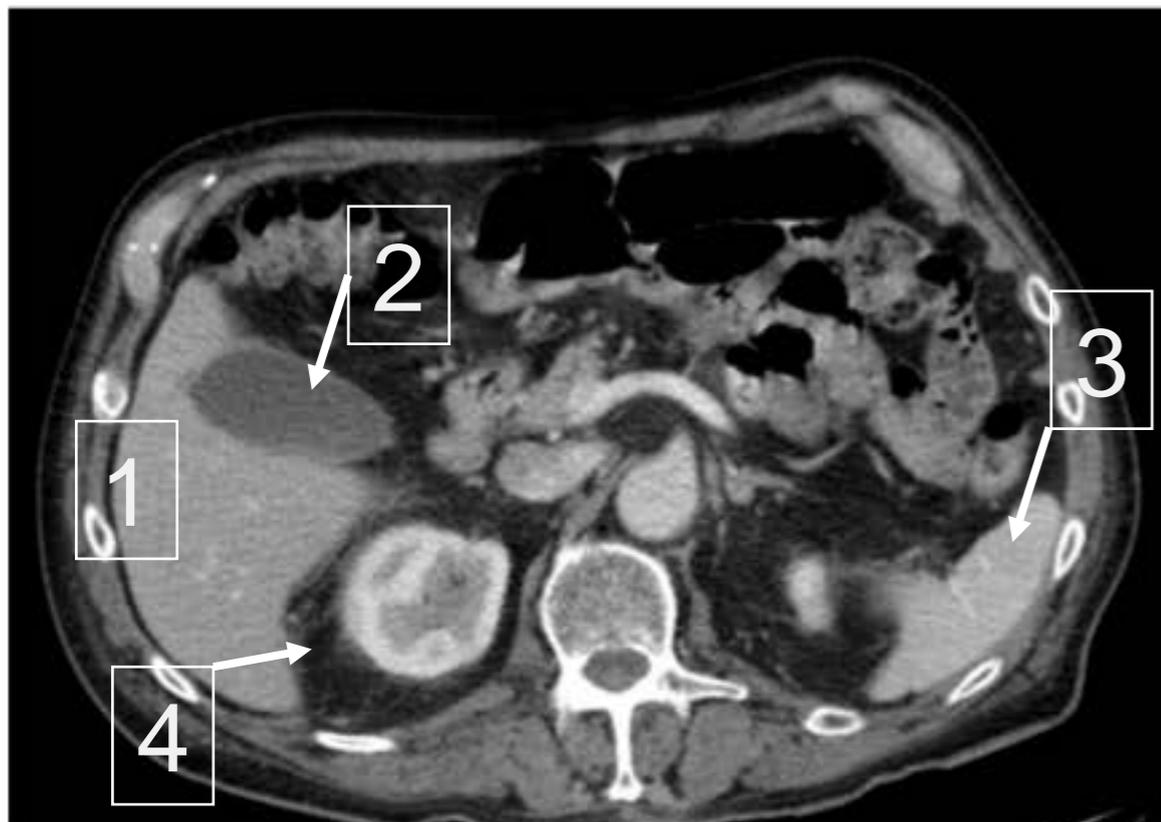
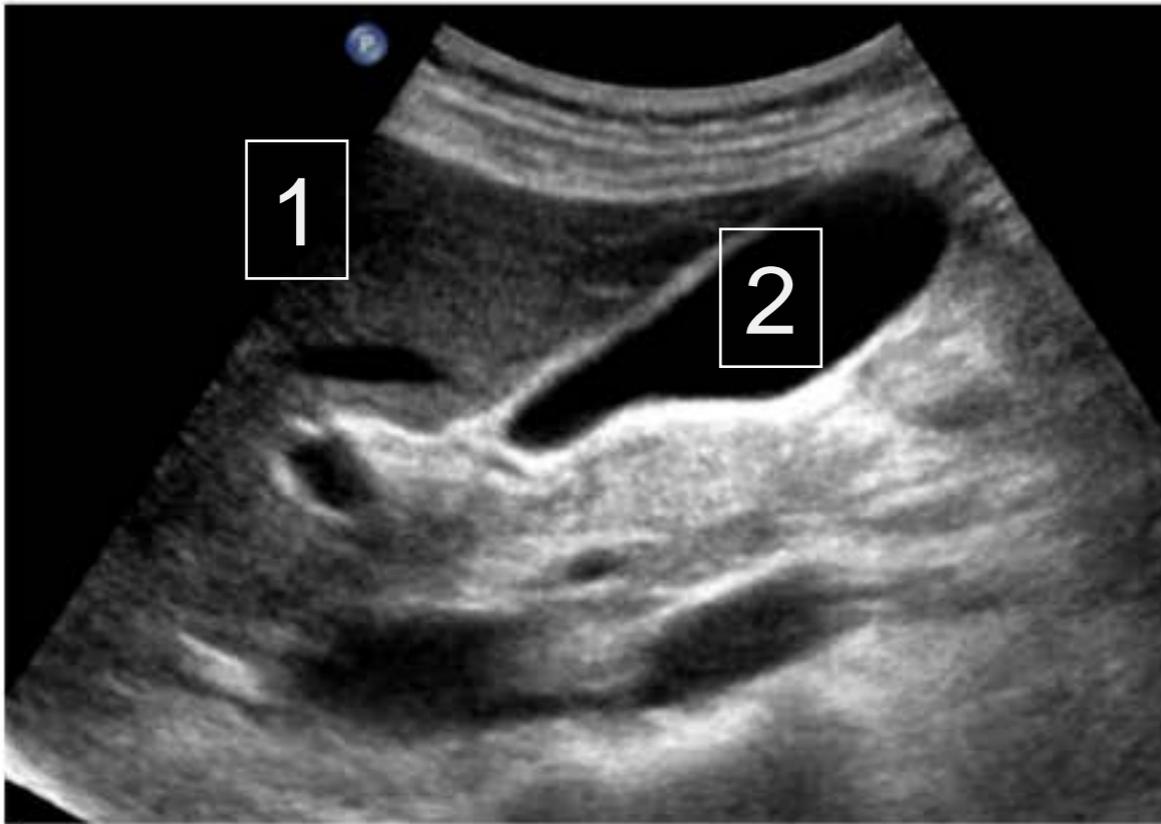
1. Foie, 2. Veine porte. 3. Veine cave inférieure. 4. Diaphragme



In Netter, Atlas d'anatomie humaine, 4^{ème} édition, 2007



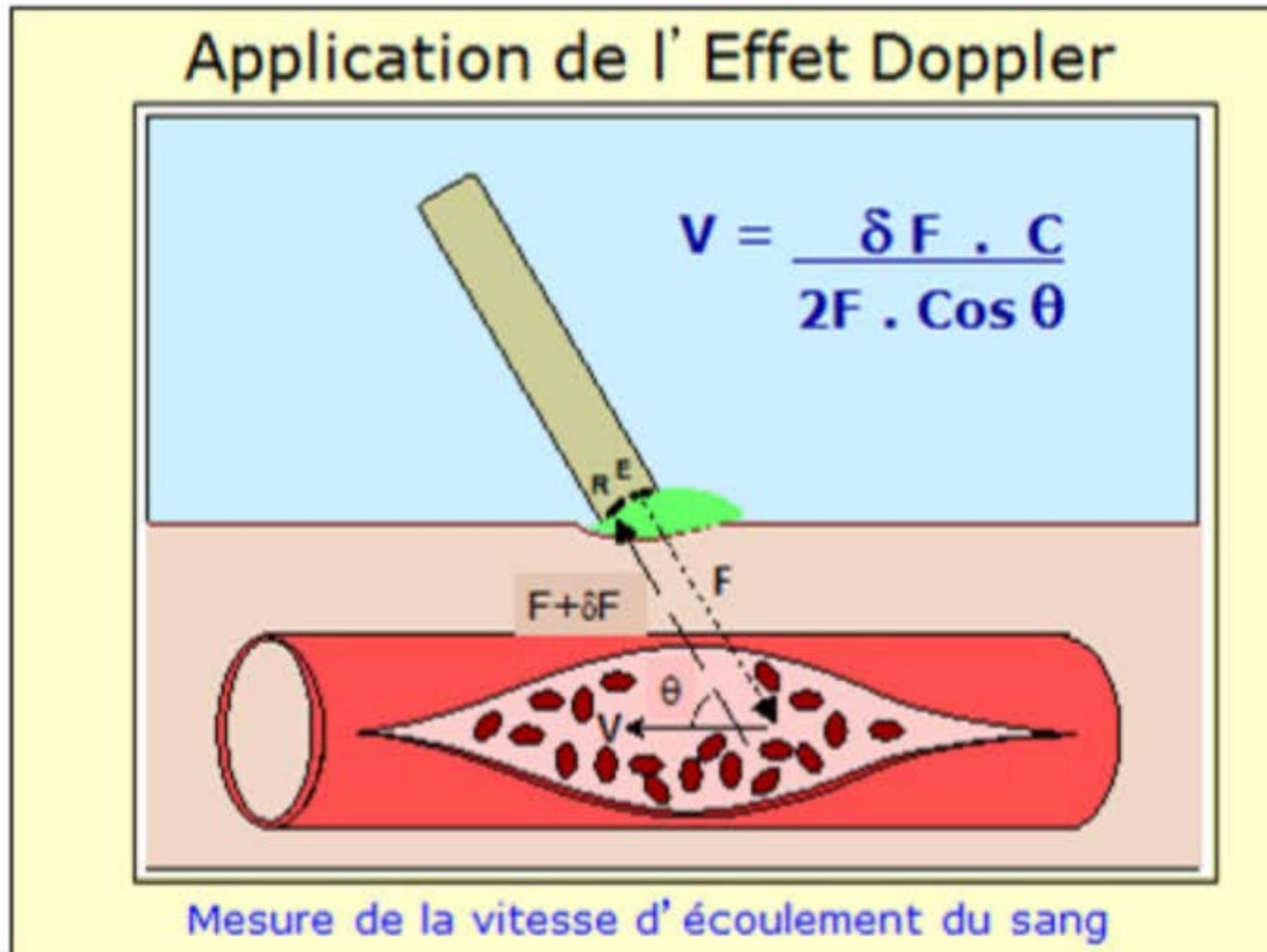
1. Foie, 2. Veine porte. 3. Veine cave inférieure. 4. Diaphragme

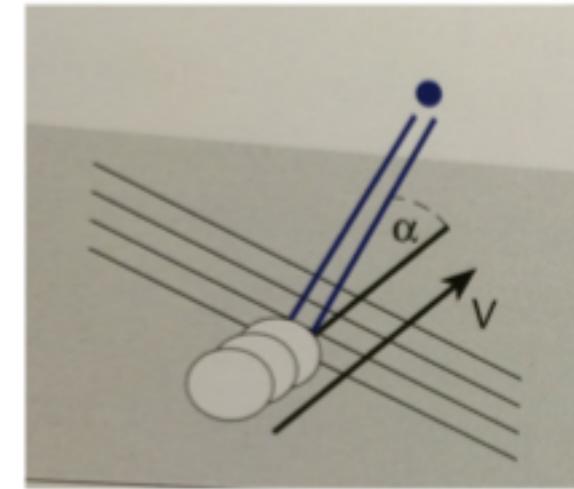


In Netter, Atlas d'anatomie humaine, 4^{ème} édition, 2007

1. Foie, 2. Vésicule . 3. Rate. 4. Rein droit

Les Techniques
Ultrasonographiques d'Etude du
Flux Sanguin





G Schmidt. Précis d'échographie,
Maloine , 2007

Découverte du principe du Doppler

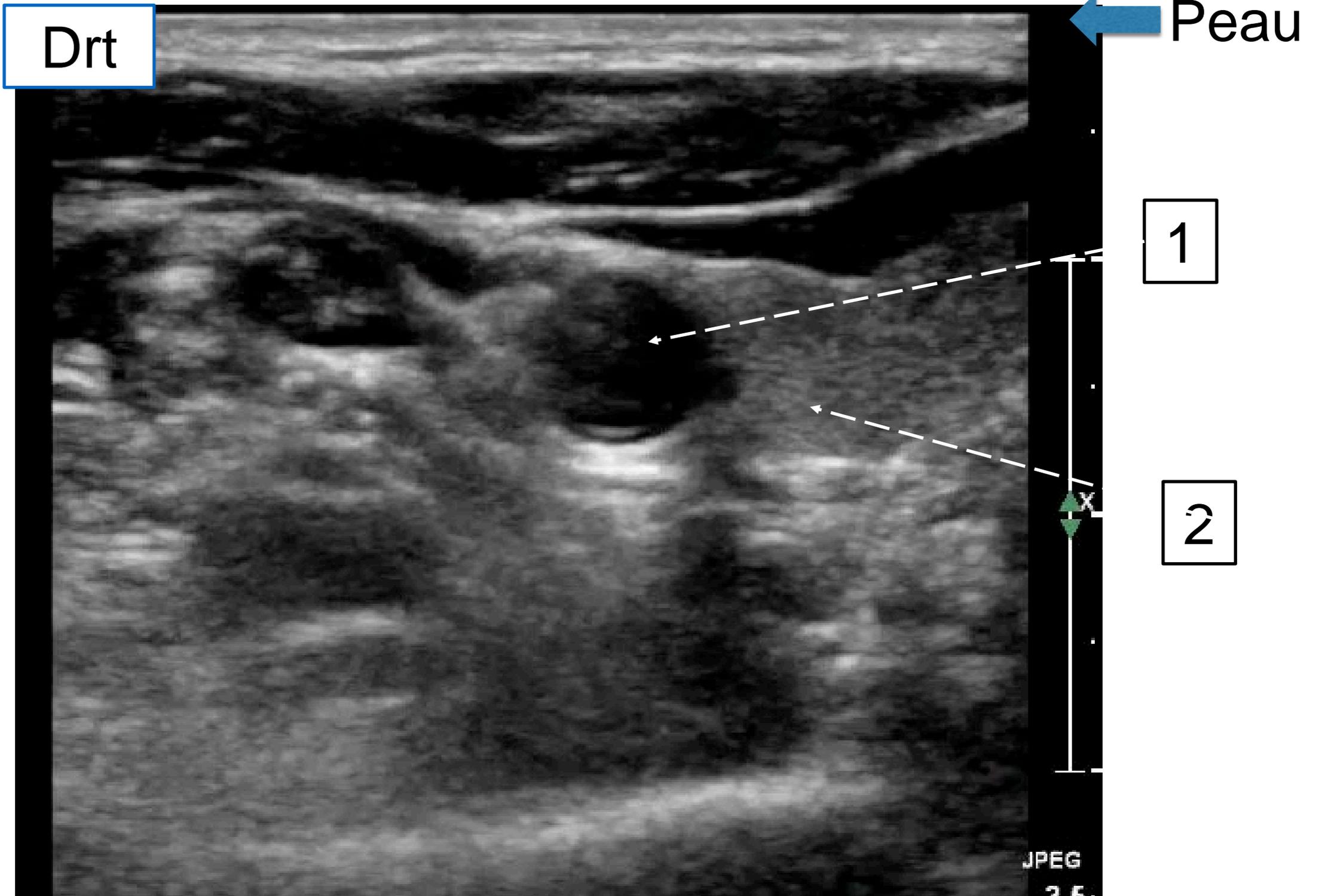
=> Christian Doppler , physicien autrichien, né en 1803 , analyse des étoiles

=> Un Phénomène périodique est perçu avec une intensité différente suivant son déplacement par rapport à l'observateur

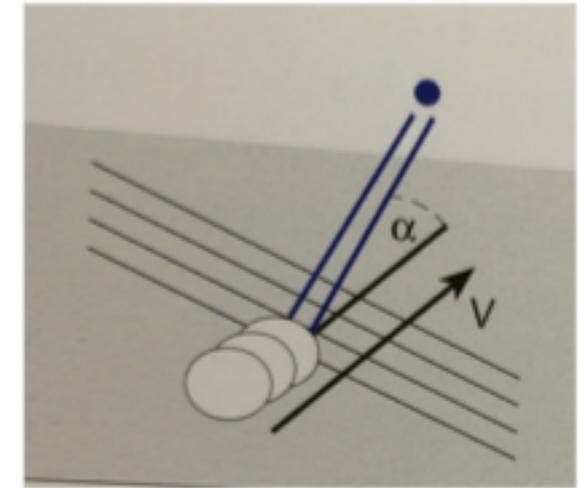
=> En échographie,

- si l'émetteur et le récepteur sont immobiles, la fréquence de retour sera inchangée.

- si le récepteur se déplace, il y a une différence de fréquence , qui génère un son audible (50 Hz à 20 kHz) « Doppler shift »



Echographie, Vue transverse du cou,
1. Carotide commune
2. Lobe droit de la thyroïde



G Schmidt. Précis d'échographie,
Maloine , 2007

« Doppler shift »

$$\Rightarrow \Rightarrow \Rightarrow \quad \Delta F = 2V \cdot F_0 \cdot \cos \Theta / c$$

V = vitesse de la cible,

F = fréquence d'émission

Θ = angle d'attaque du vx

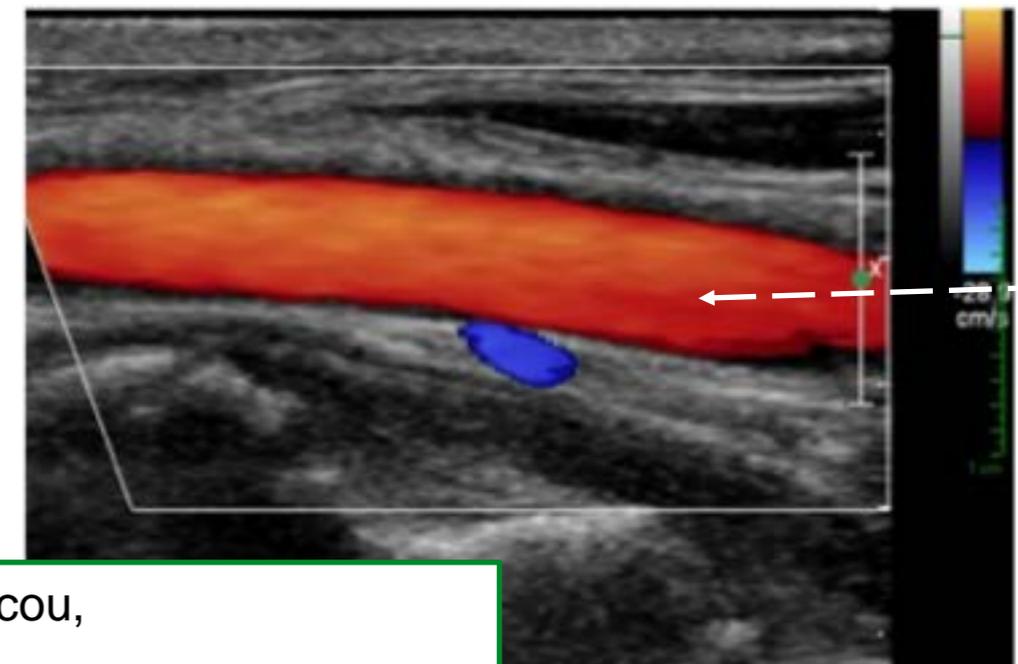
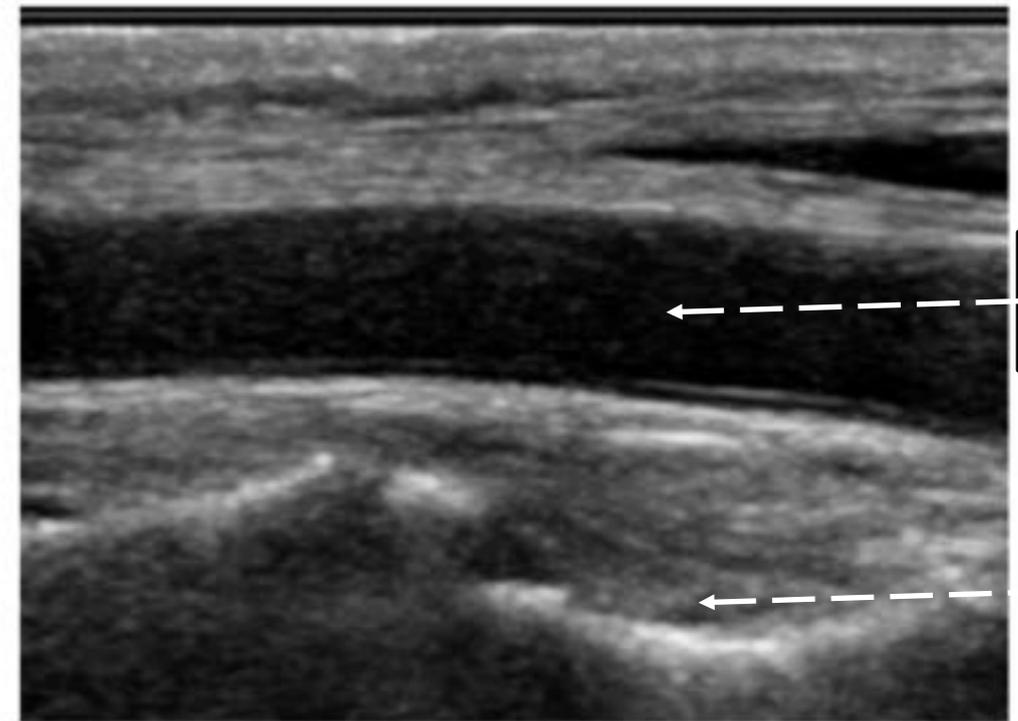
c = vitesse de propagation du son dans les tissus mous (1540m/sec) vs 330 m/sec dans l'air

Echographie & Doppler

- mode B
- Doppler couleur

=> formule de l'effet Doppler

$$\Delta F = 2V \cdot F_0 \cdot \cos \Theta / c$$



Echographie Doppler couleur, Vue longitudinale du cou,

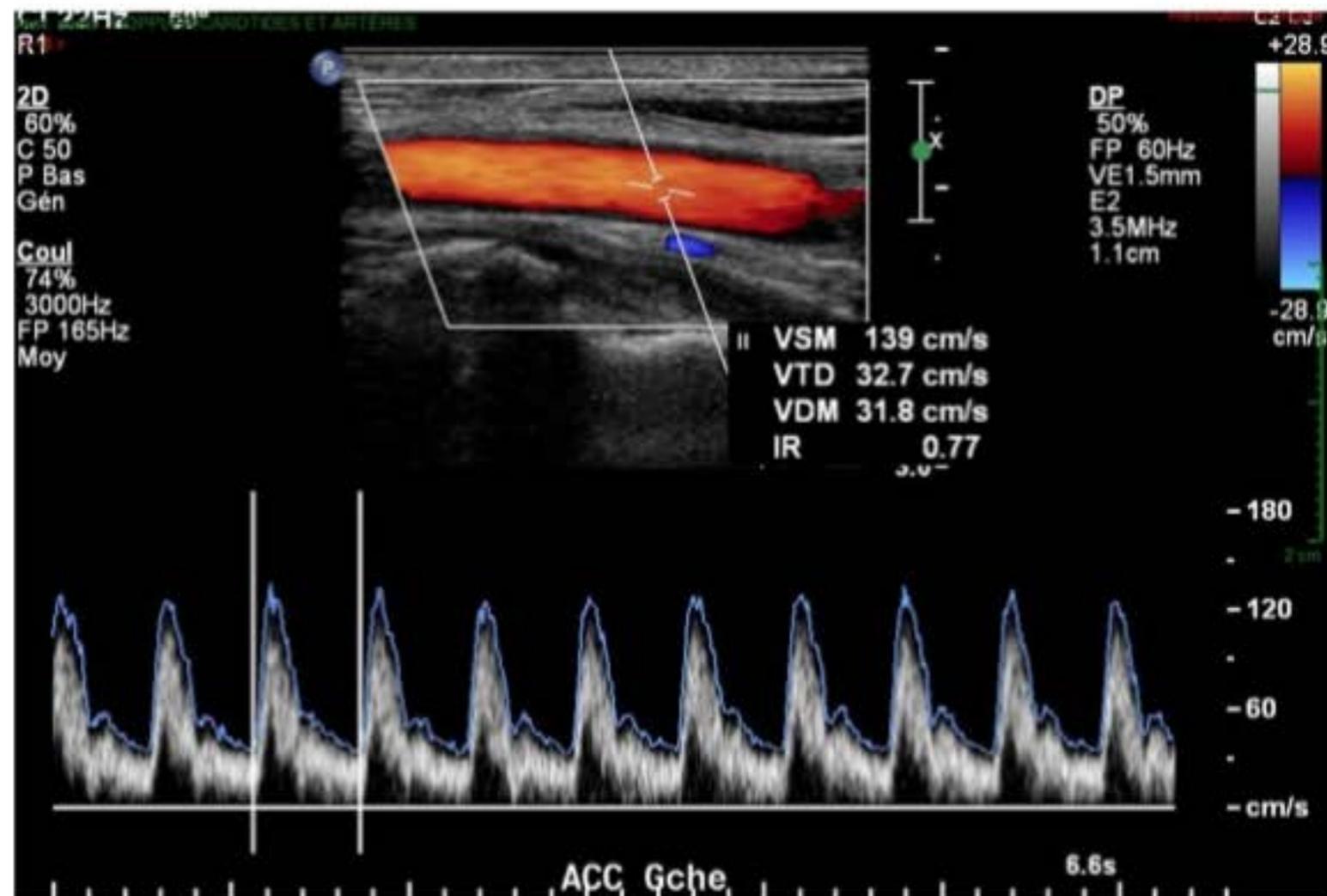
1. Carotide commune
2. Vertèbres cervicales

