

# Champs magnétiques intenses

## Spécificité de l'I.R.M. pour les patients

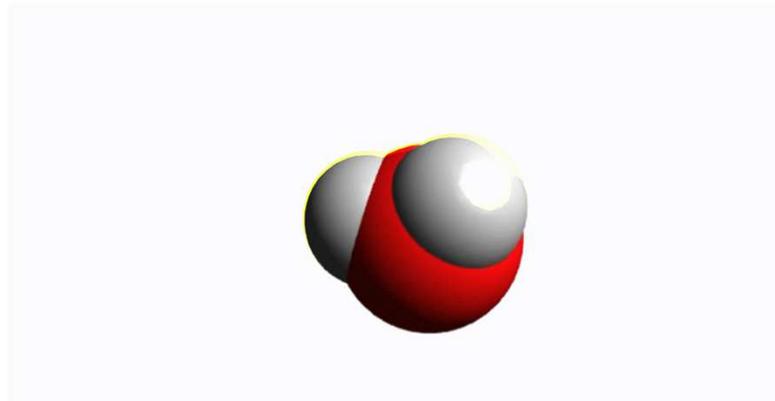
Paris, 6 avril 2023

Dr Emmanuel MUSEUX, Saint Nazaire  
Pr Hubert DUCOU LE POINTE, Paris



# Les champs électromagnétiques en imagerie médicale

- Imagerie par résonance magnétique
- S'appuie sur le moment magnétique des atomes ayant un nombre impair de nucléons
- En pratique, utilise les propriétés des atomes d'hydrogène, abondants dans les tissus biologiques (eau)
- Chaque atome d'hydrogène possède un moment magnétique intrinsèque  $\vec{\mu}$  sur son axe de rotation, lié au moment cinétique spin  $\vec{s}$
- Les protons sont spontanément disposés de manière aléatoire

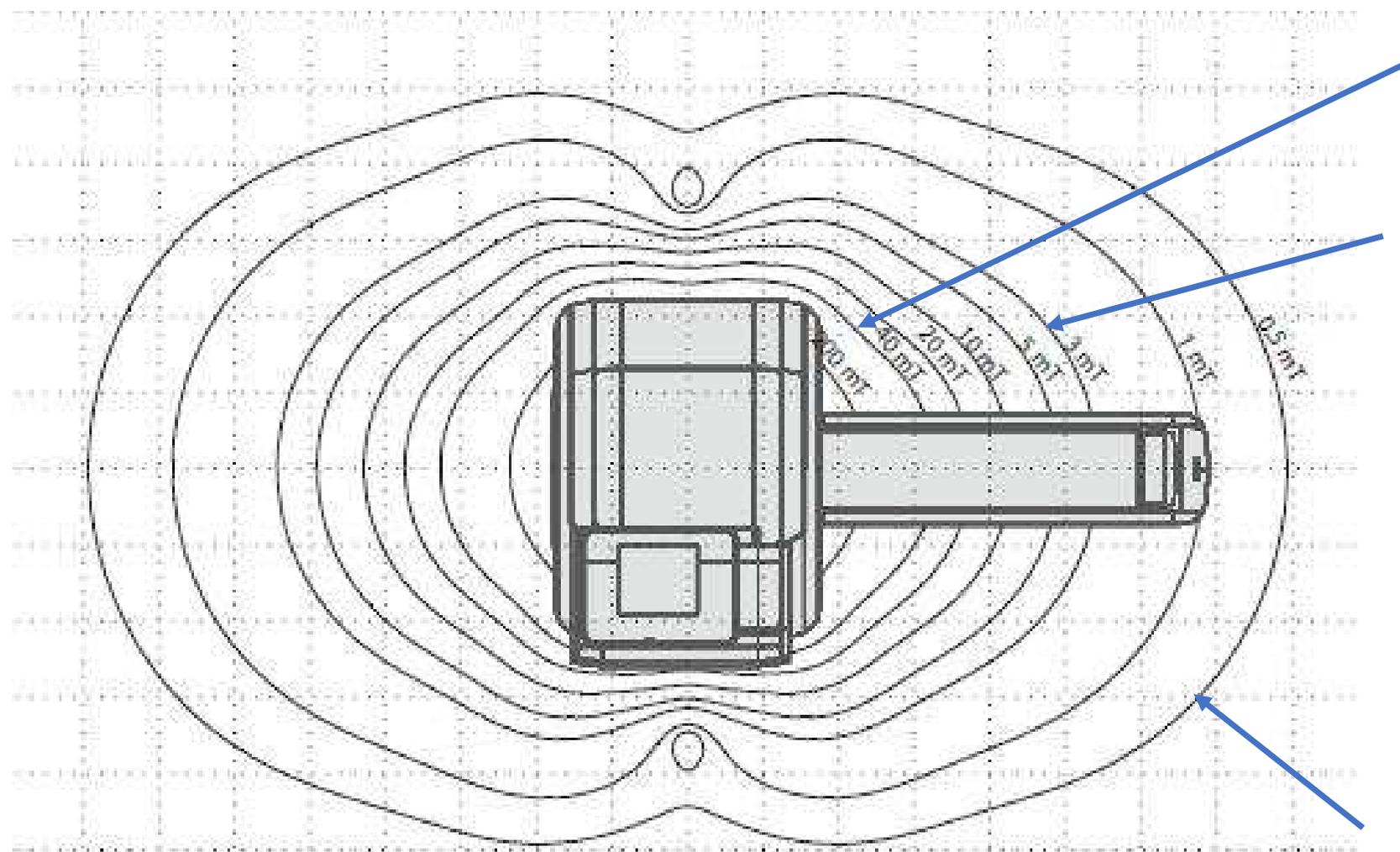


# Les champs électromagnétiques en imagerie médicale