Echographie & Doppler

- mode B
- Doppler couleur

=> formule de l'effet Doppler

$$\Delta F = 2V \cdot F_0 \cdot \cos \Theta / c$$



Angle de 90° => $\cos = ?$

Angle de 0° => $\cos = ?$

Echographie & Doppler

Angle en écho = 30 à 60°

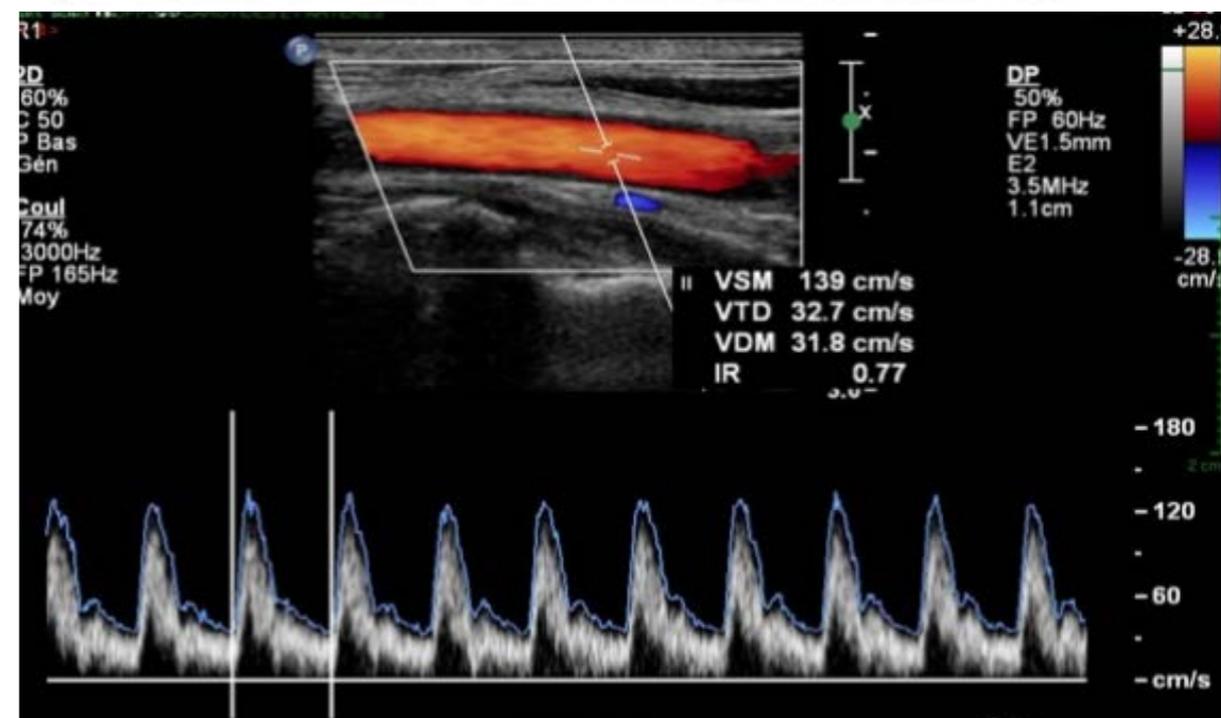
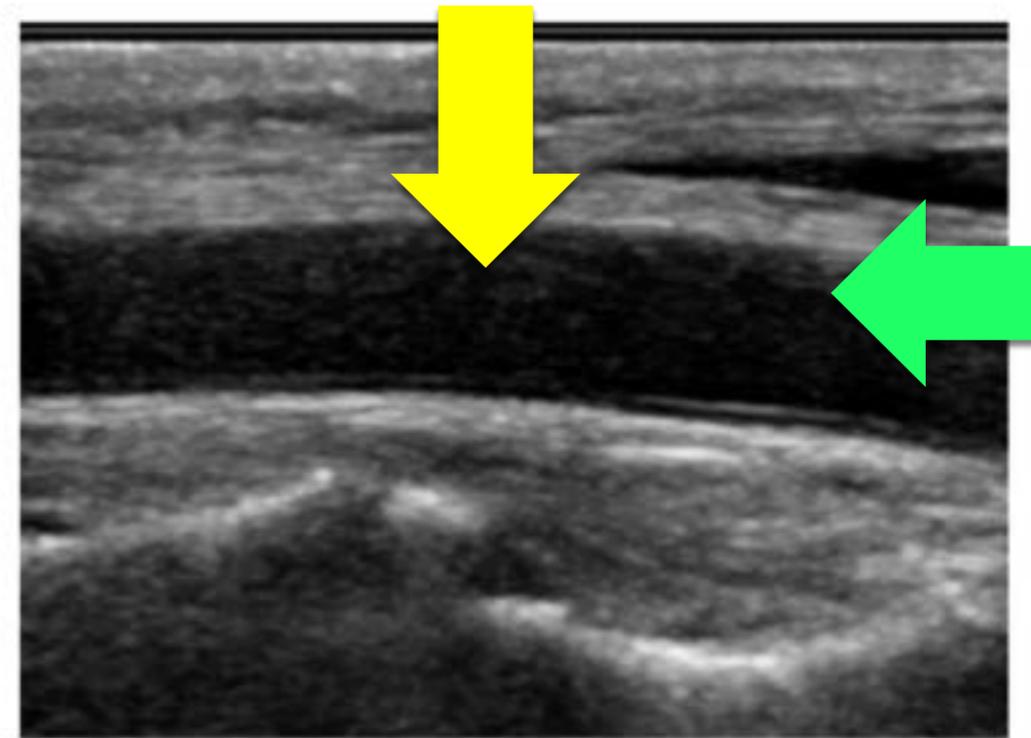
- mode B
- Doppler couleur

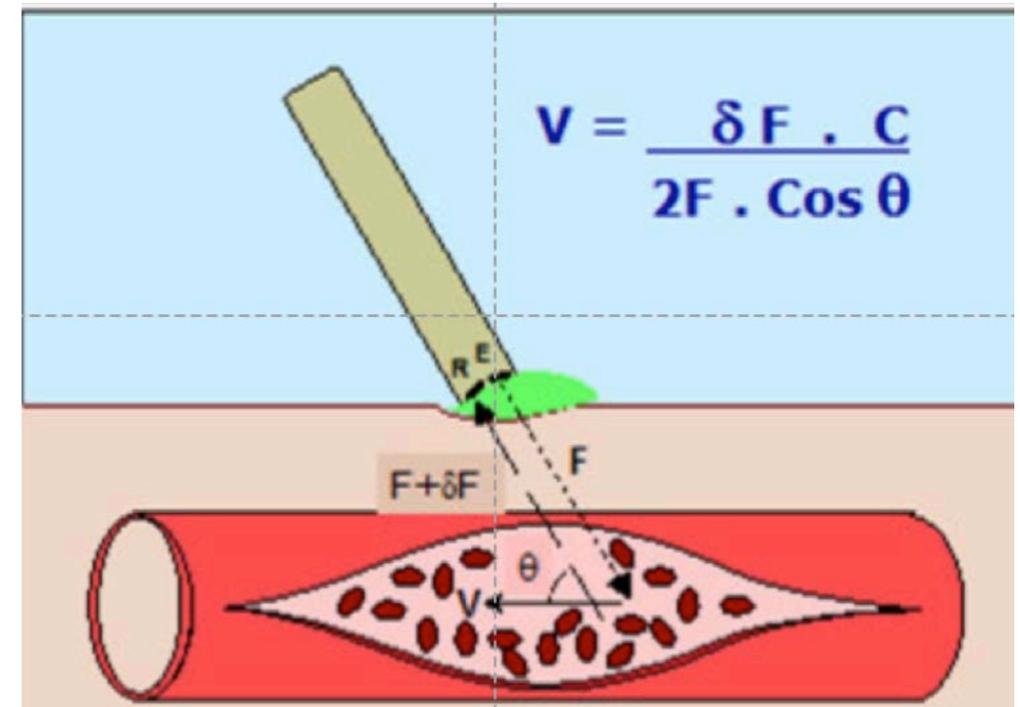
=> formule de l'effet Doppler

$$\Delta F = 2V \cdot F_0 \cdot \cos \Theta / c$$

Angle de 90° => cos = 0

Angle de 0° => cos = 1





Angle de $90^\circ \Rightarrow \cos = 0$
Angle de $0^\circ \Rightarrow \cos = 1$

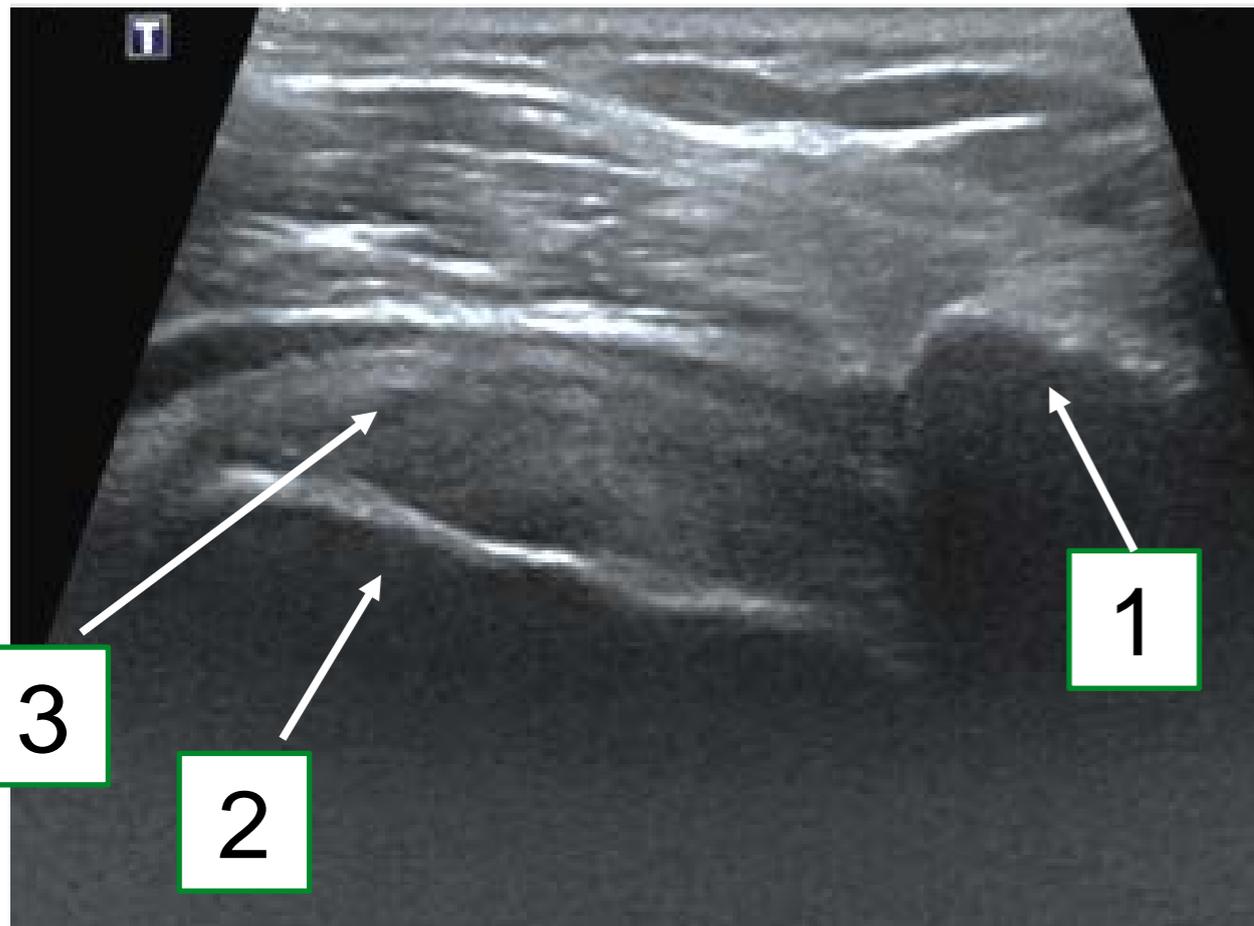
<http://pe.sfrnet.org/Data/ModuleConsultationPoster/pdf/2013/1/ed73cf6a-370a-4107-b296-aba1573eb624.pdf>

<http://slideplayer.fr/slide/3246586/>

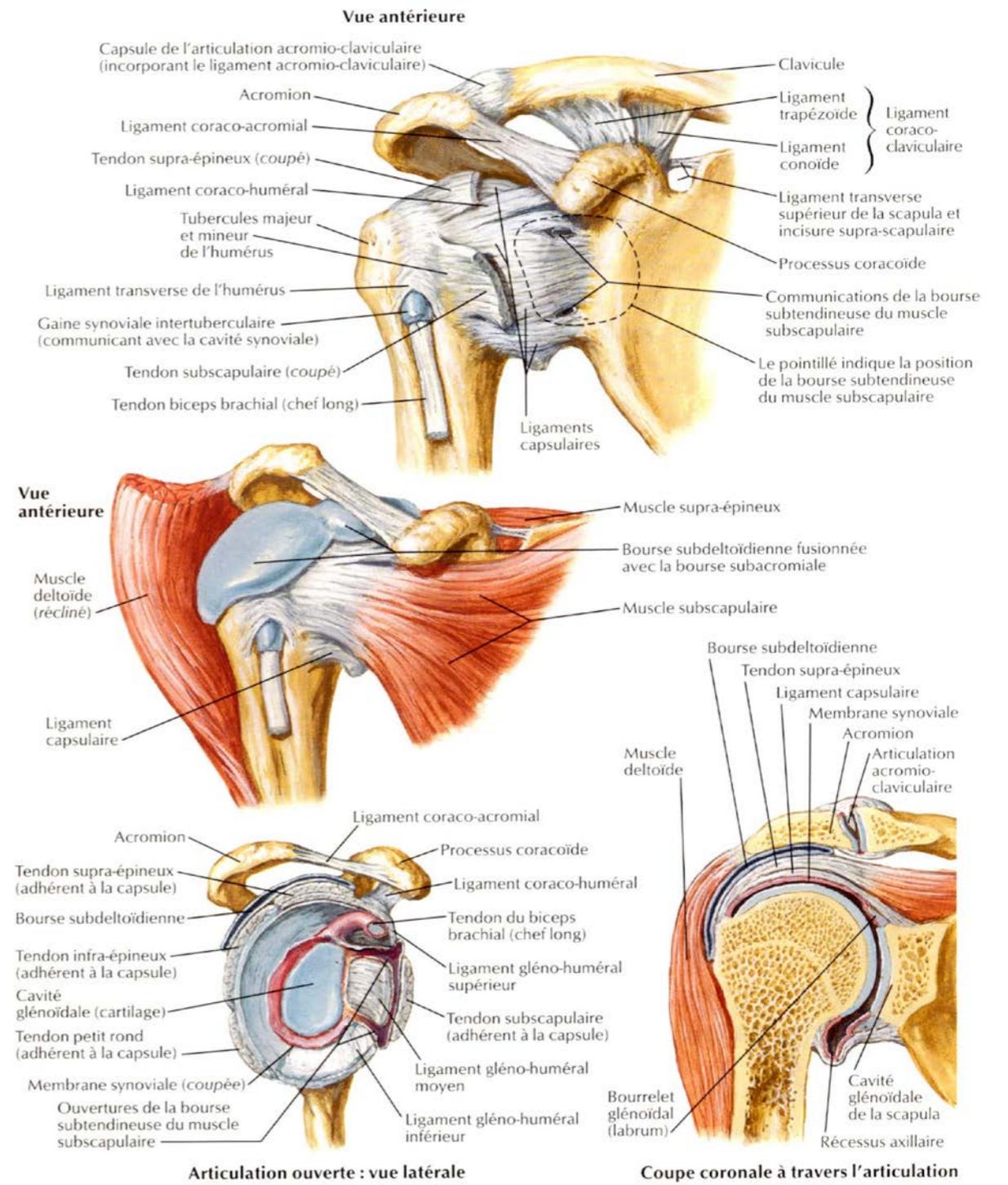


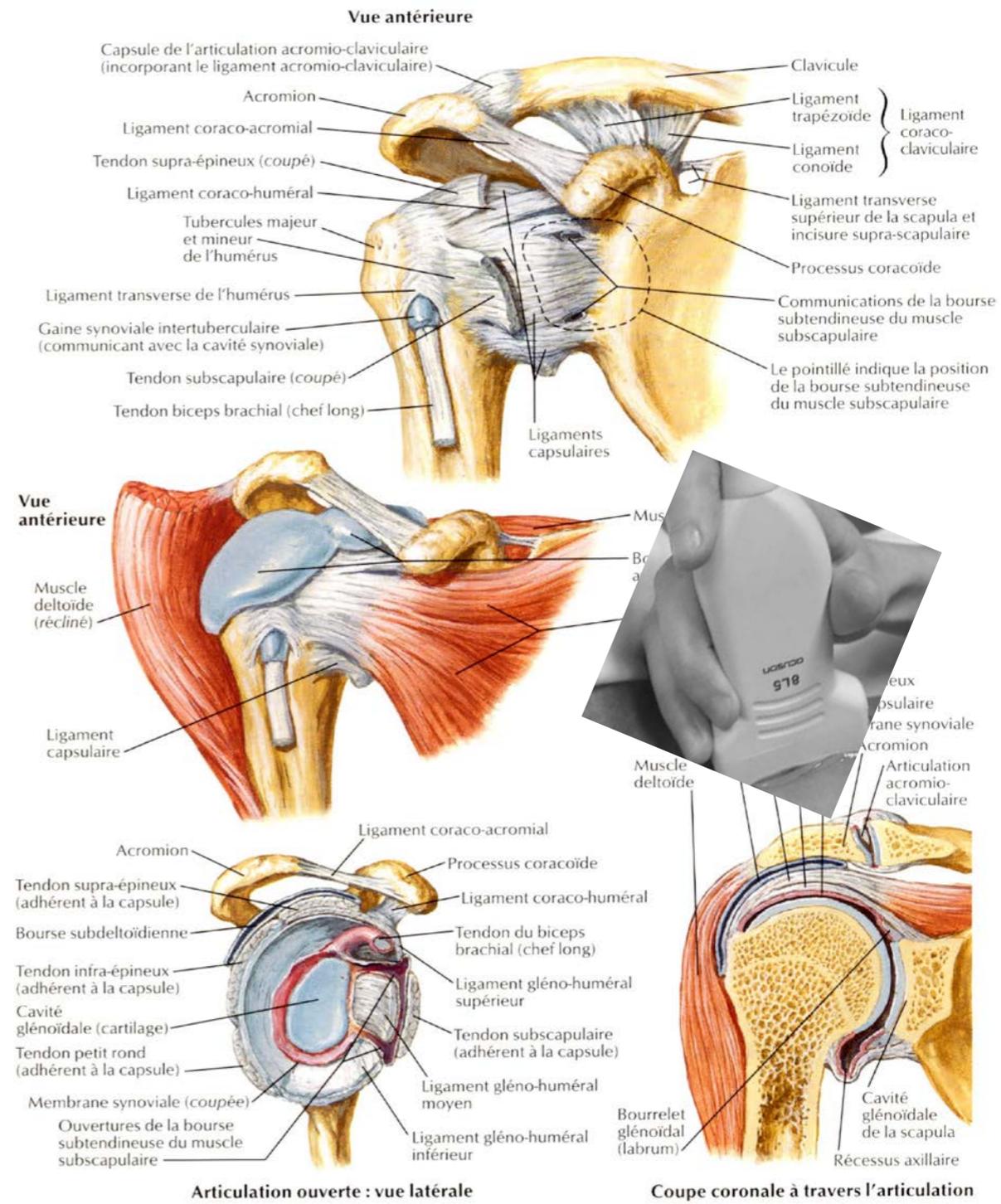
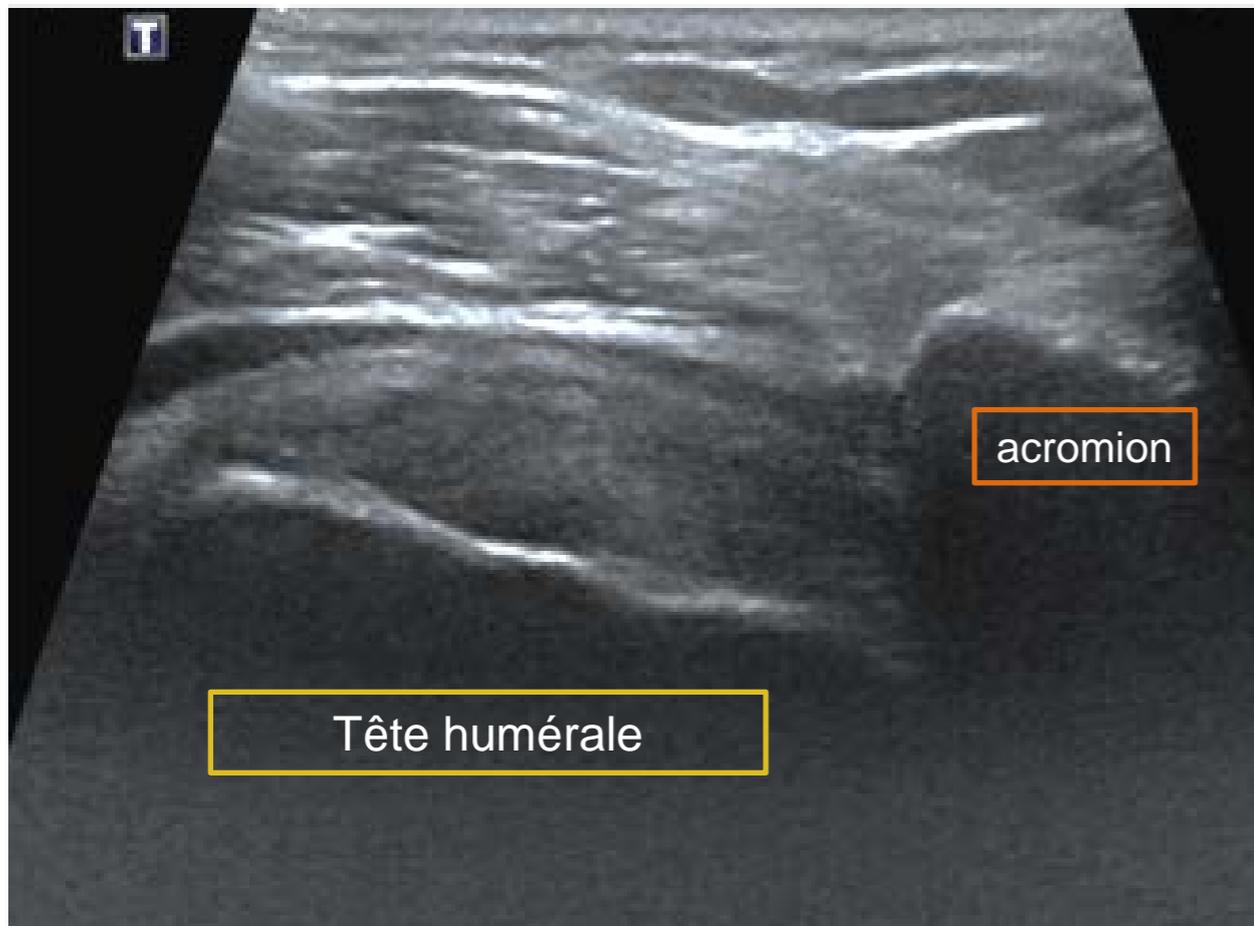
US & Doppler

- air/gaz
- os
- vaisseaux : artères, veines,
- nerfs
- muscles
- tendons, ligaments
- viscères pleins

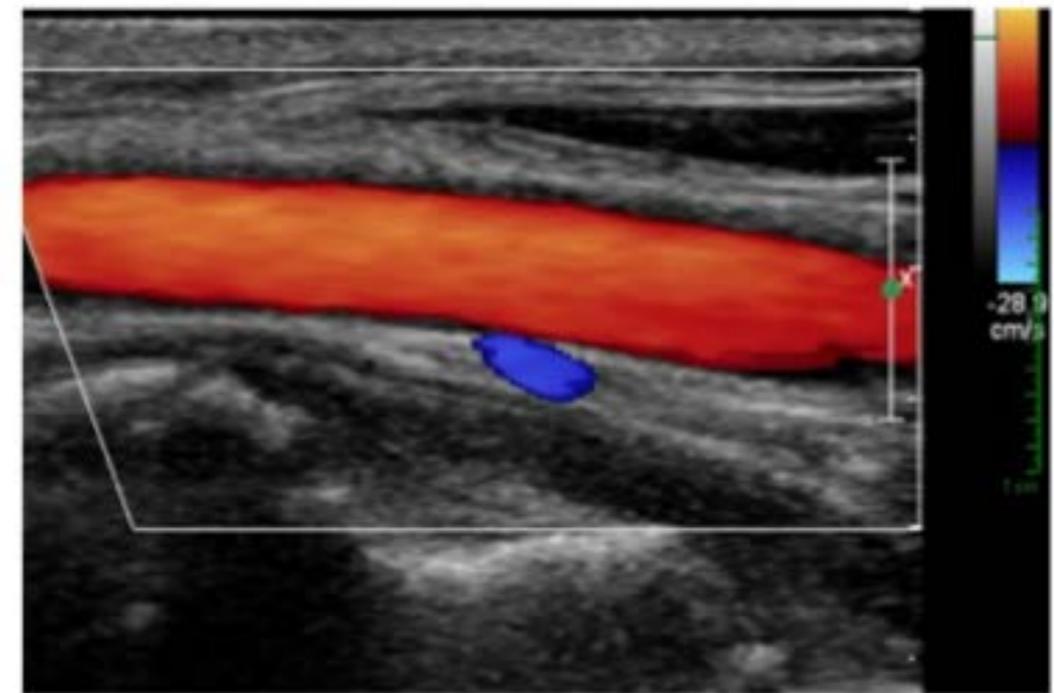
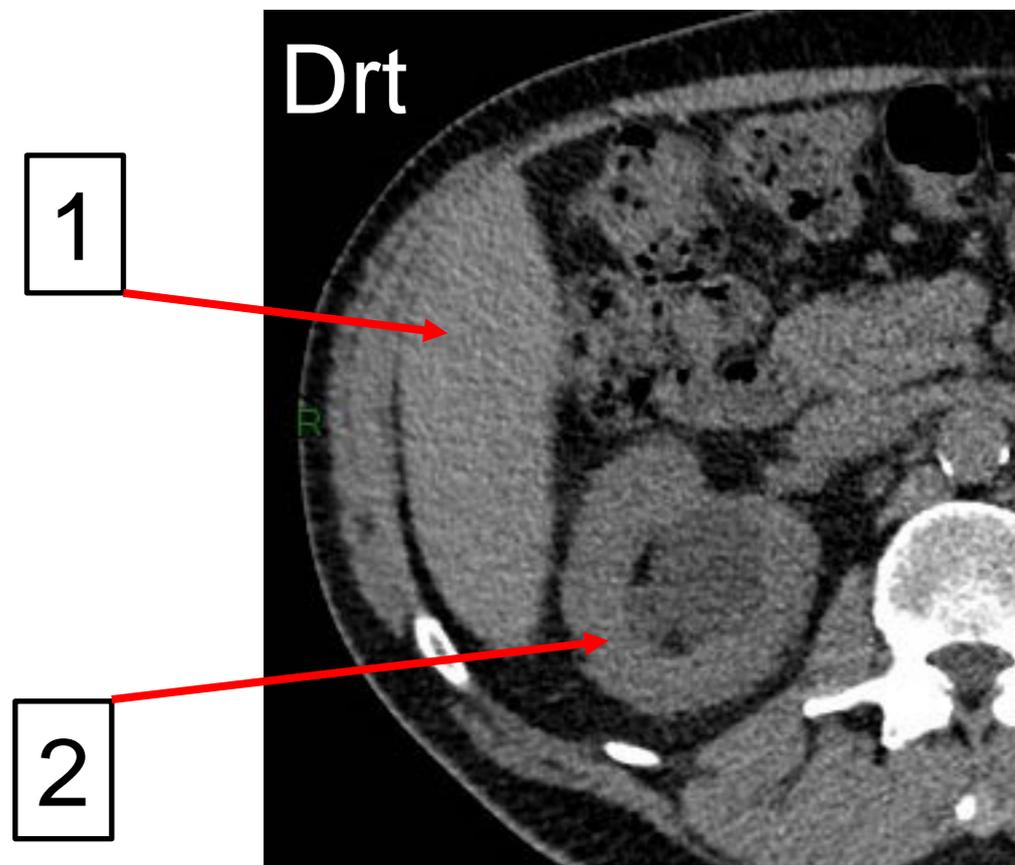
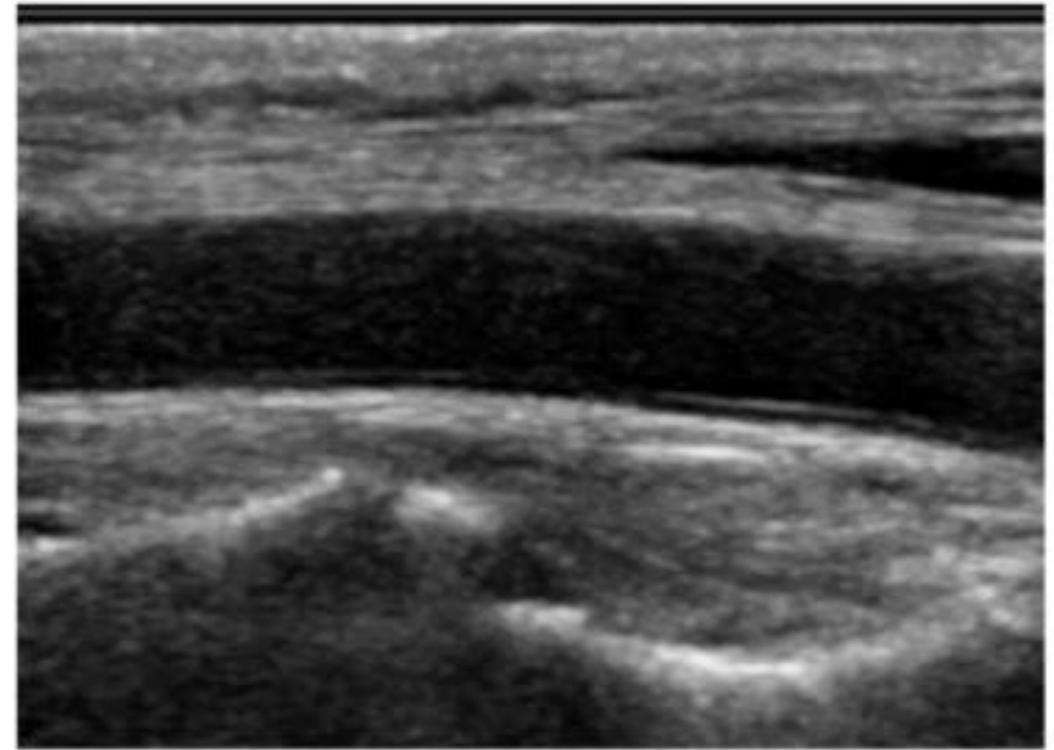
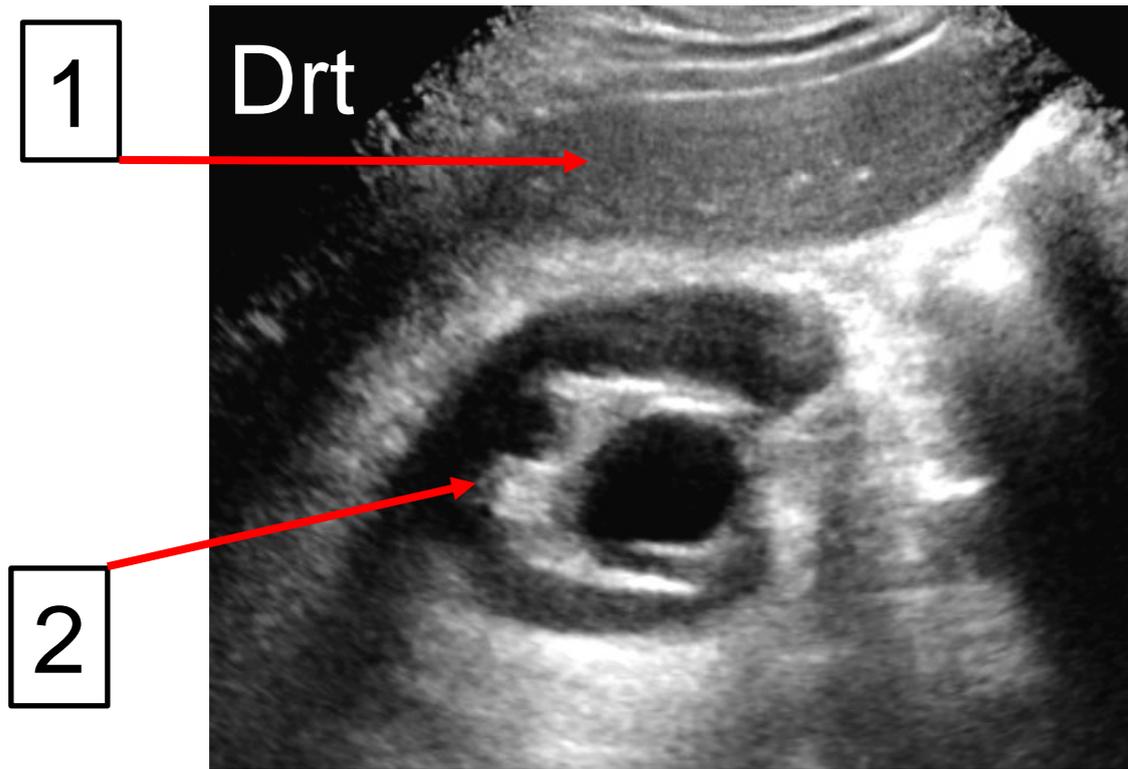


Epaule et clavicule : RX et écho
 1. Acromion droit
 2. Tubercule majeur de l'humerus droit
 3. Coiffe des rotateurs



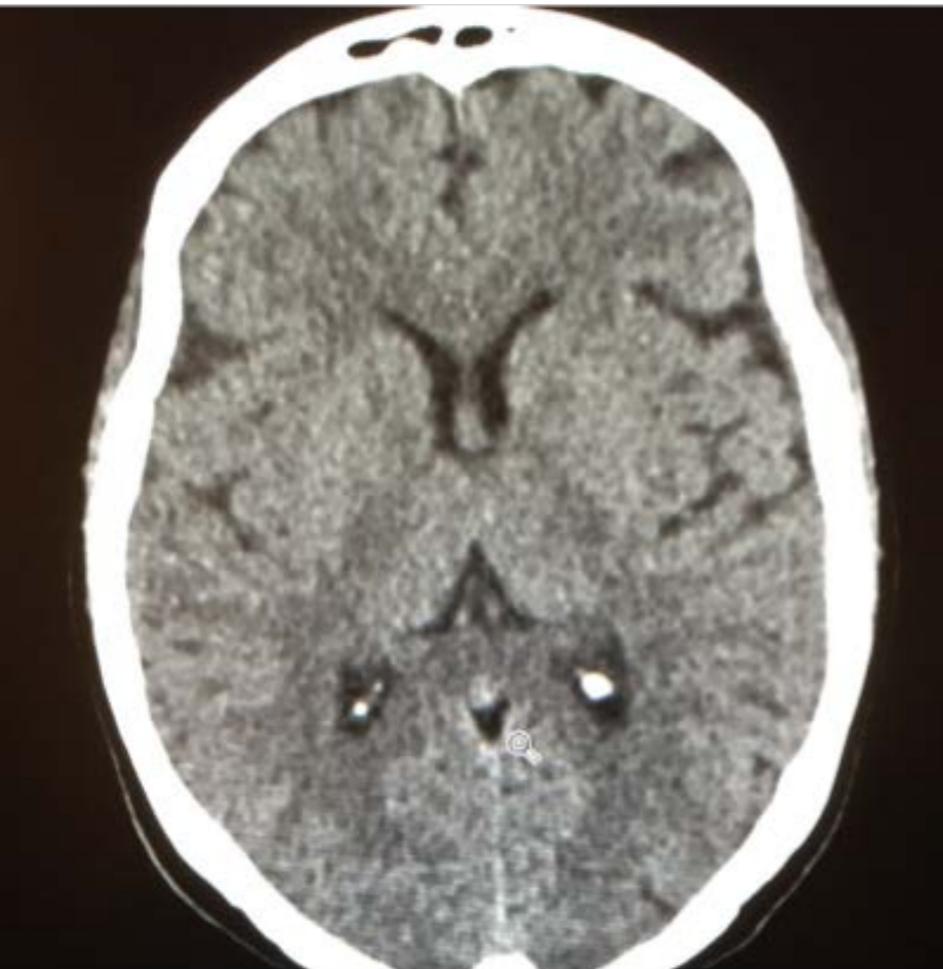


1- foie
2- rein droit

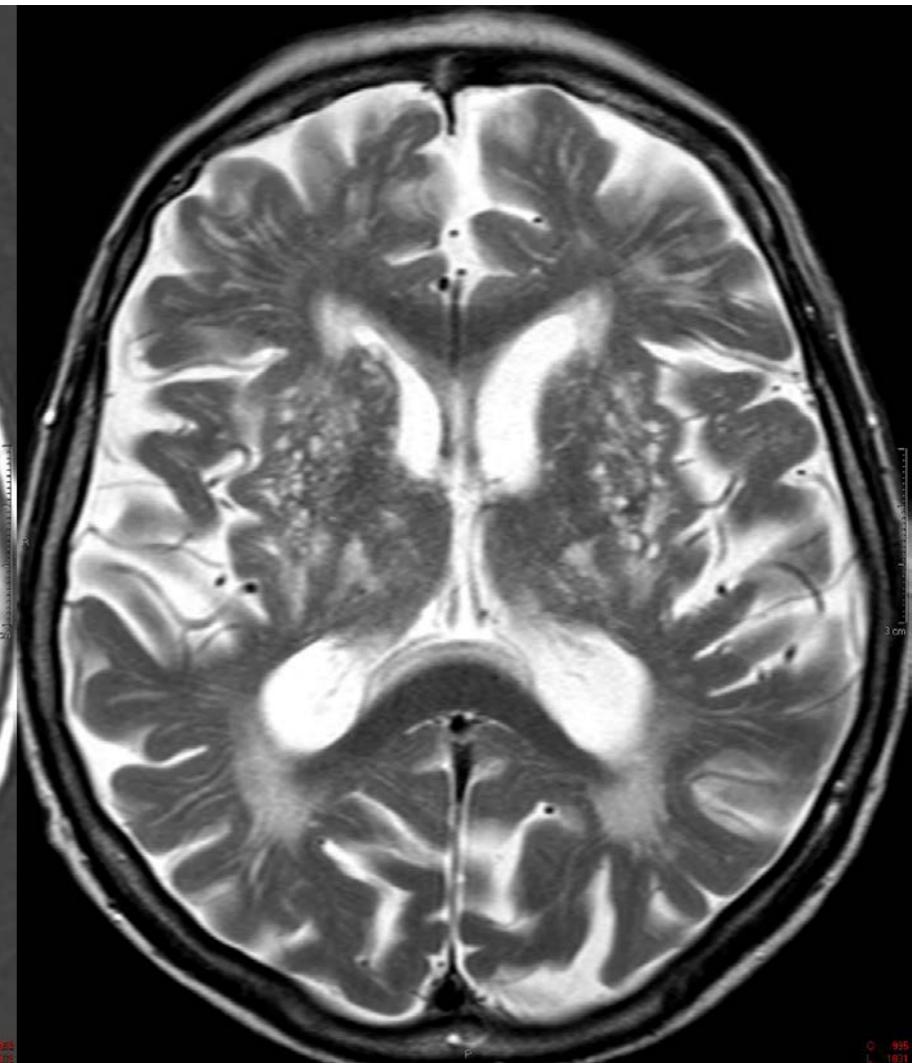
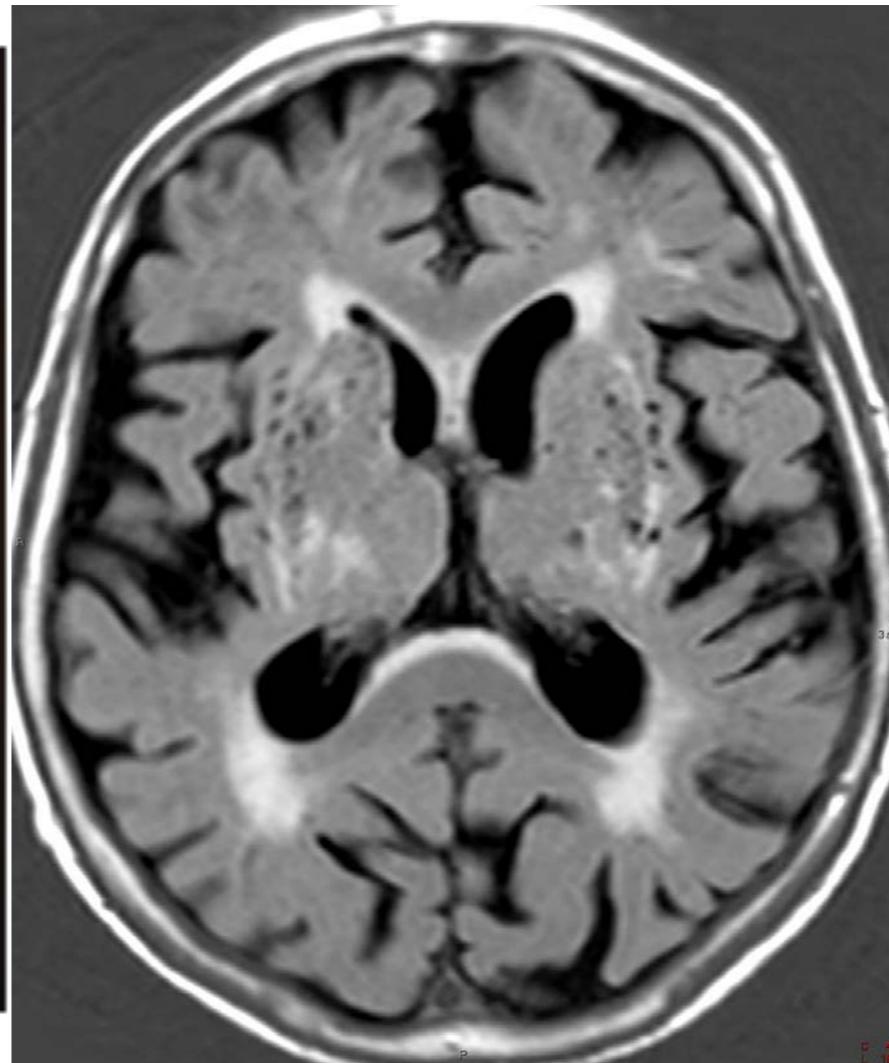




CT



IRM



IRM : des bases minimales

Eric Ligot

Technologue principal, IRM CUSL, UCL

Speak MRI - the fun and easy way!

MRI

FOR

DUMMIES[®]

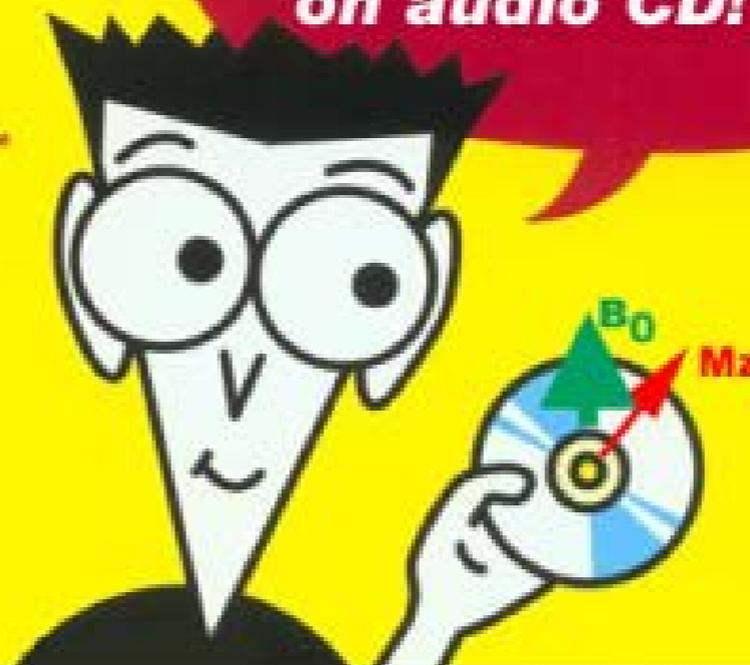
**Animations from
the presentations
on audio CD!**

**A Reference
for the
Rest of Us!™**



**Philippe Peigneux
& Evelyne Balteau**

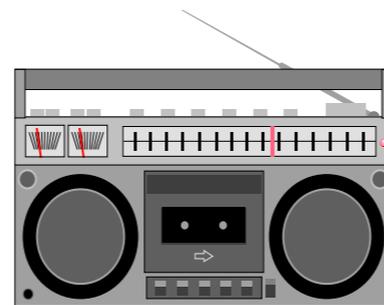
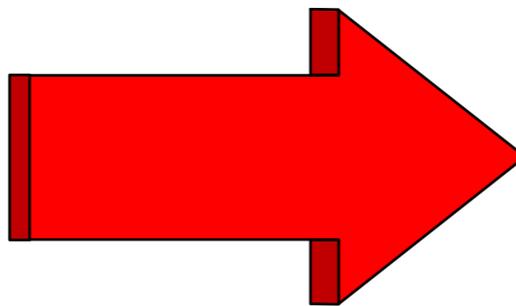
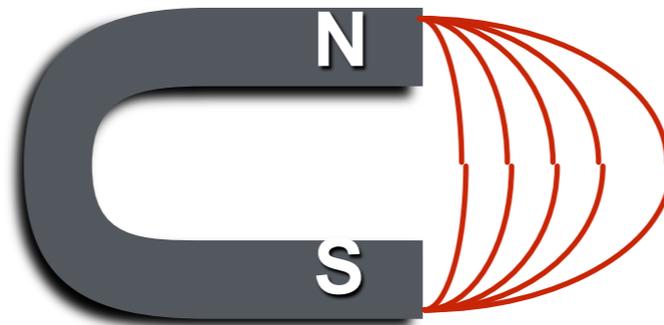
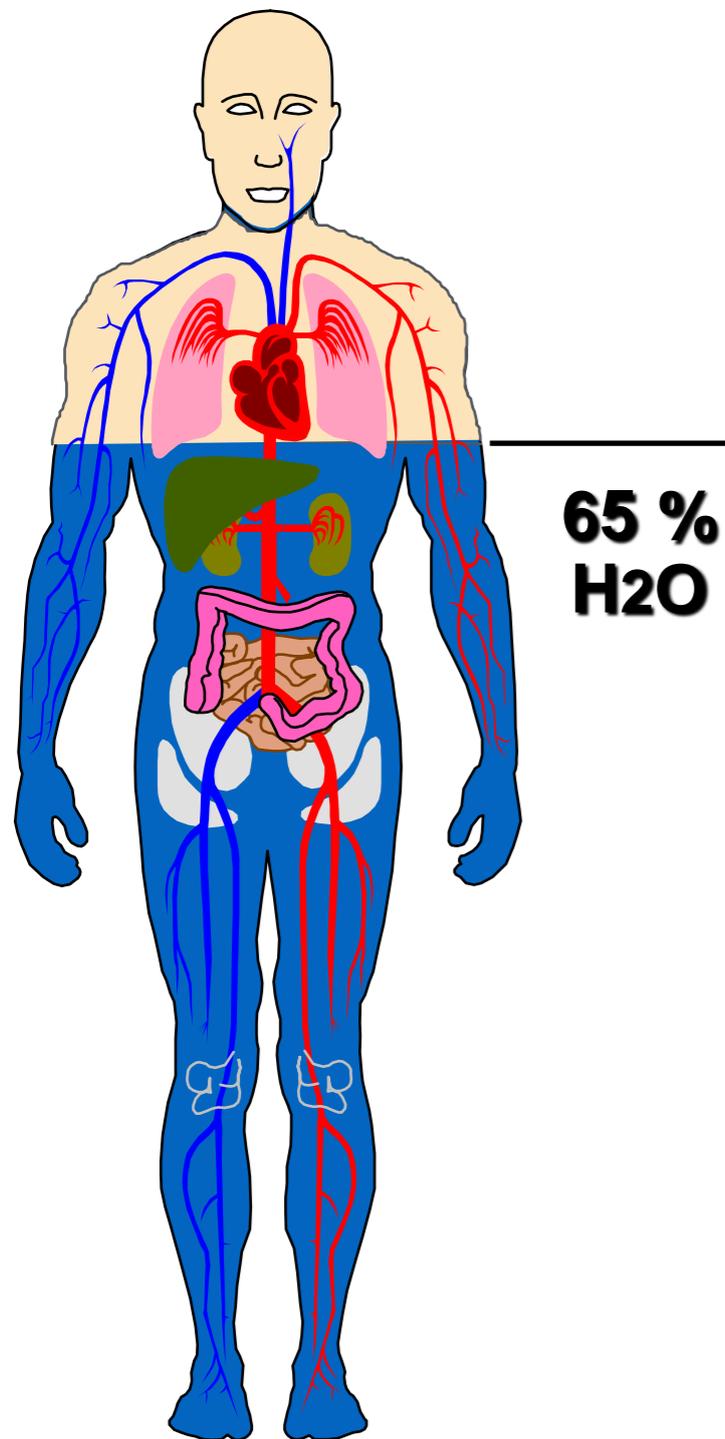
Centre de Recherches du Cyclotron



Ce que vous aller voir

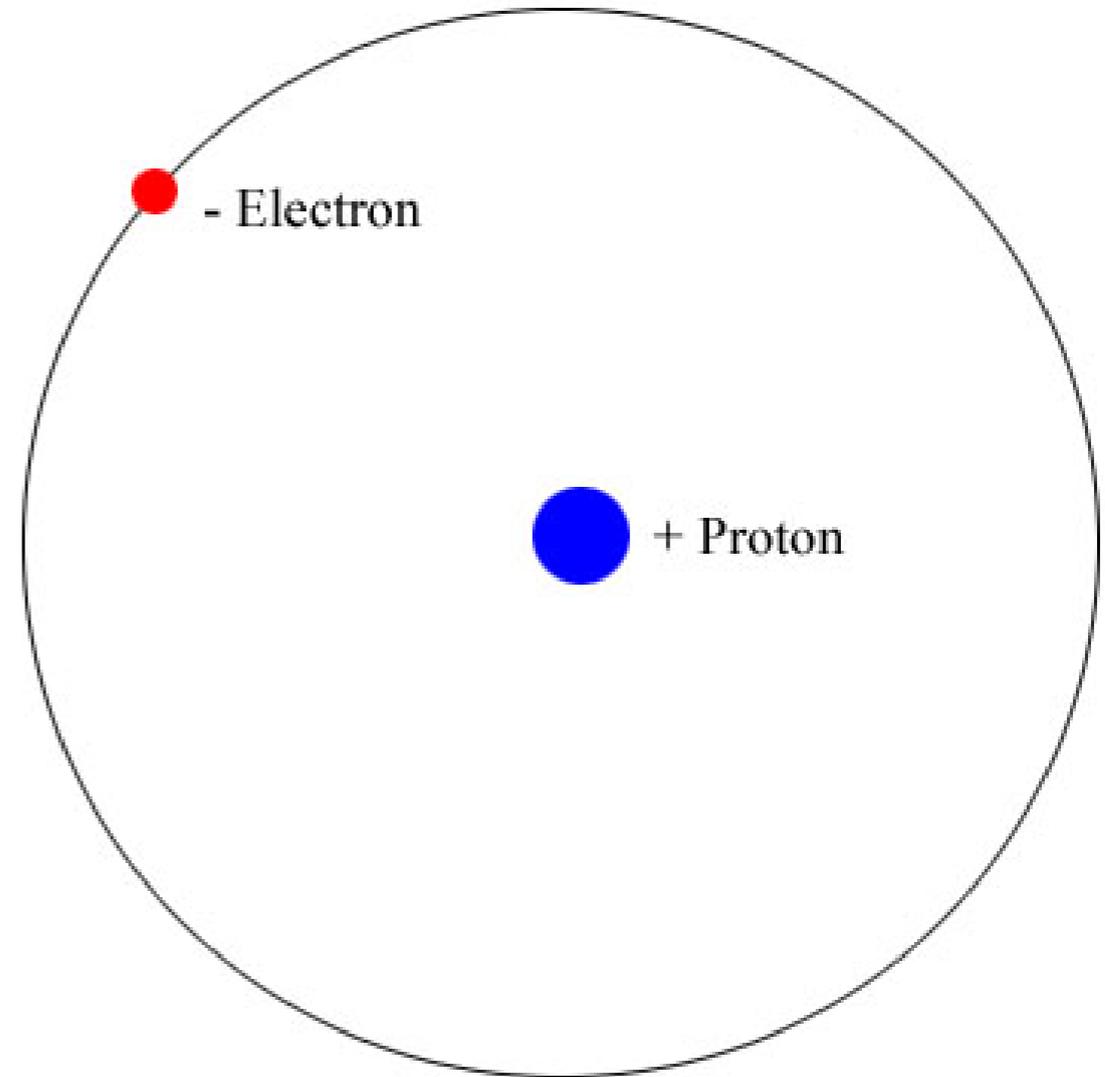
- * Bases physiques de l'IRM.
- * Les pondérations T1 et T2.
- * Principales contre-indications.
- * Utilité et inutilité.

L'IRM c'est (presque) simple :

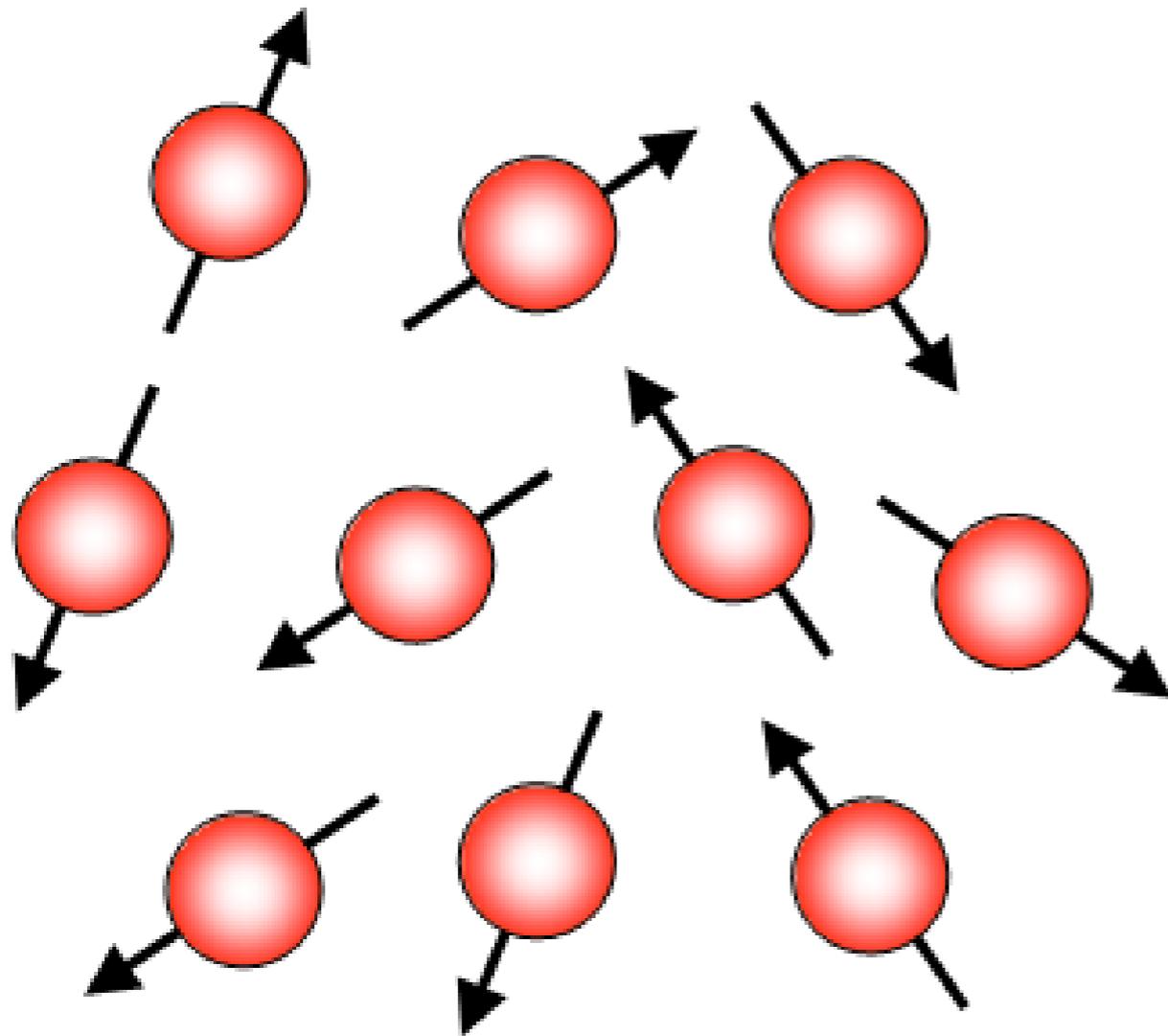


Le noyau d hydrogène

- 1 seul proton
- Possède des propriétés magnétiques
- Vecteur pivotant sur lui-même (précession)
- Spin du proton



Au repos

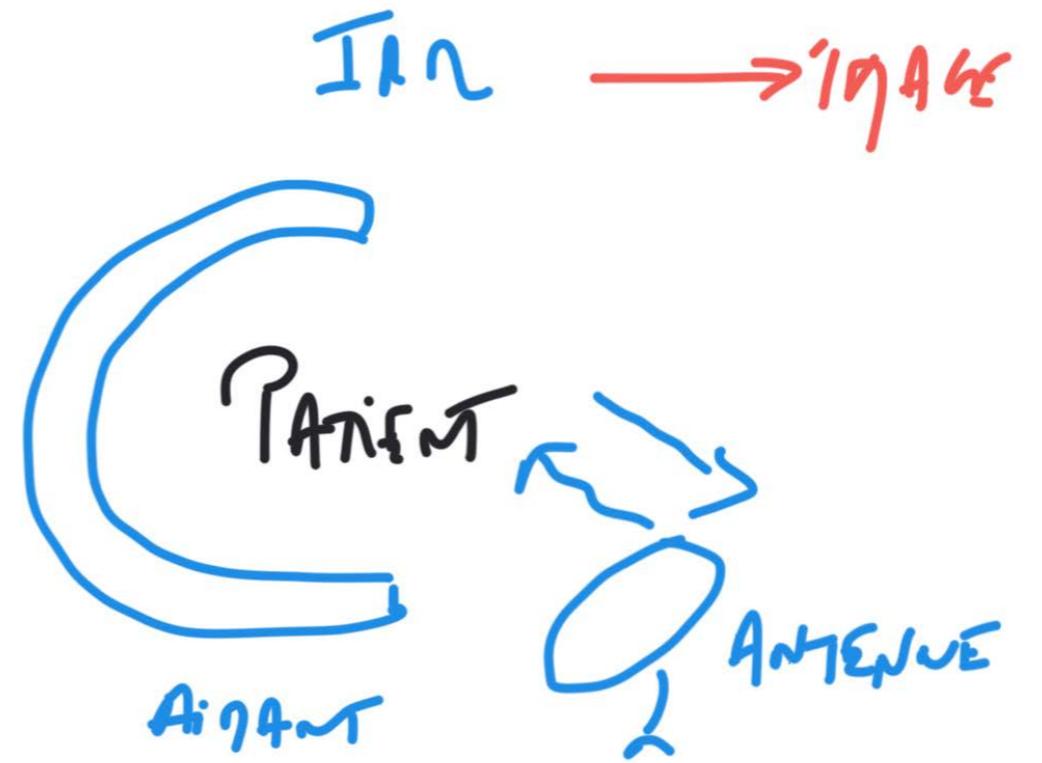
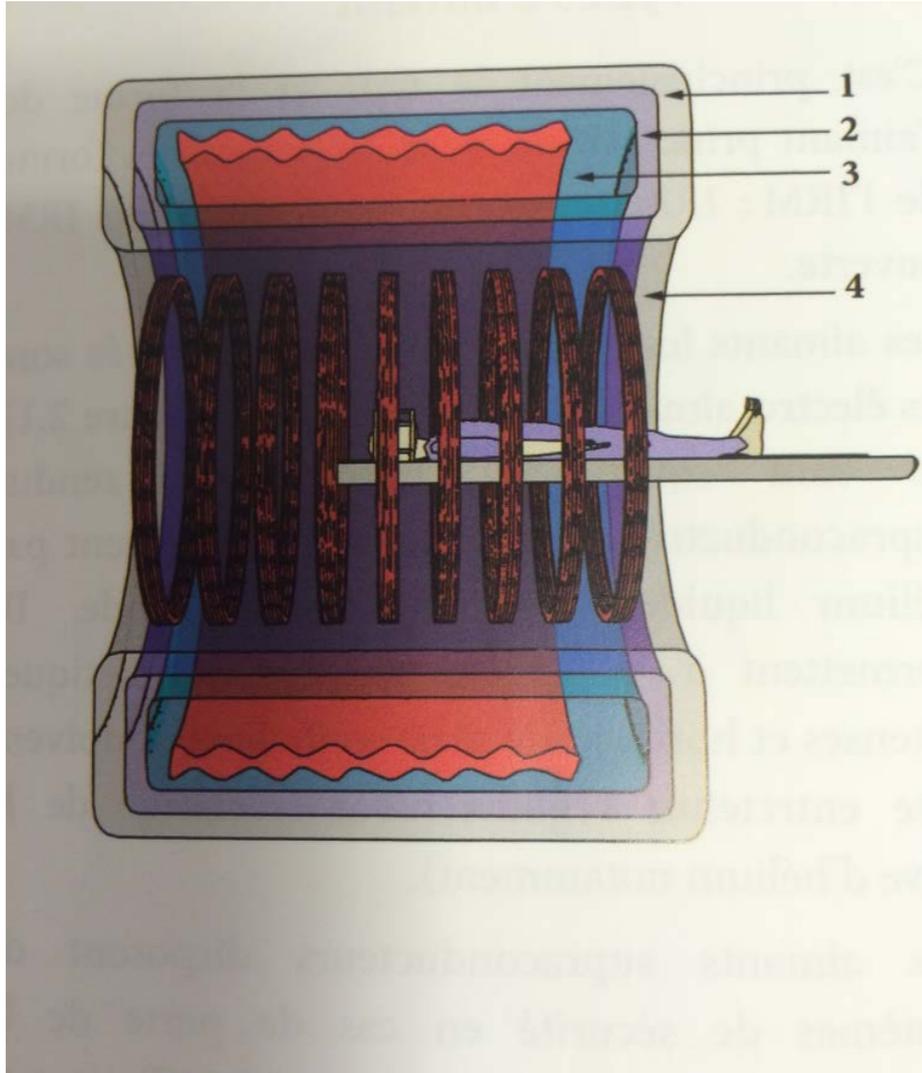


Aimantation aléatoire

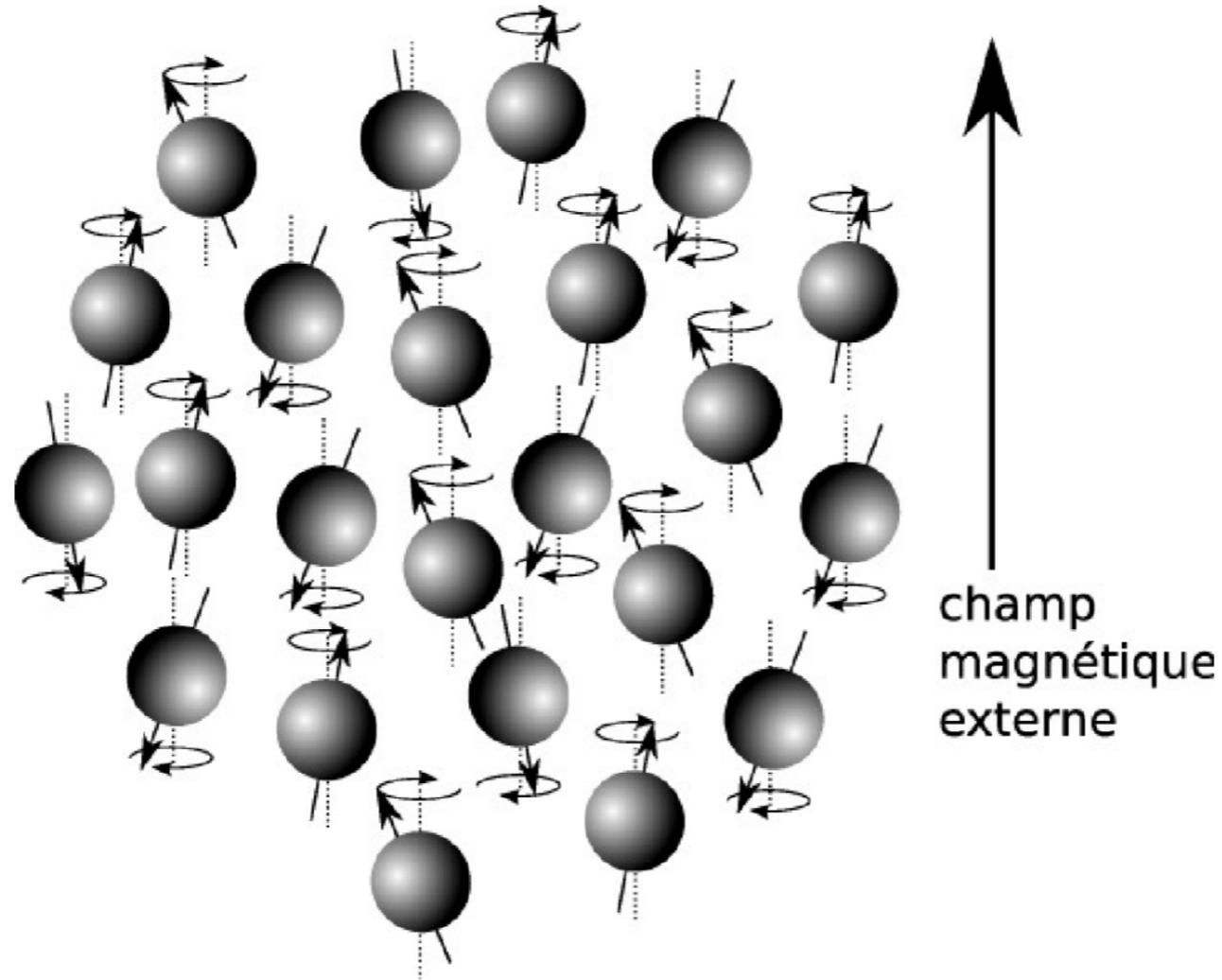
Somme vectorielle des moments magnétiques=0

Le champ magnétique





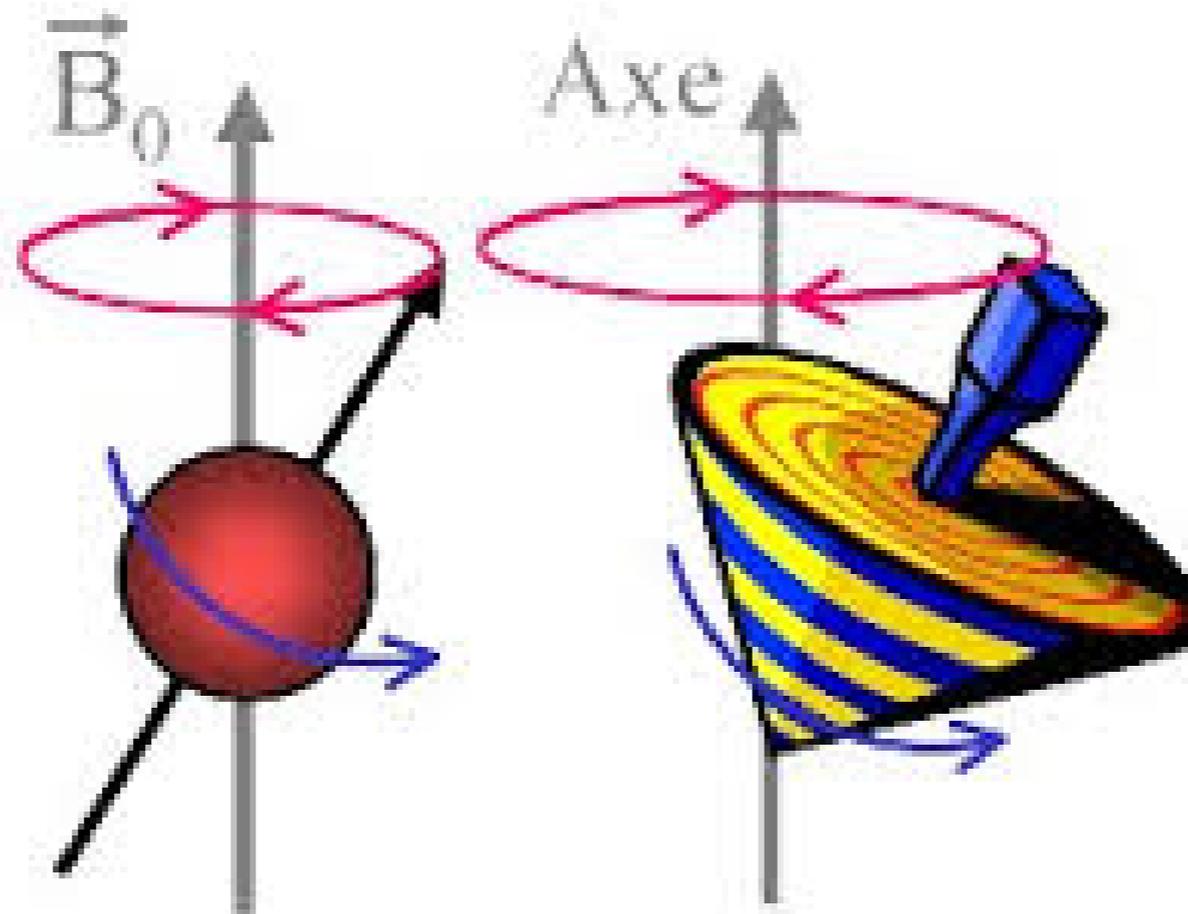
Exposition à un champ magnétique B_0



Résultat

Mouvement de précession autour de B_0

La vitesse est proportionnelle à la force de B_0



Cela ne suffit pas encore



La radiofréquence

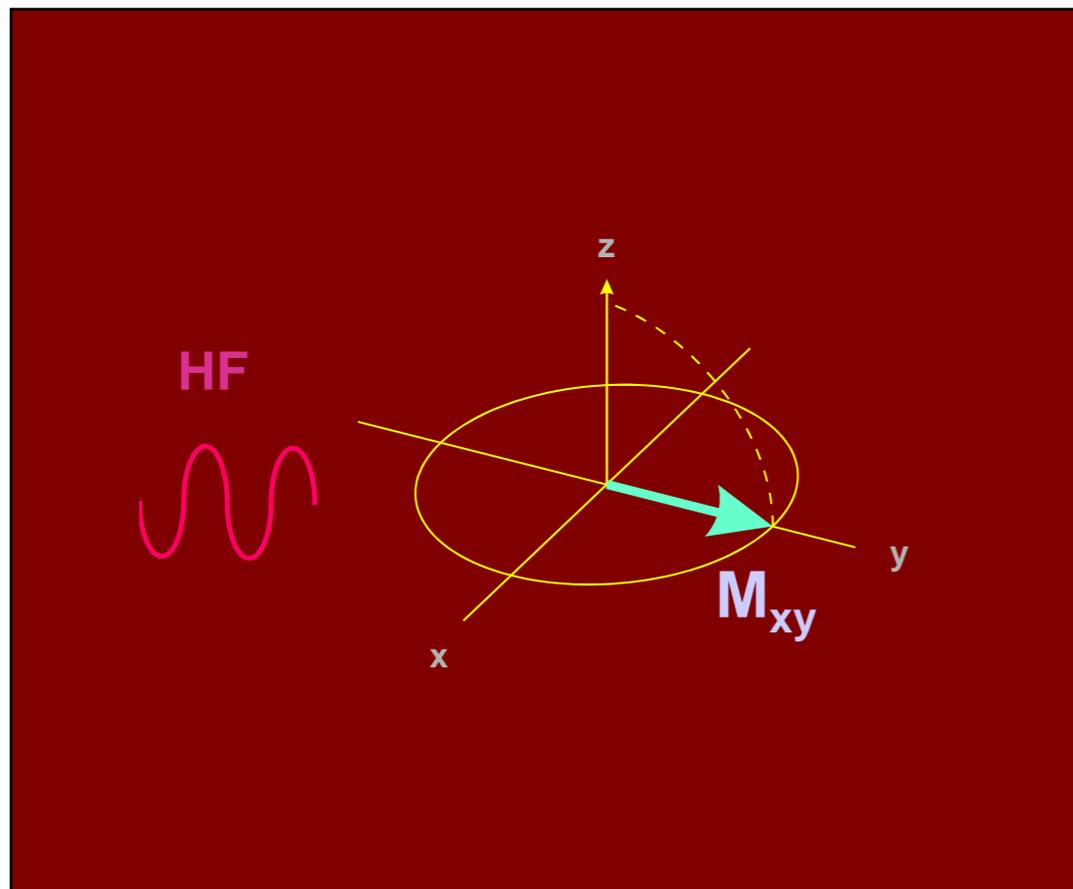
- On envoie des impulsions RF, répétées dans le temps, à la fréquence propre à l'hydrogène.
- Il s'agit du phénomène de résonance
- Les protons sont alors excités par cet apport d'énergie.
- Angles de bascule $90^\circ/180^\circ$.
- Lors de l'arrêt des impulsions RF, les protons vont vouloir revenir dans l'axe de B_0 mais ceci à des vitesses de relaxations différentes suivant les tissus dans lequel ils se trouvent.
- On répète ces impulsions durant un certain laps de temps-Temps de répétition (TR)

SIGNAL ET CONTRASTE

- * En revenant à cet équilibre le long de B_0 , les protons vont restituer un signal qui sera capté par des antennes.
 - Les temps de relaxation de l'eau et de la graisse ne sont pas les mêmes
- * Il existe différents contrastes entre ces structures, selon que l'on soit en pondération T1 et T2

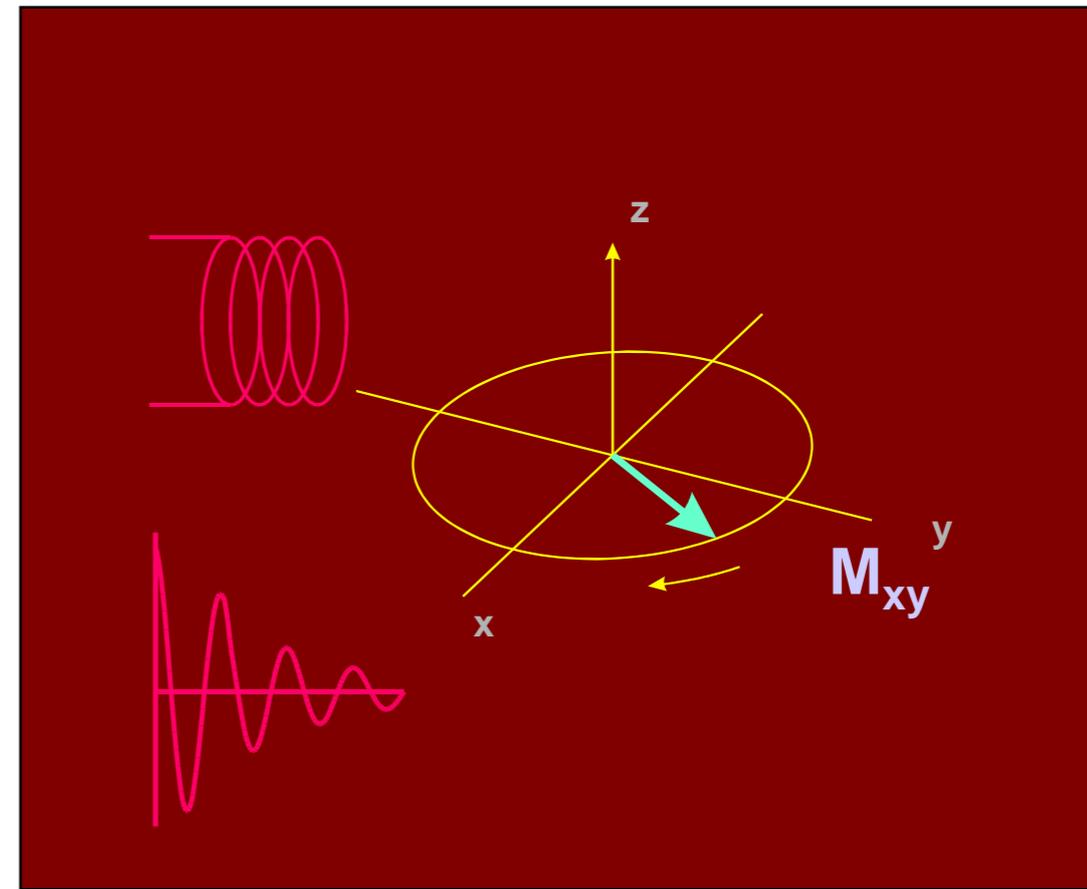
Patient + B_0 + Radio Fréquence

Excitation



Résonance => Transfer
d'Énergie

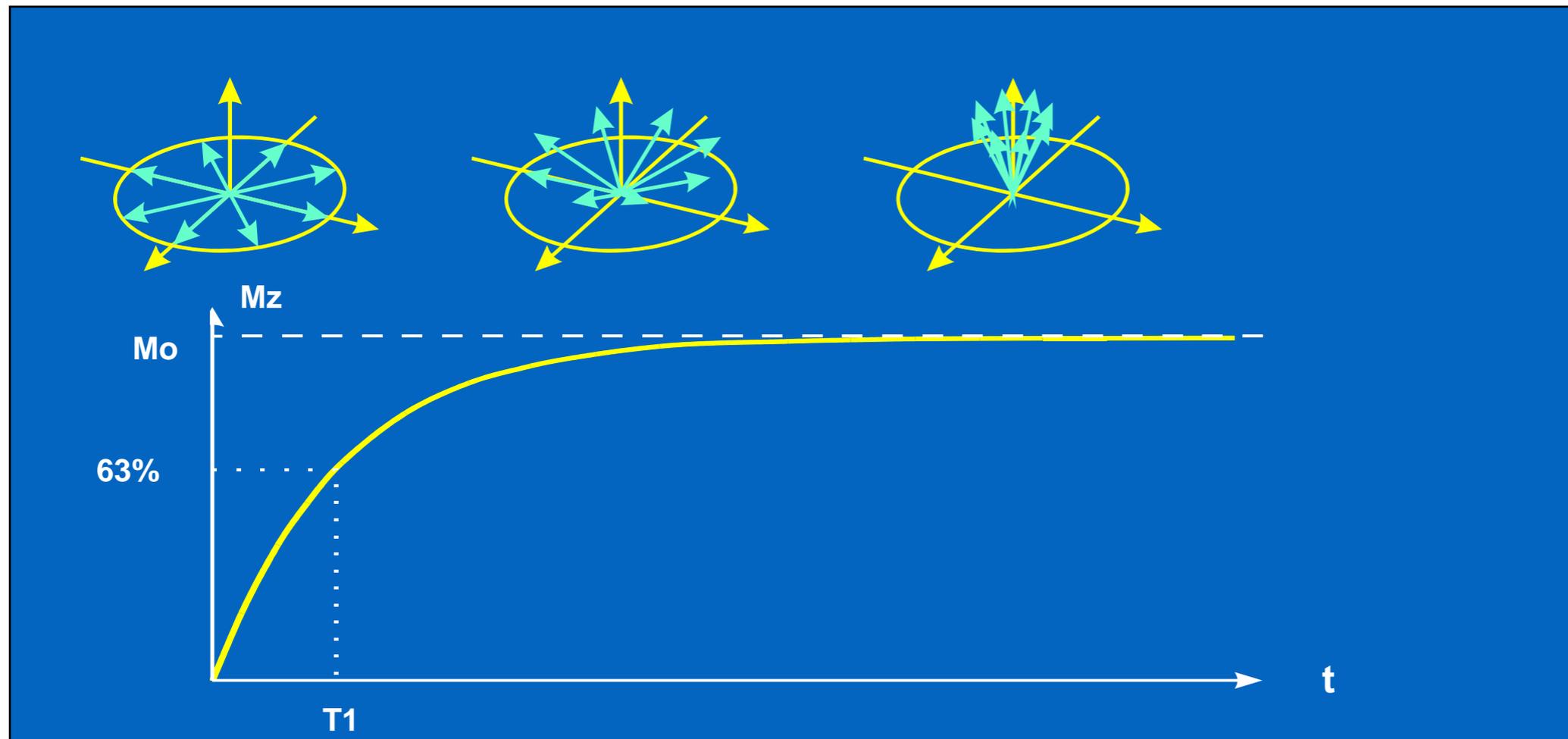
Signal RMN



Tension électrique induite dans une
antenne
FID

Temps de Relaxation Longitudinal

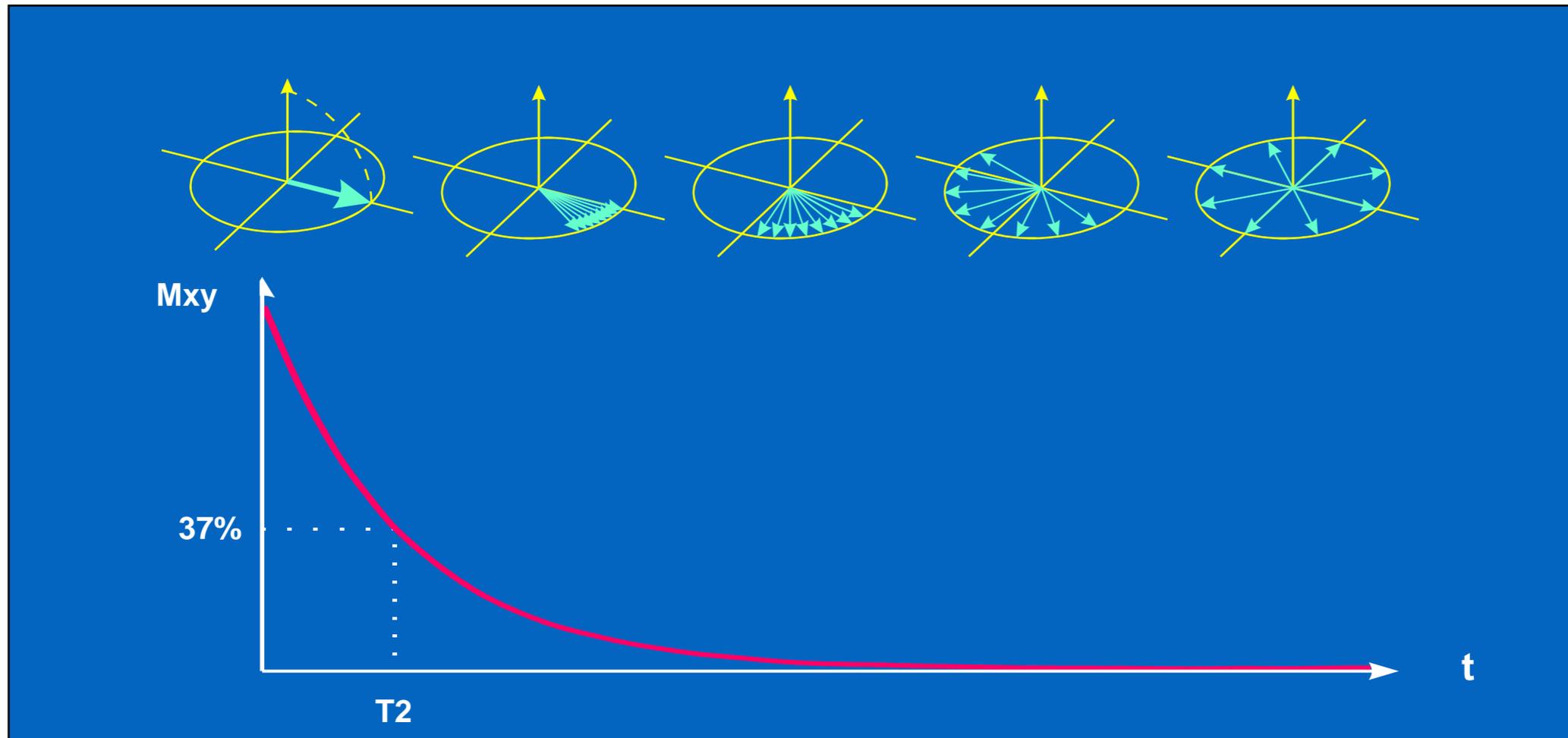
T_1



Relaxation Longitudinale = Transfer d'énergie entre des spins excités et les Tissus
Repousse de l'aimantation longitudinale avec une constante de temps T_1

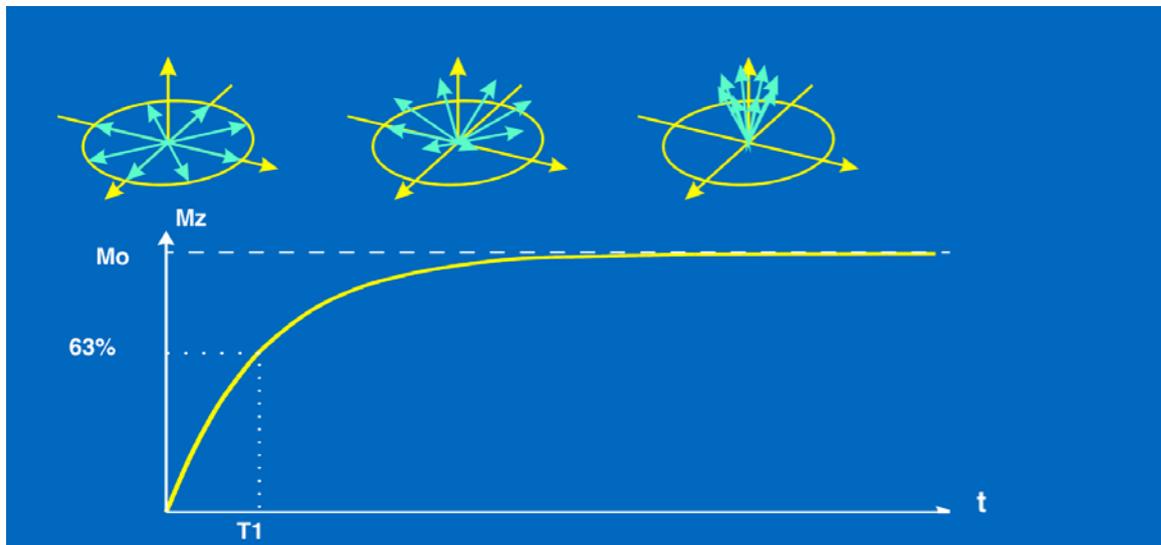
Temps Relaxation Transverse

$$T_2$$



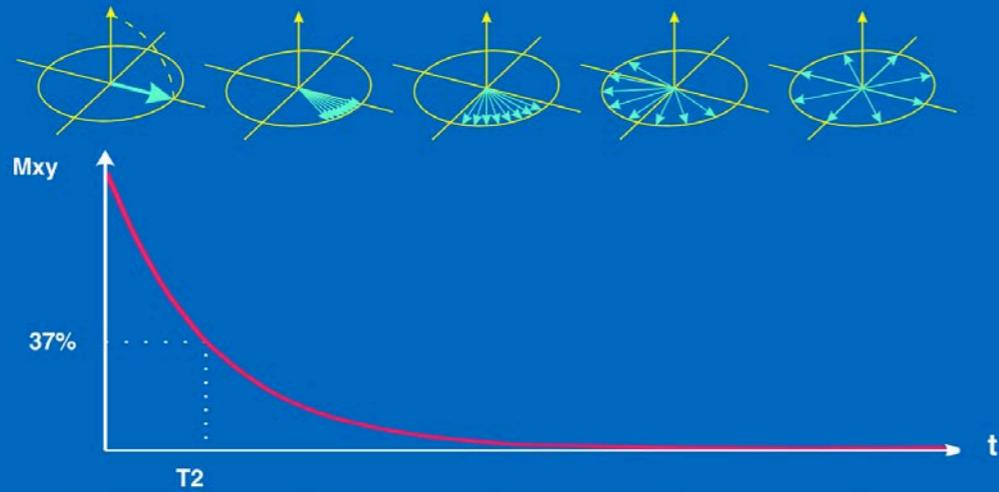
Relaxation Transverse = déphasage progressif de la precession des protons
Diminution progressive de l'aimantation transversale = Relaxation T2

Pondération T1

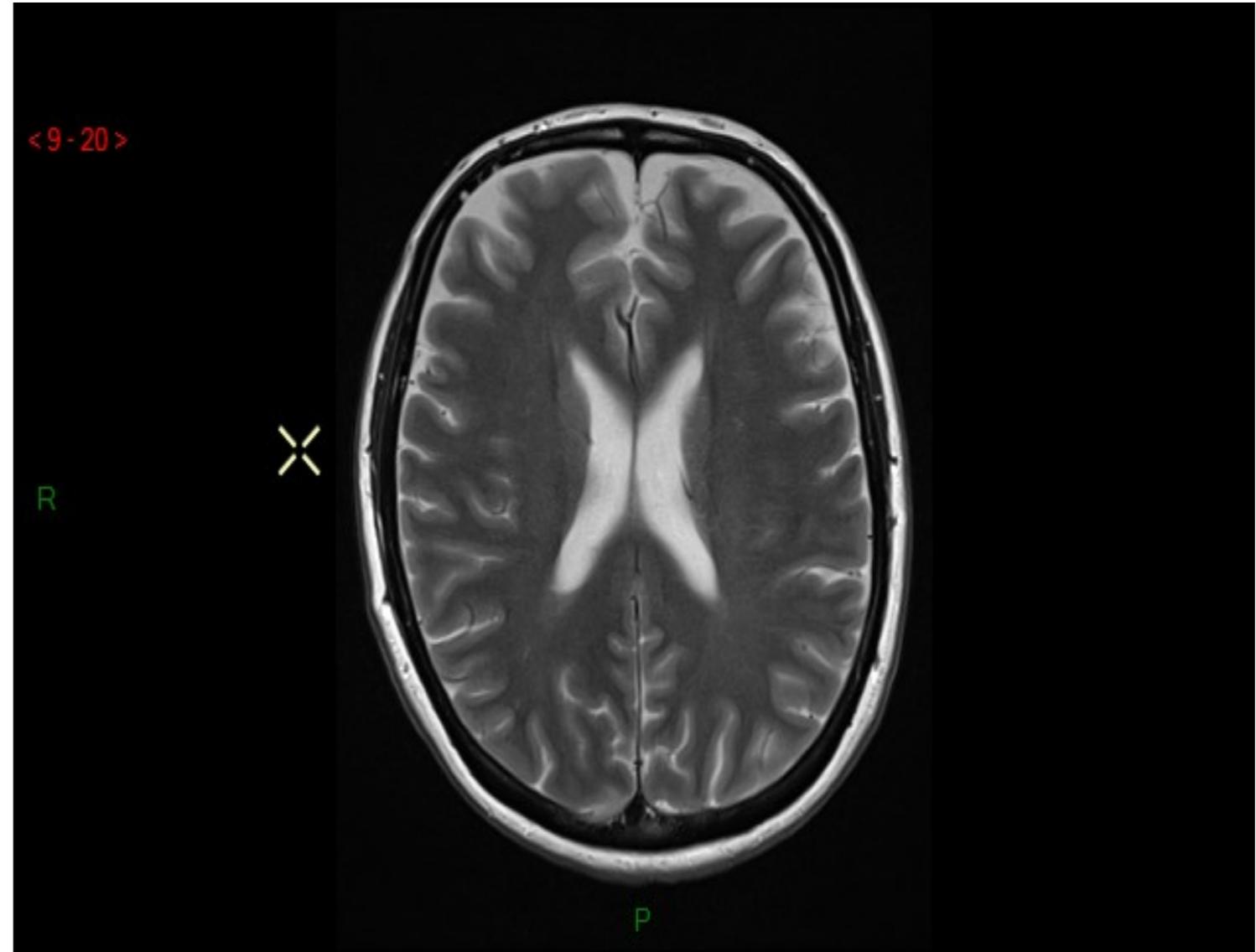


- TR COURT: 400-650 ms
- TE COURT: 10-30 ms
- Graisse apparait blanche
- Liquide apparait noir

Pondération T2



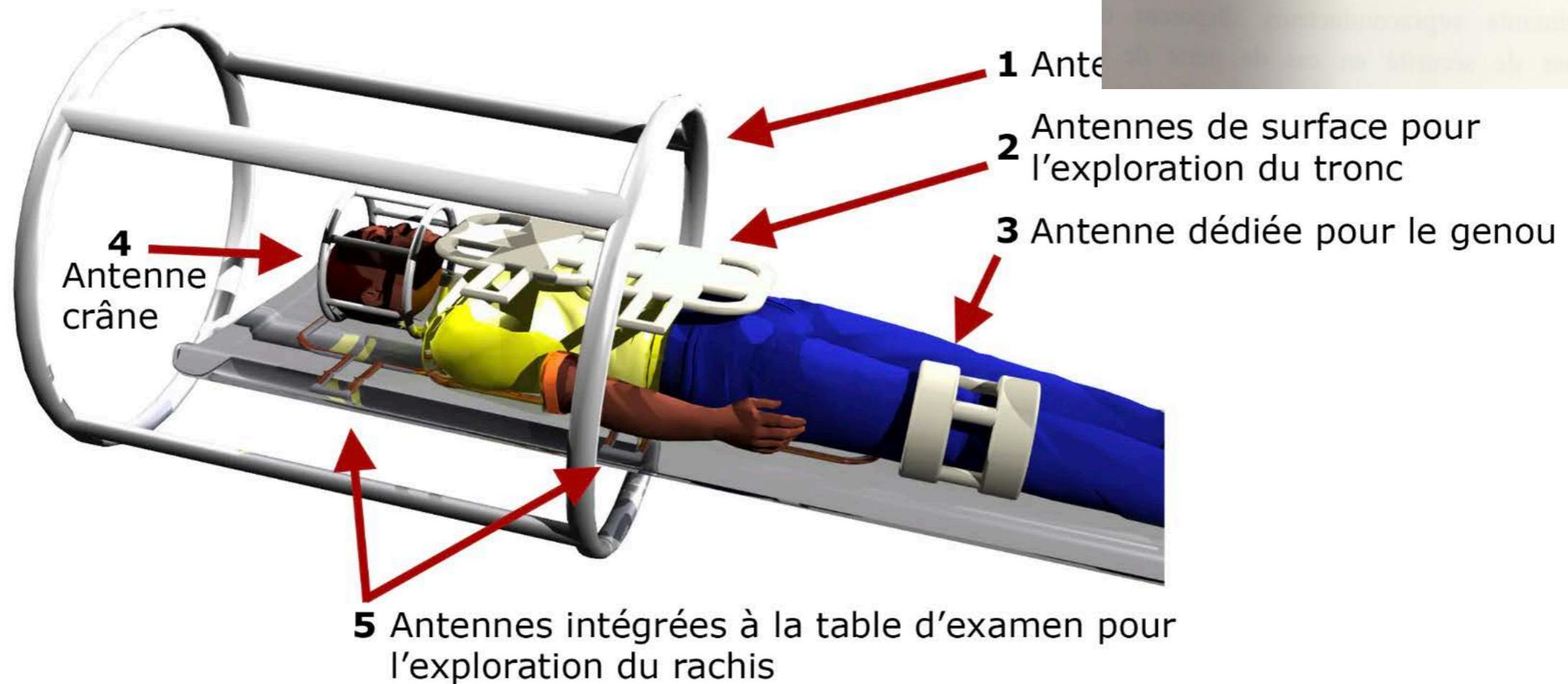
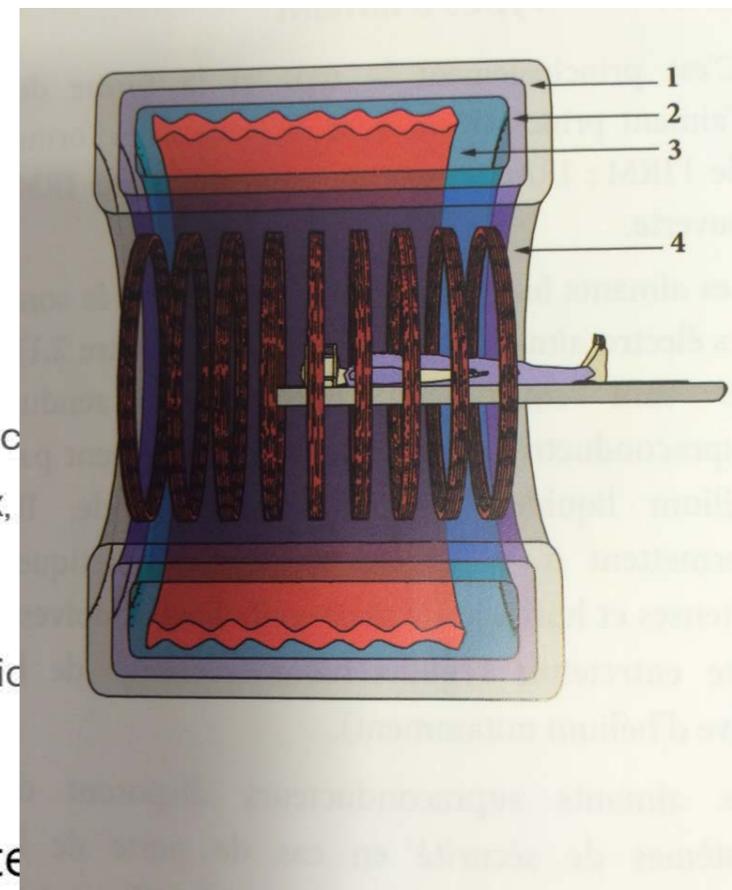
- TR LONG: +2000 ms
- TE LONG: 80/120ms
- Graisse apparait blanche
- Liquide apparait blanc



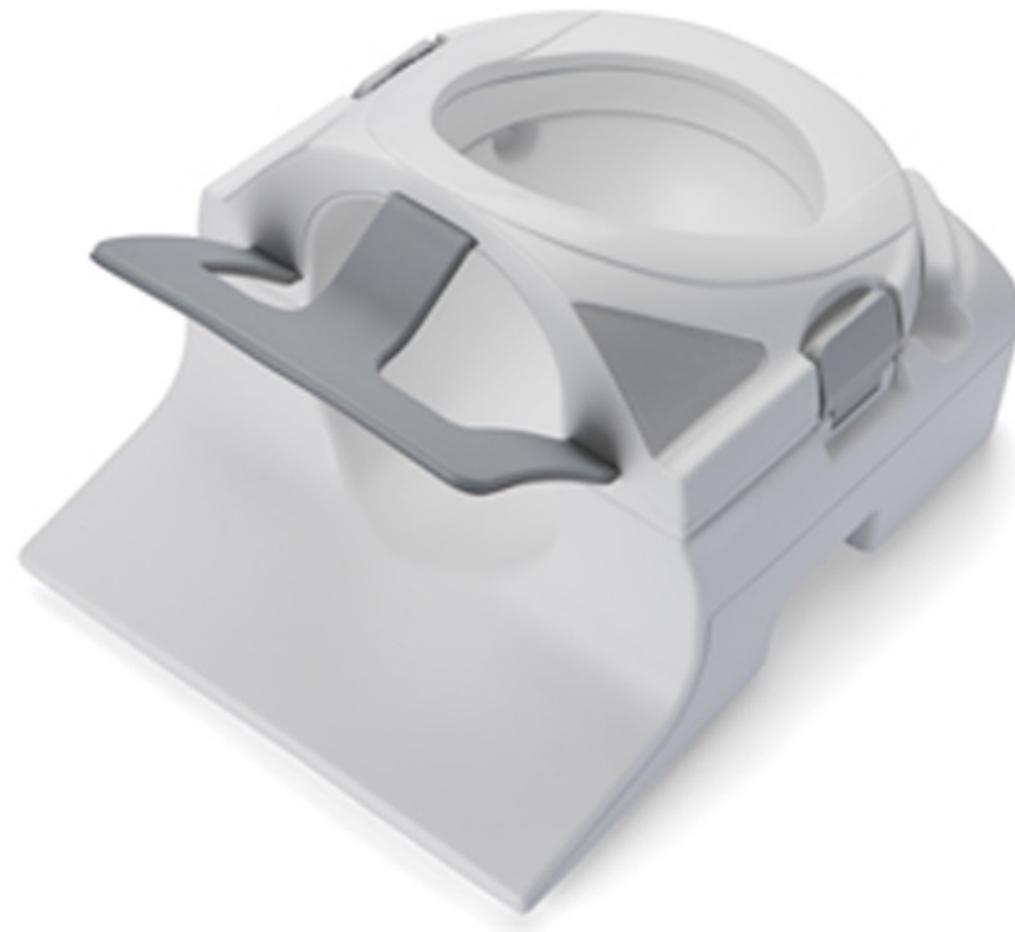
Éléments constitutifs

La chaîne radiofréquence comprend l'ensemble des nombreux éléments particuliers des ondes radiofréquences, qui interviennent dans l'excitation des noyaux, l'application des gradients et pour l'acquisition du signal.

Les antennes sont un élément déterminant de la performance de la chaîne radiofréquence.



Les antennes dédiées



Antenne



Liste des contre indications

Hier

Pacemaker
Implants cochléaires
Pompes et stimulateurs électroniques implantés
Valves mécaniques
Clips vasculaires
Corps étrangers intraoculaire
Insuffisance rénale sévère: pas d'injection de produit de contraste (créatinine inférieure 30ml/min)

Aujourd'hui

Pacemaker
Implants cochléaires
Pompes et stimulateurs électroniques implantés
Valves mécaniques
Clips vasculaires
Corps étrangers intraoculaire
Insuffisance rénale sévère: pas d'injection de produit de contraste (idem)



Hier

Valves réglables

Femme enceinte

Prothèses genou/hanche...

Tatouages

Aujourd'hui

Valves réglables

Femme enceinte

Prothèses genou/hanche...

Tatouages

Malgré les principes de précautions



Champs magnétique 24h/24h



IRM

- air/gaz
- **os - moëlle**
- **vaisseaux** : artères, veines, lymphatiques
- **nerfs**
- **muscles**
- **tendons, ligaments**
- **viscères pleins**



rx



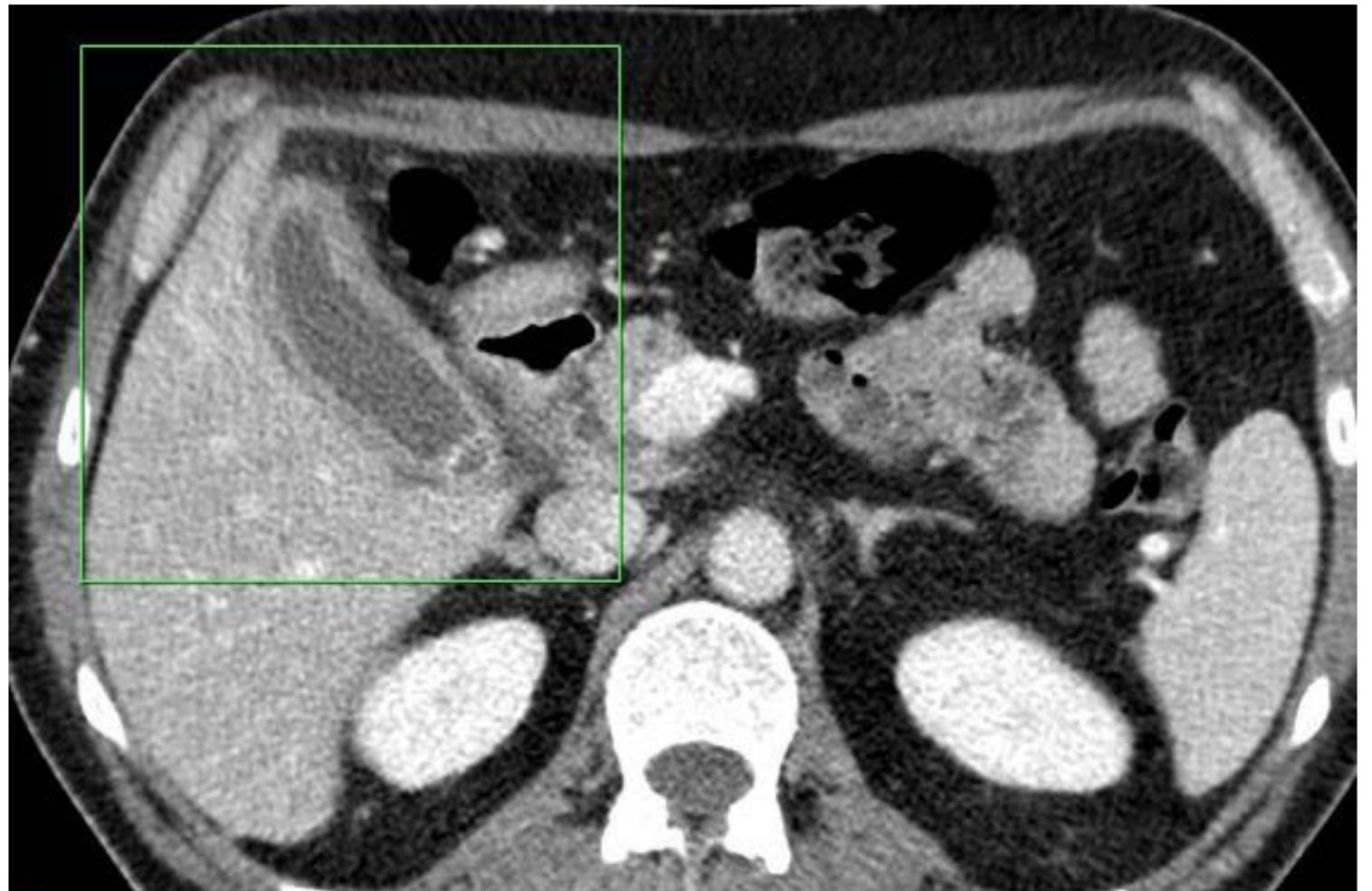
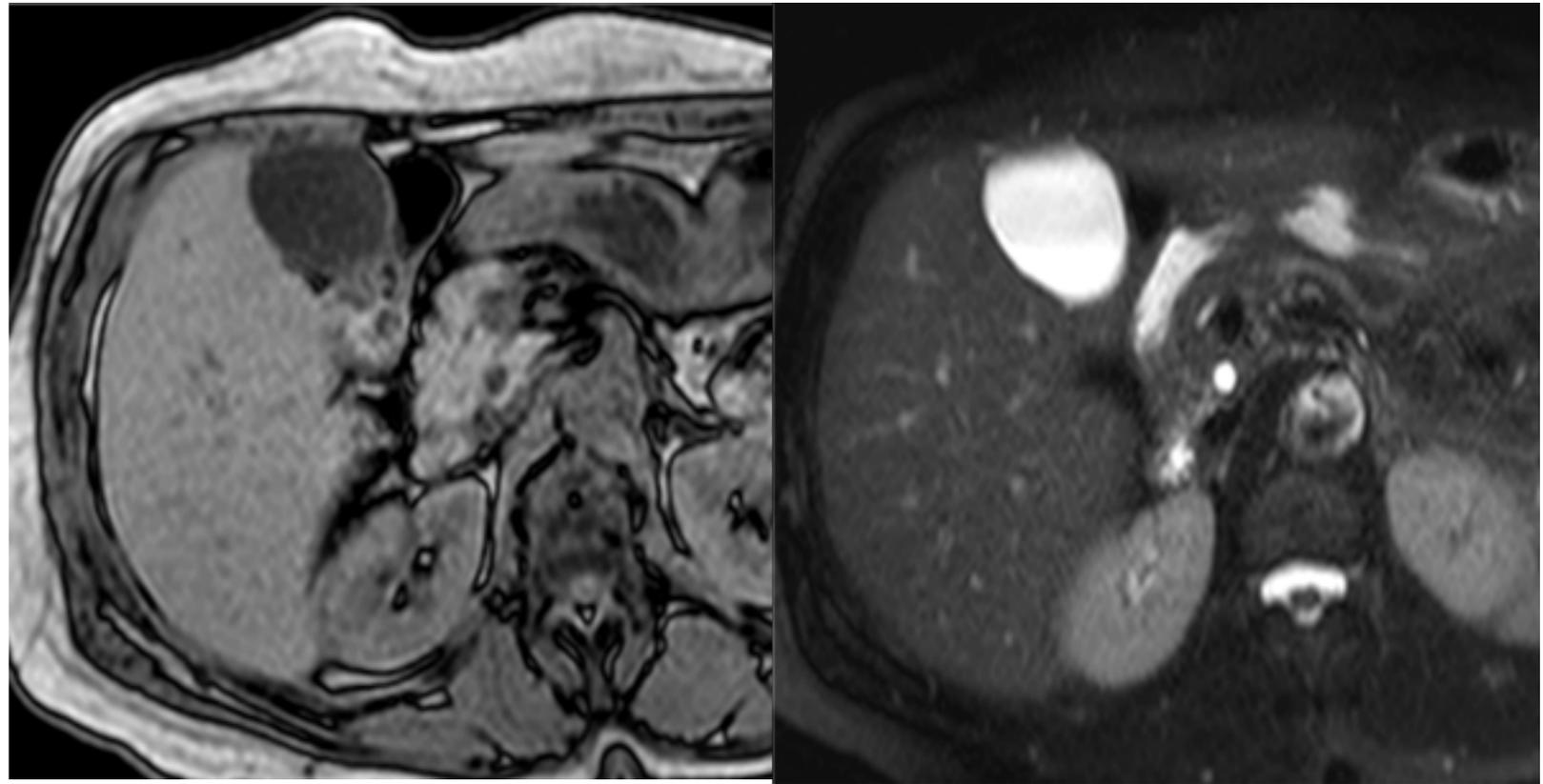
ct

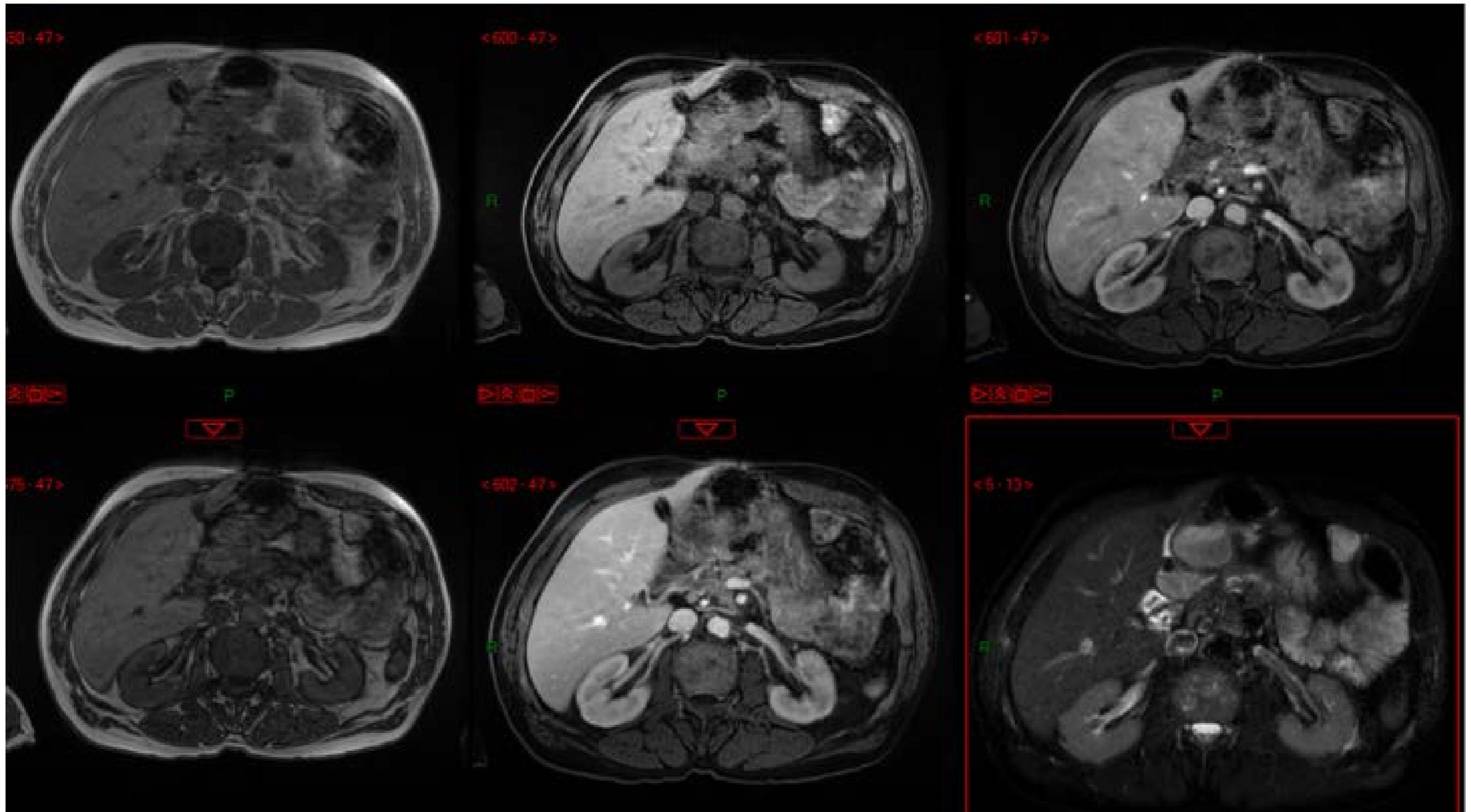


IRM

Le point

- RX
- CT
- US
- IRM





	rx	us	ct	irm
air/gaz	*		*	
vx	+ -	*	*	*
tendons		*	*	*
os	*		*	
moëlle				*
muscles		*	*	*
viscères pleins		*	*	*

	rx	us	ct	irm
résolution spatiale	++	++++	+++	+
résolution contraste	+	++	++	++++

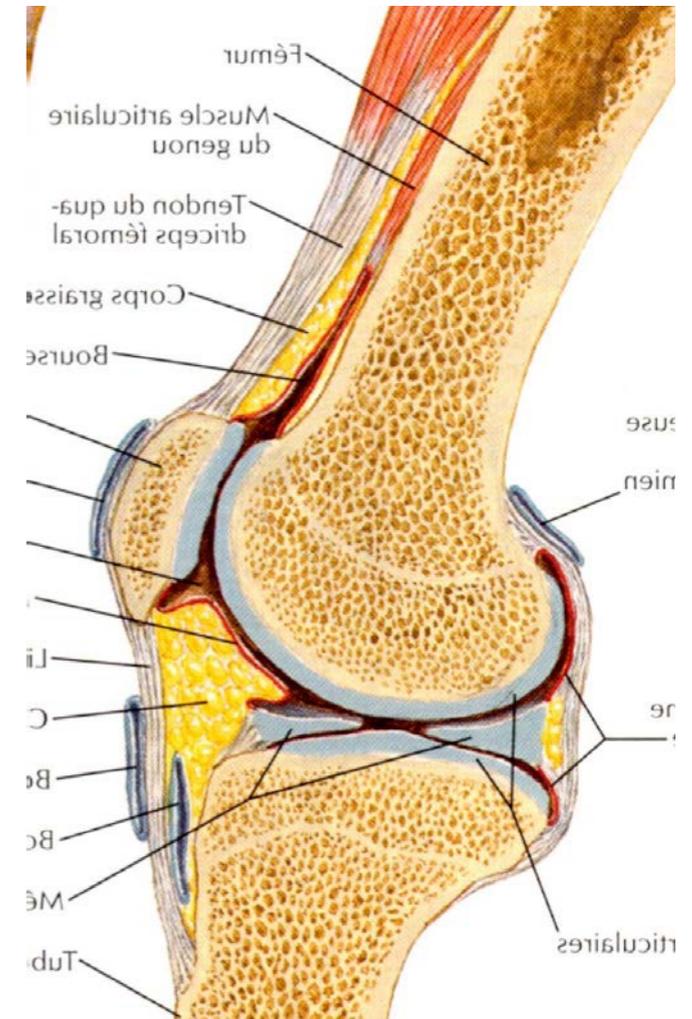
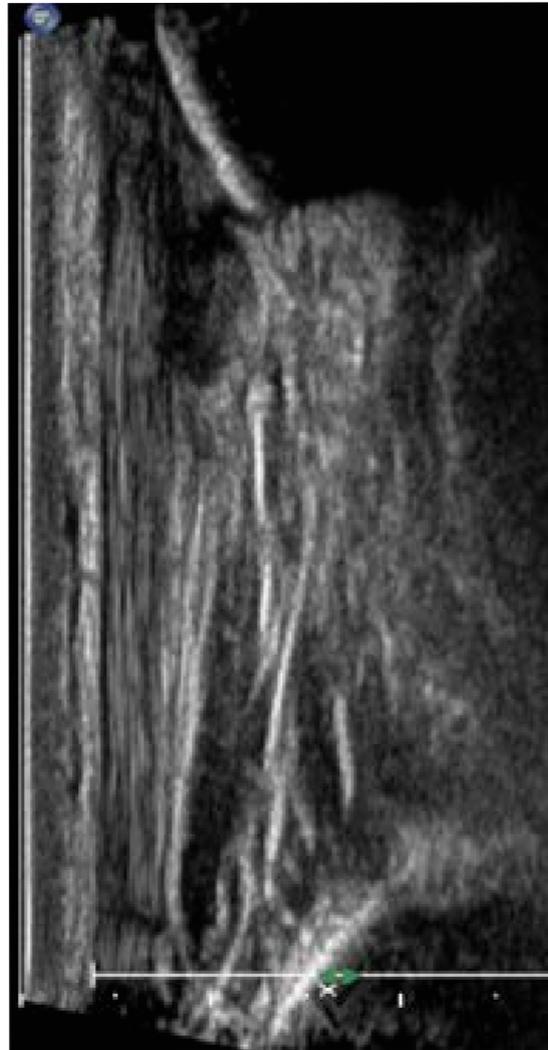
RX

- résolution
- **spatiale**
- contraste



US

- résolution
- spatiale
- contraste



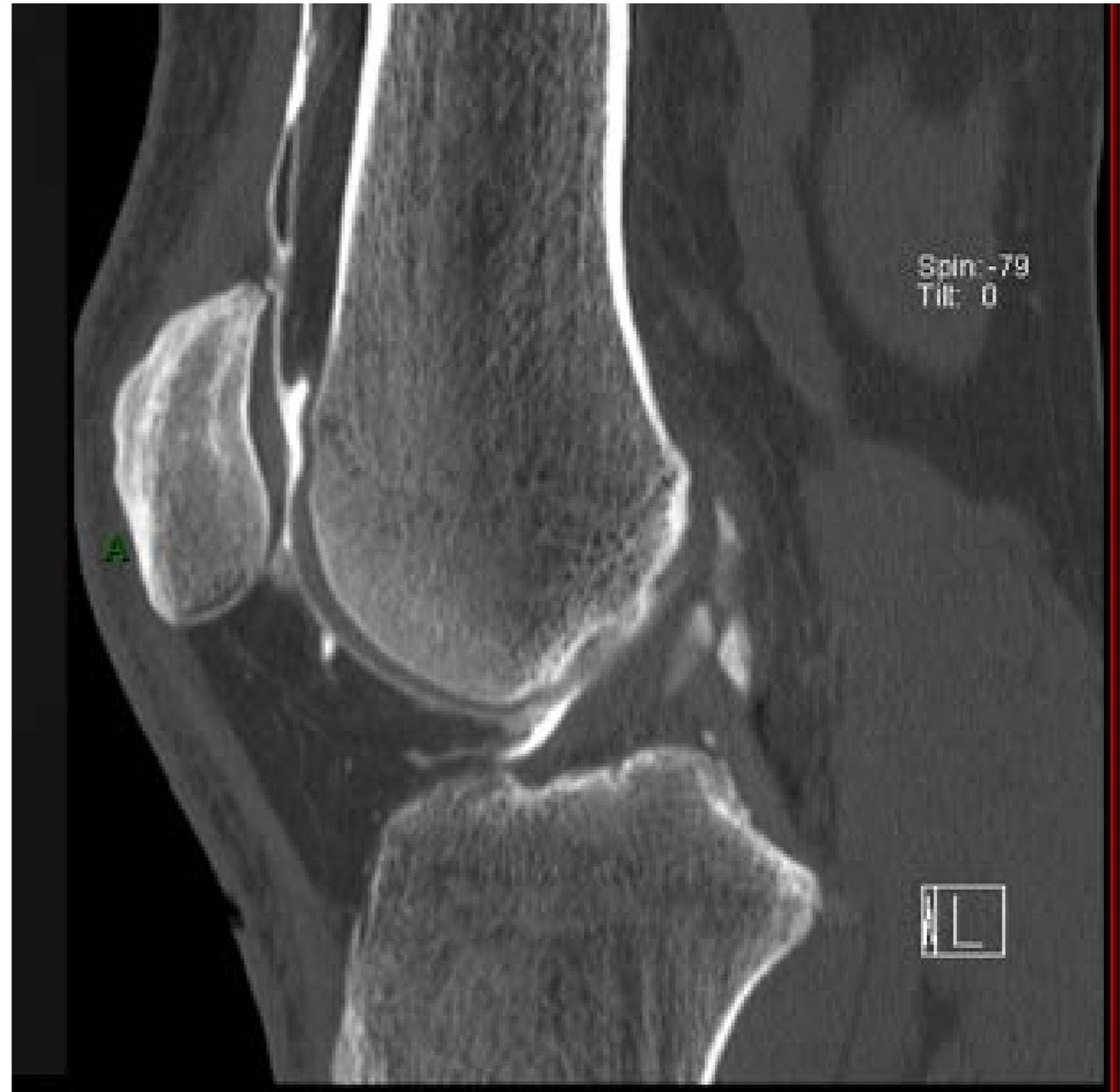
CT

- résolution
- **spatiale**
- contraste



CT

- résolution
- **spatiale**
- contraste



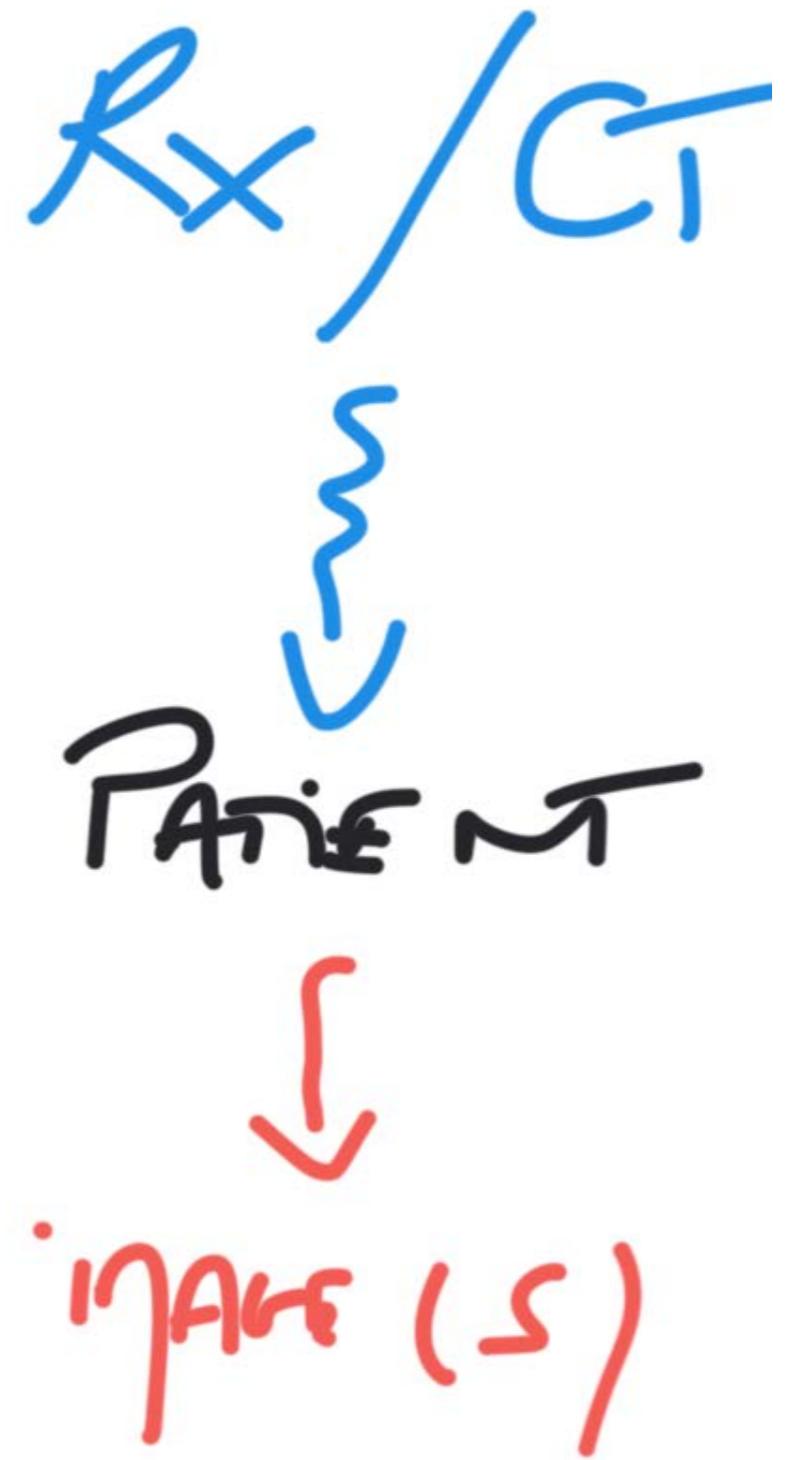
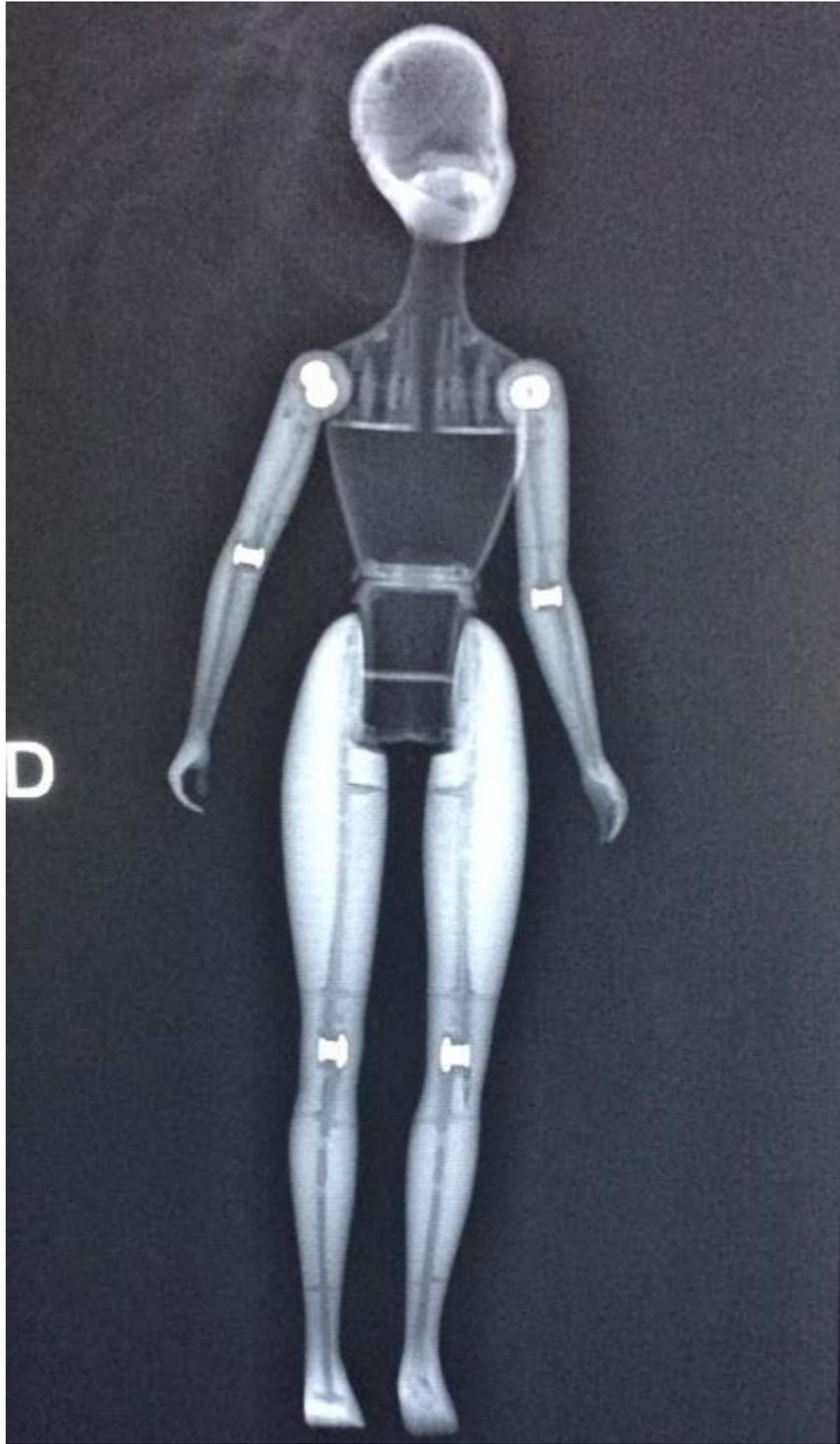
IRM

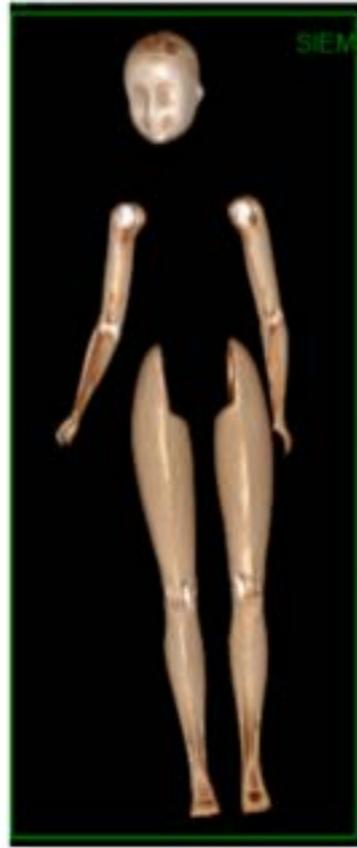
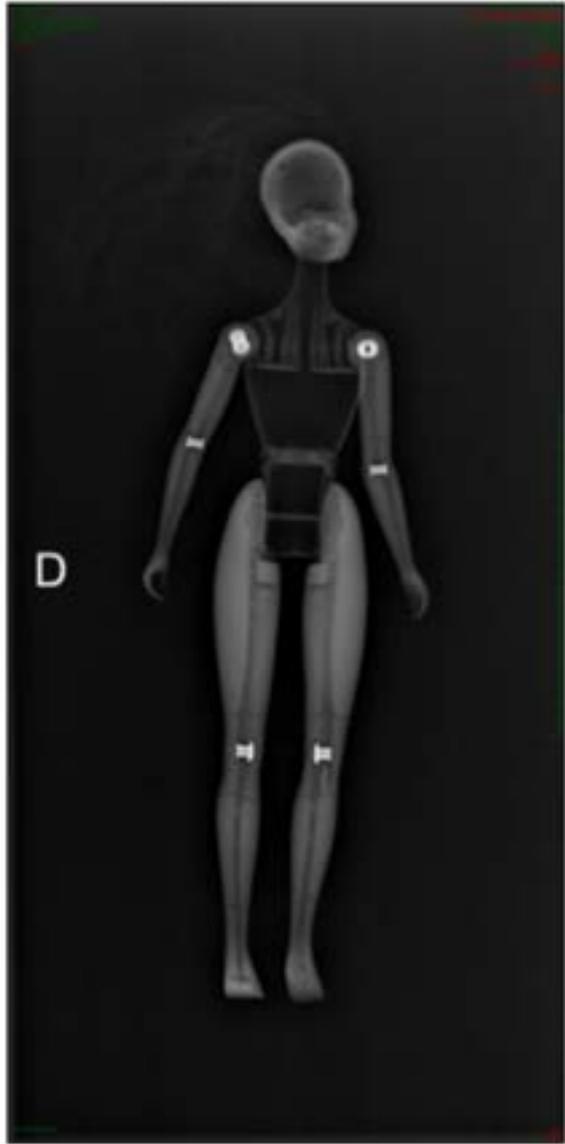
- résolution
- spatiale
- **contraste**





Rx / G
↓
Patient
↓
image (S)





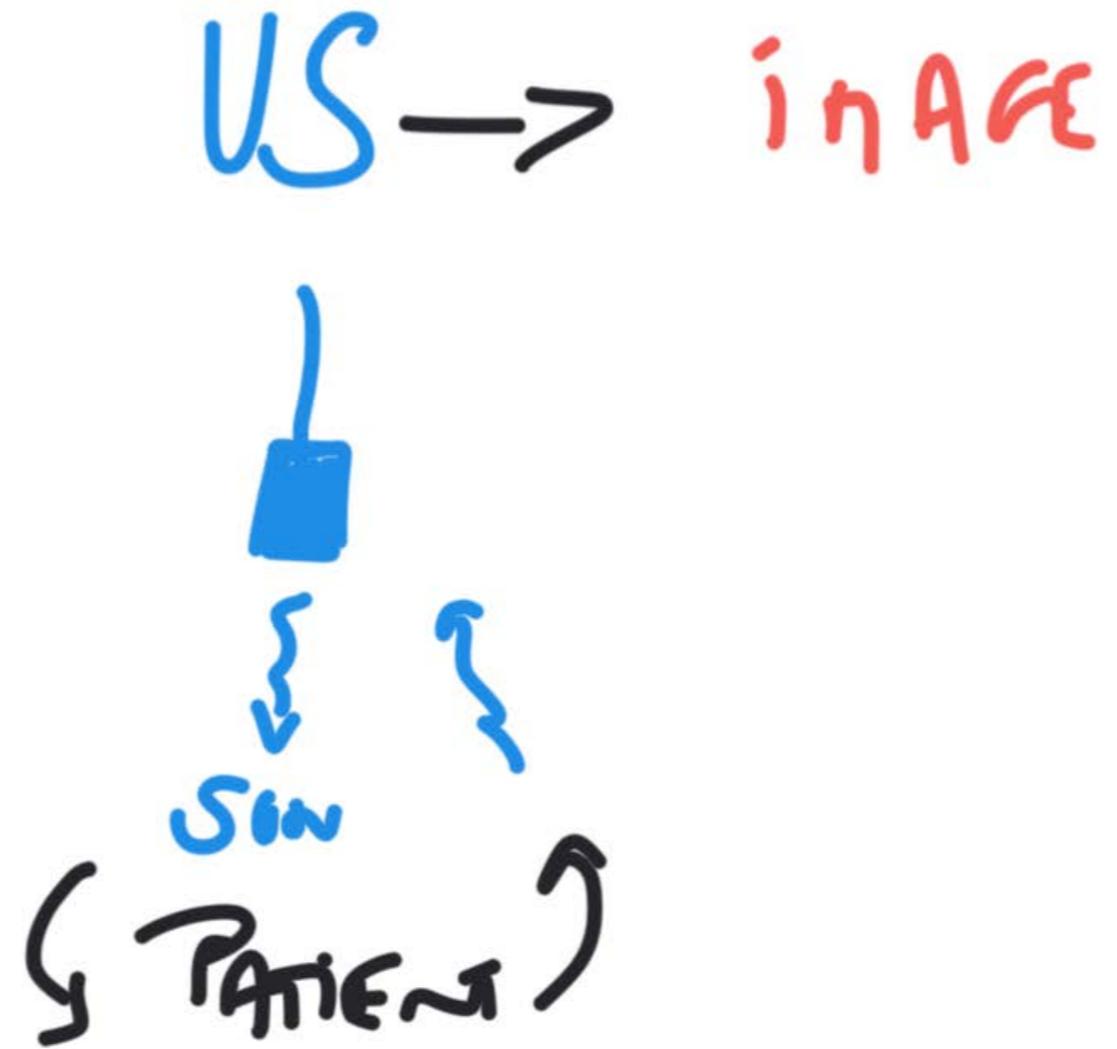
Rx / CT

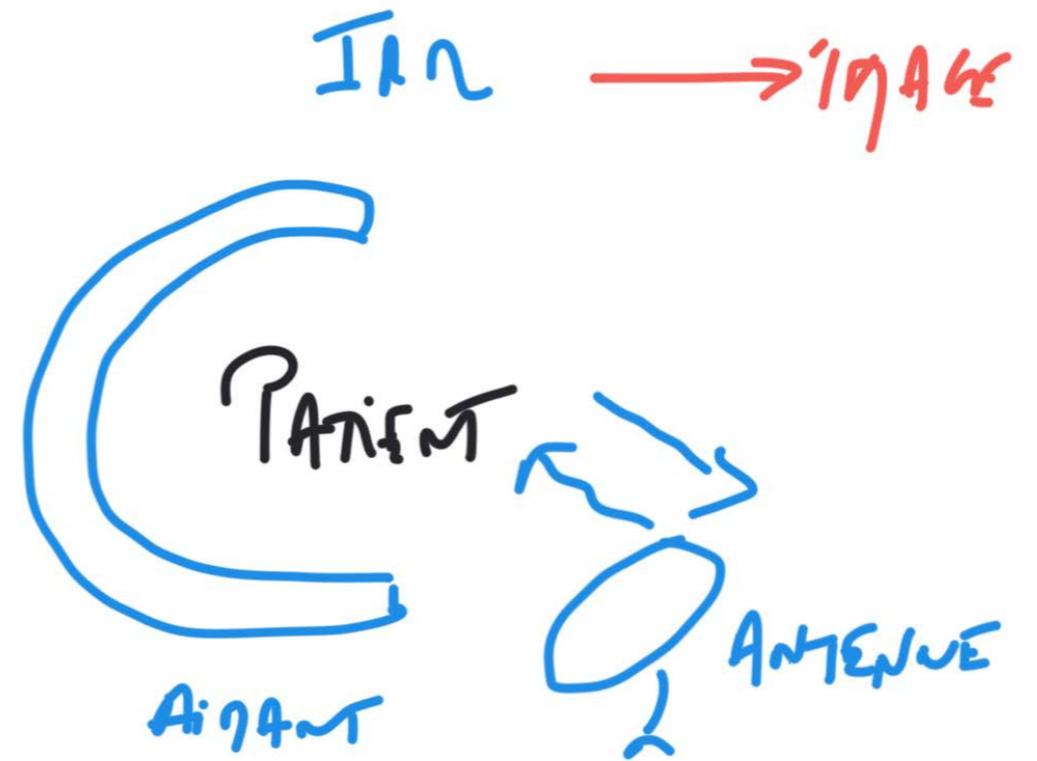
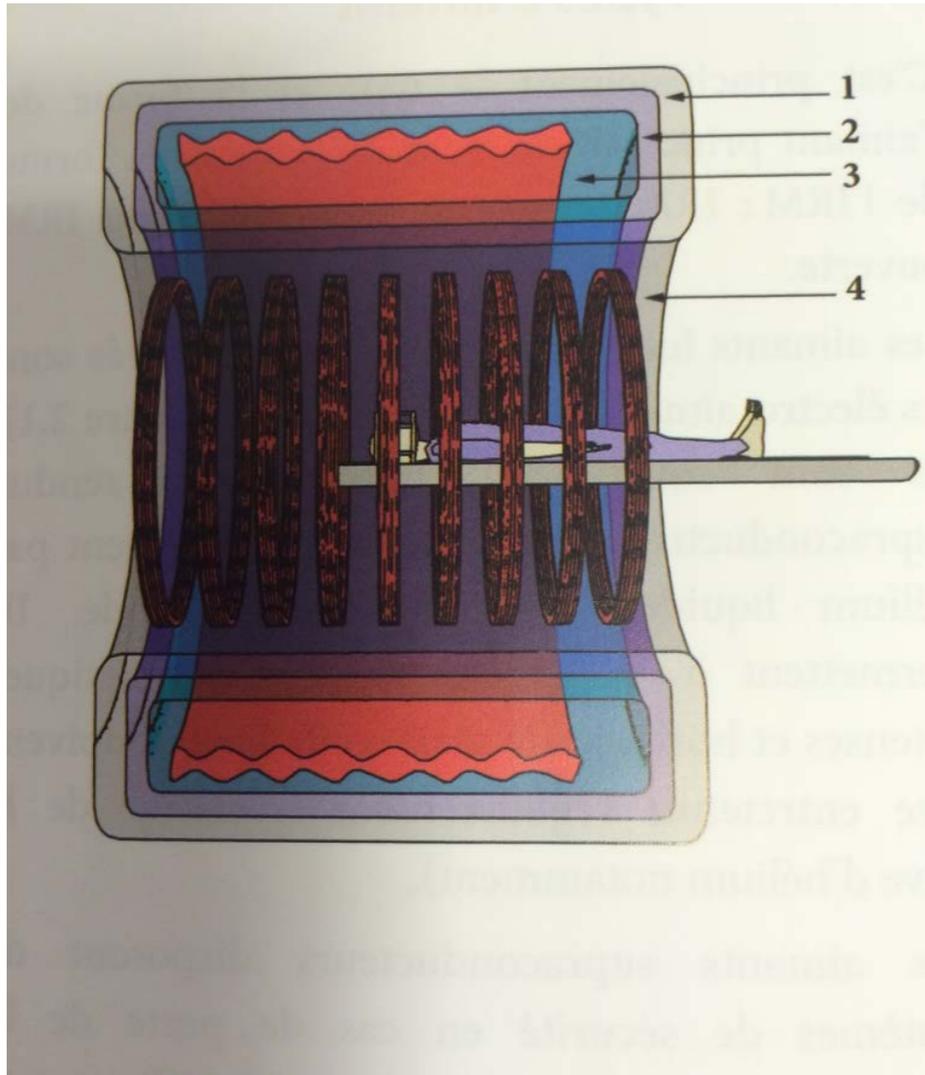


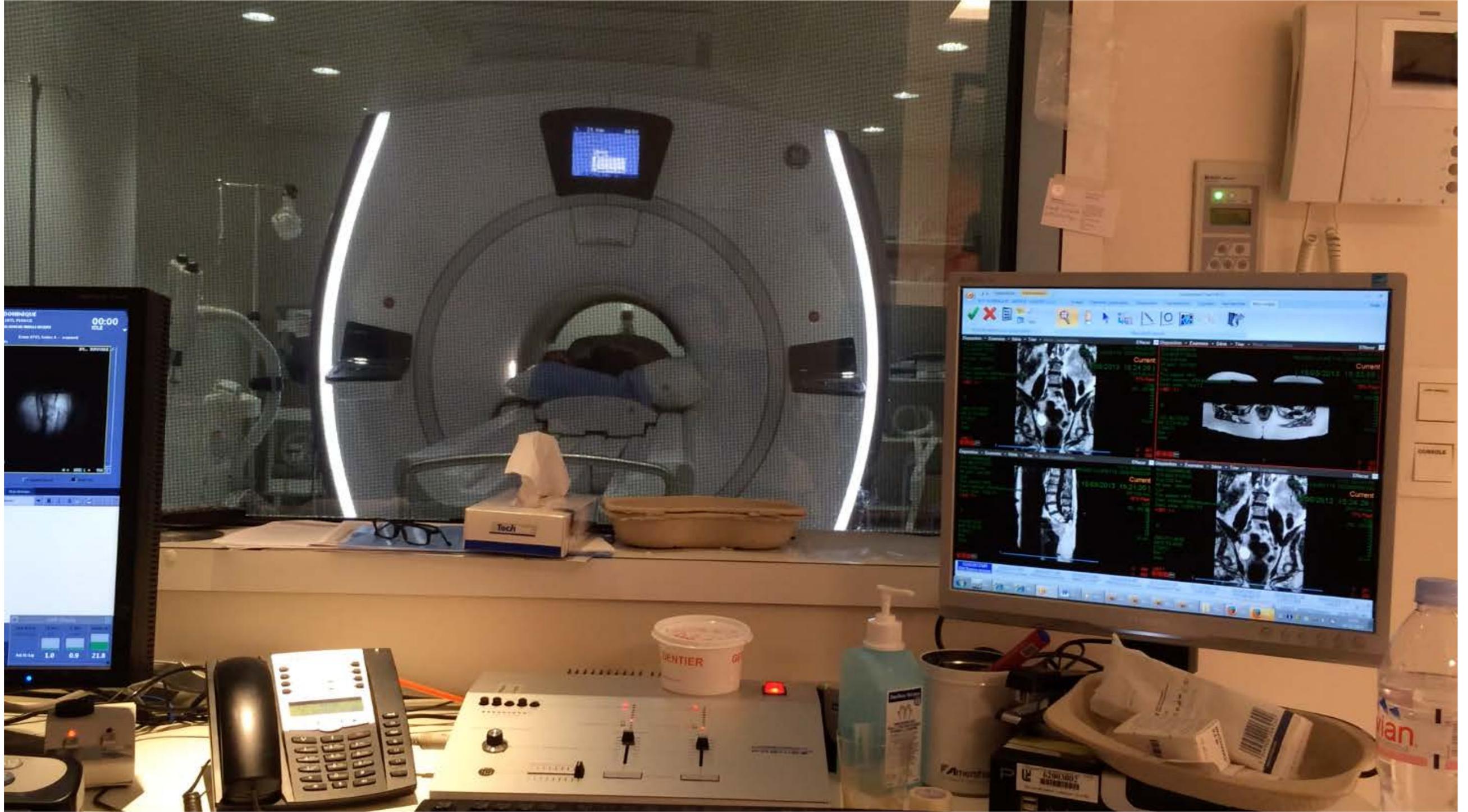
PATIENT

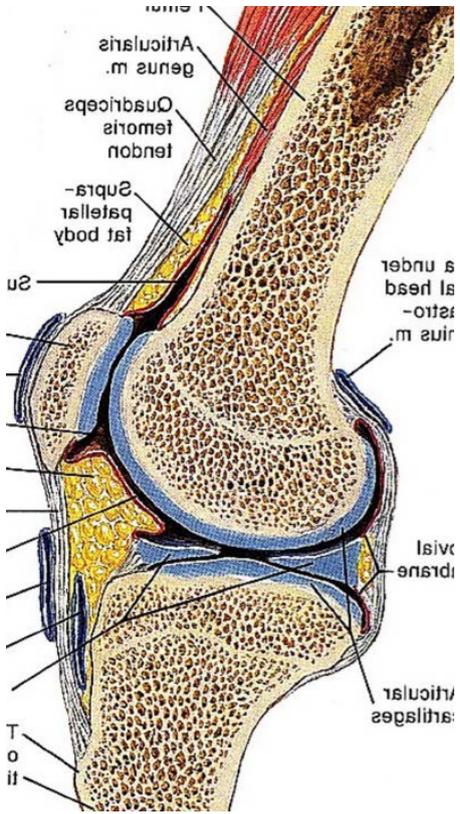


IMAGE (S)

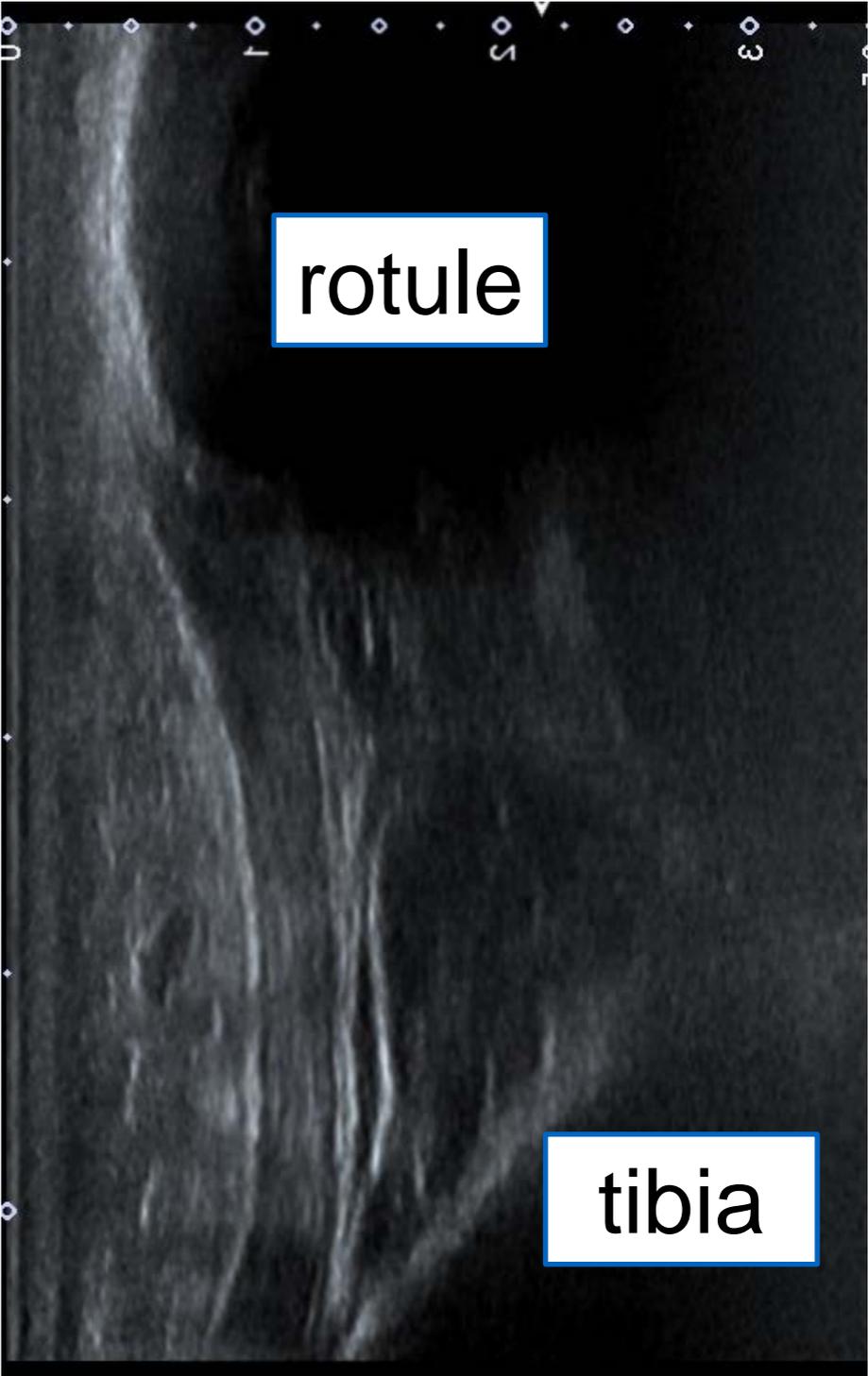






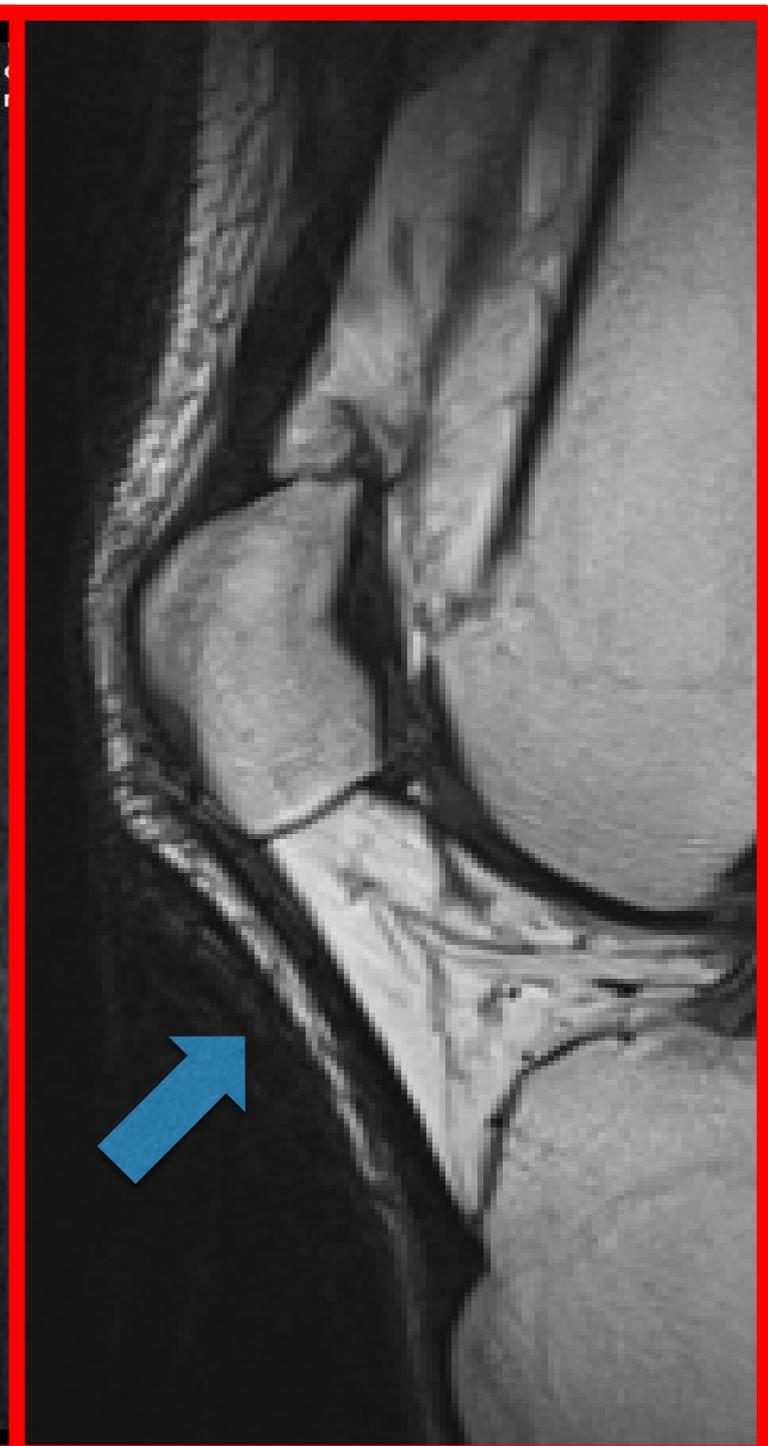
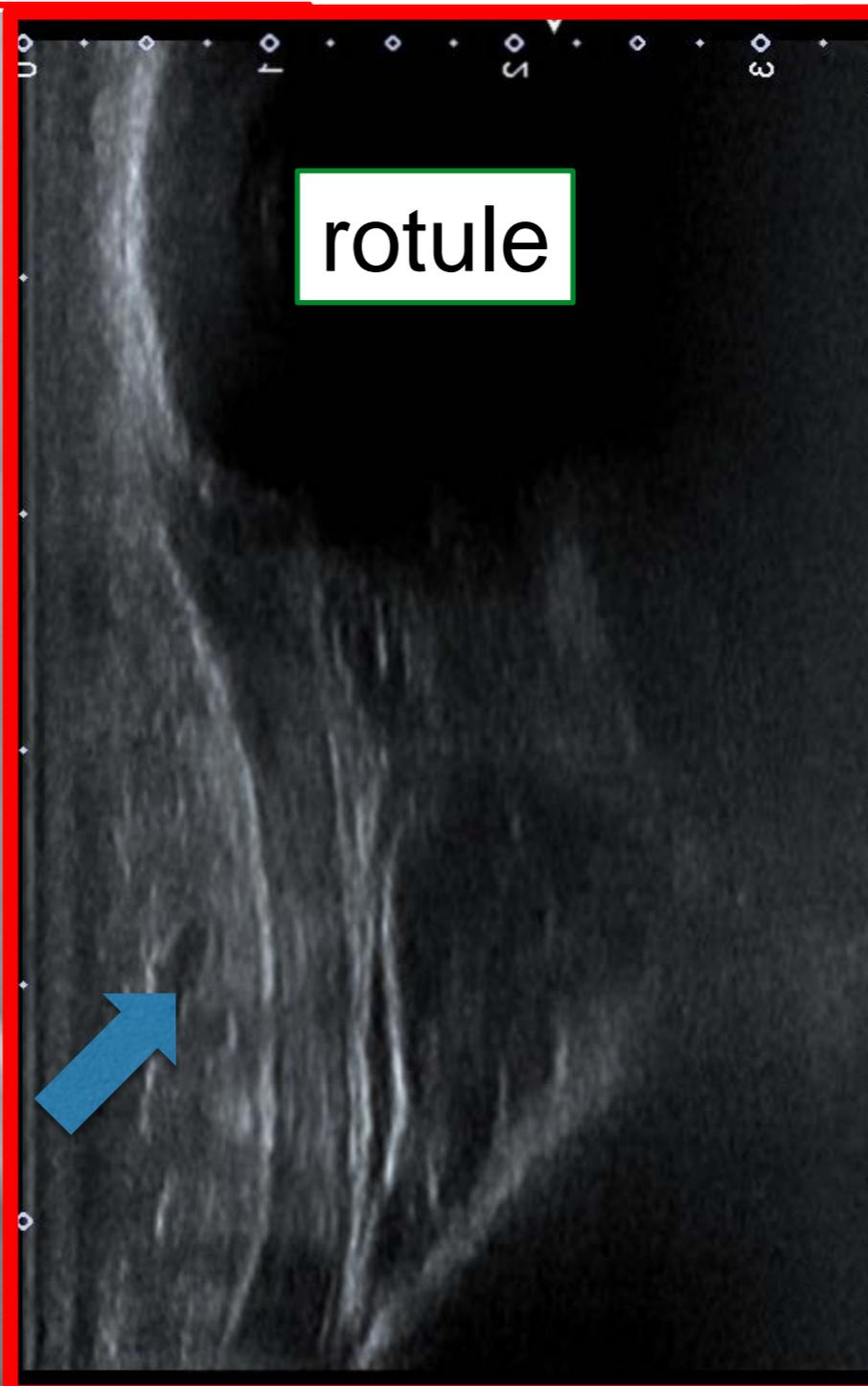


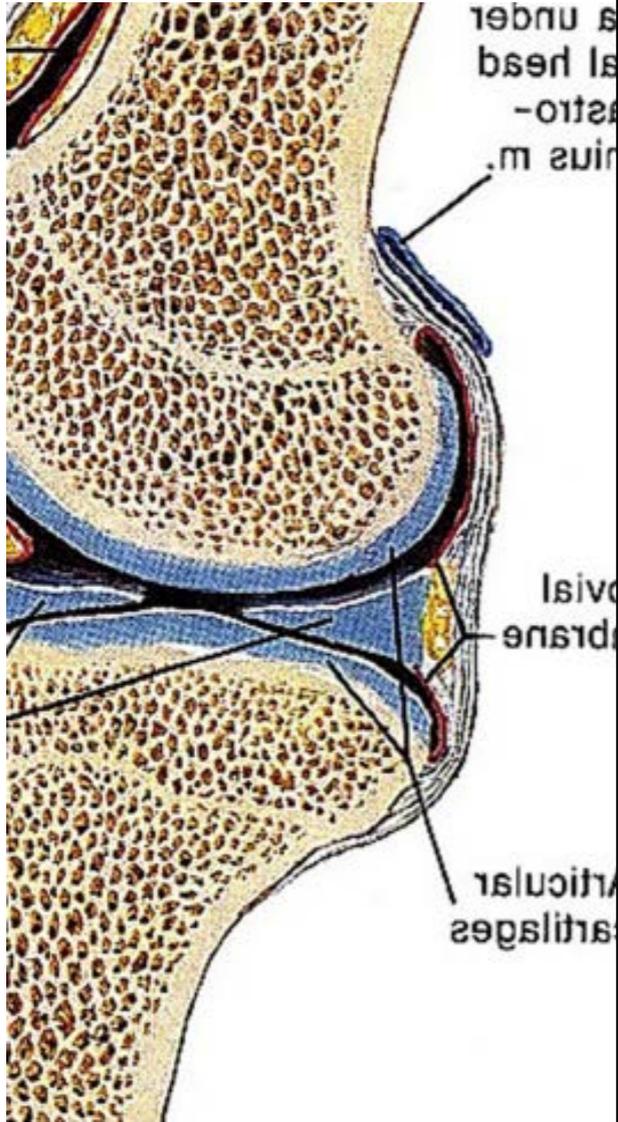
tendon



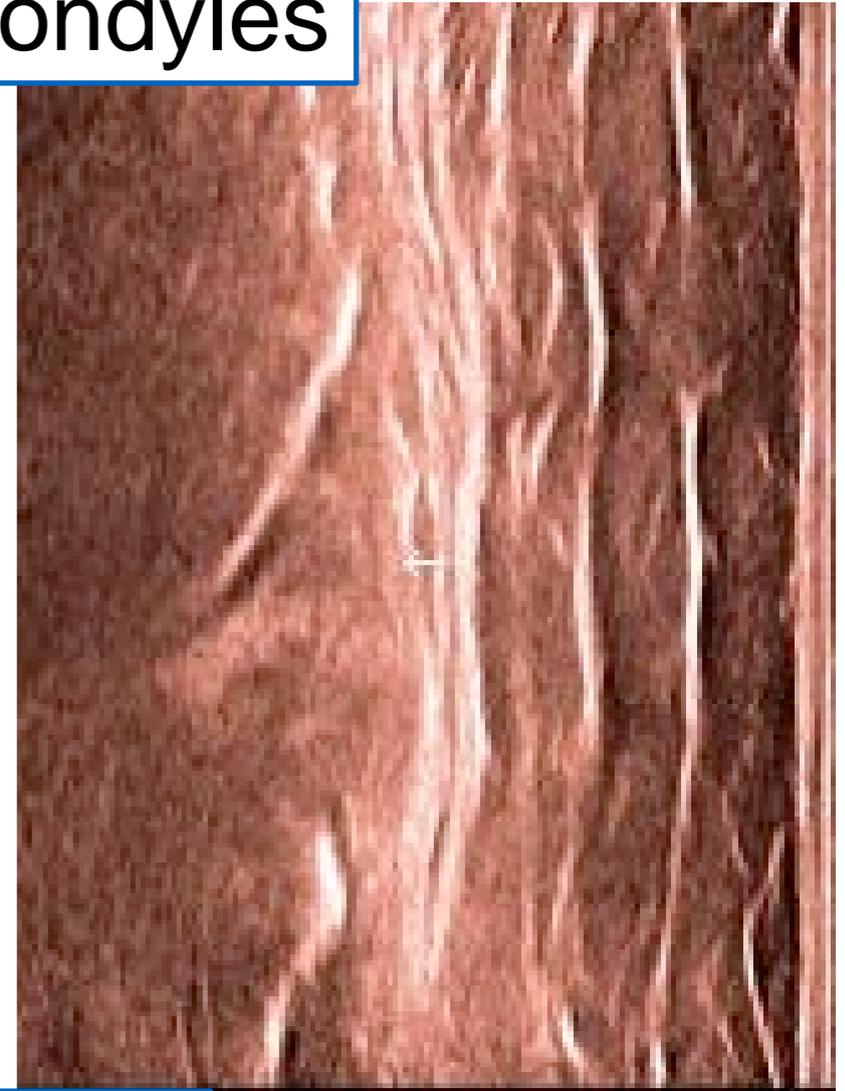
rotule

tibia



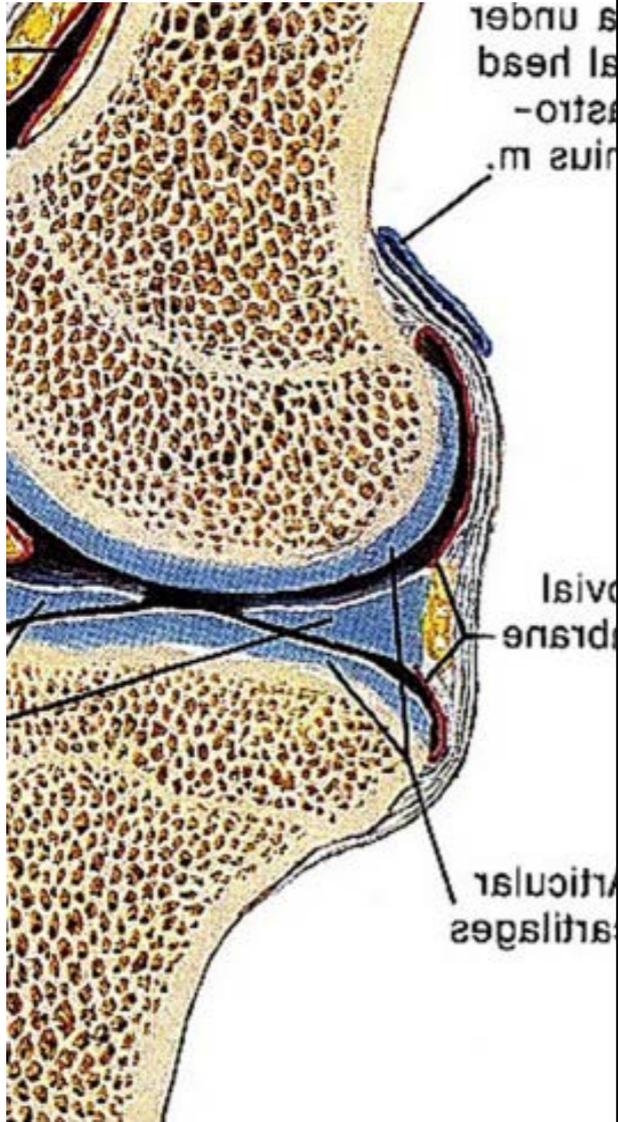


condyles

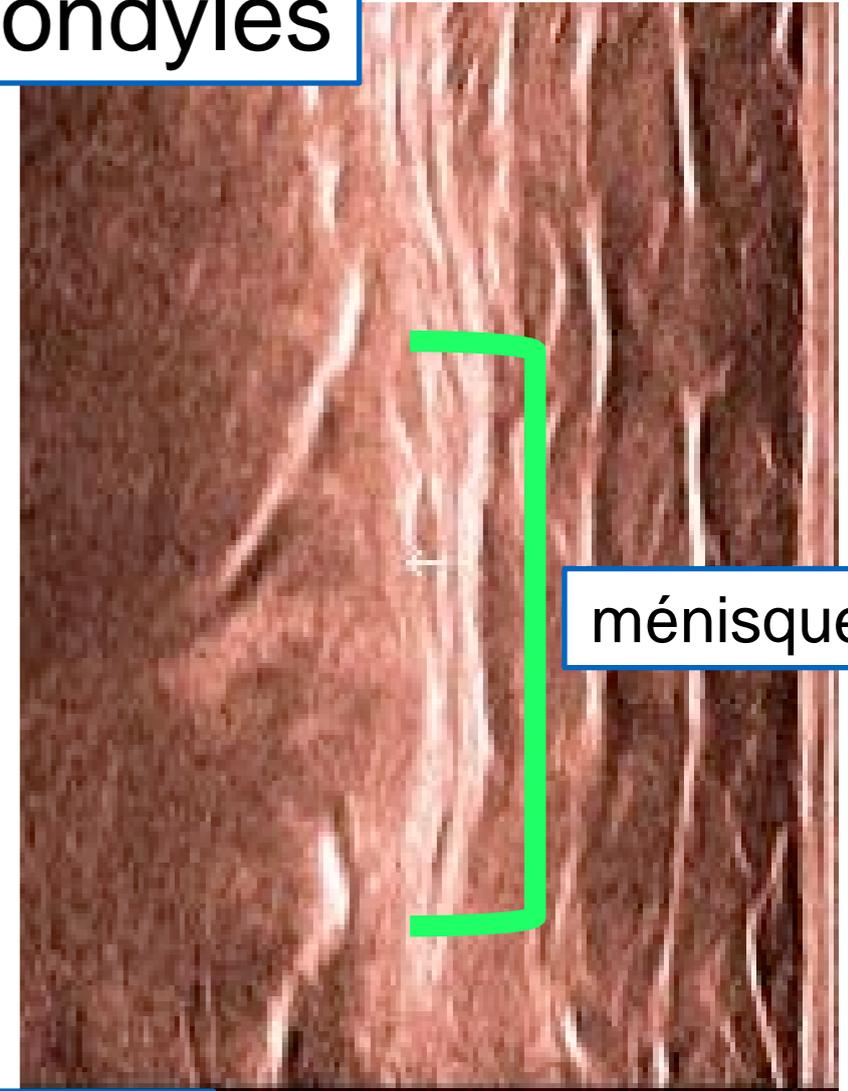


tibia

us



condyles



ménisque

tibia

us



IRM

Images

- Films imprimés = 0
- Data (big data) = Dicom => PACS
- CD,DVD, clés, liens web
- PACS = Picture Archiving and Communication System

Triple Frame

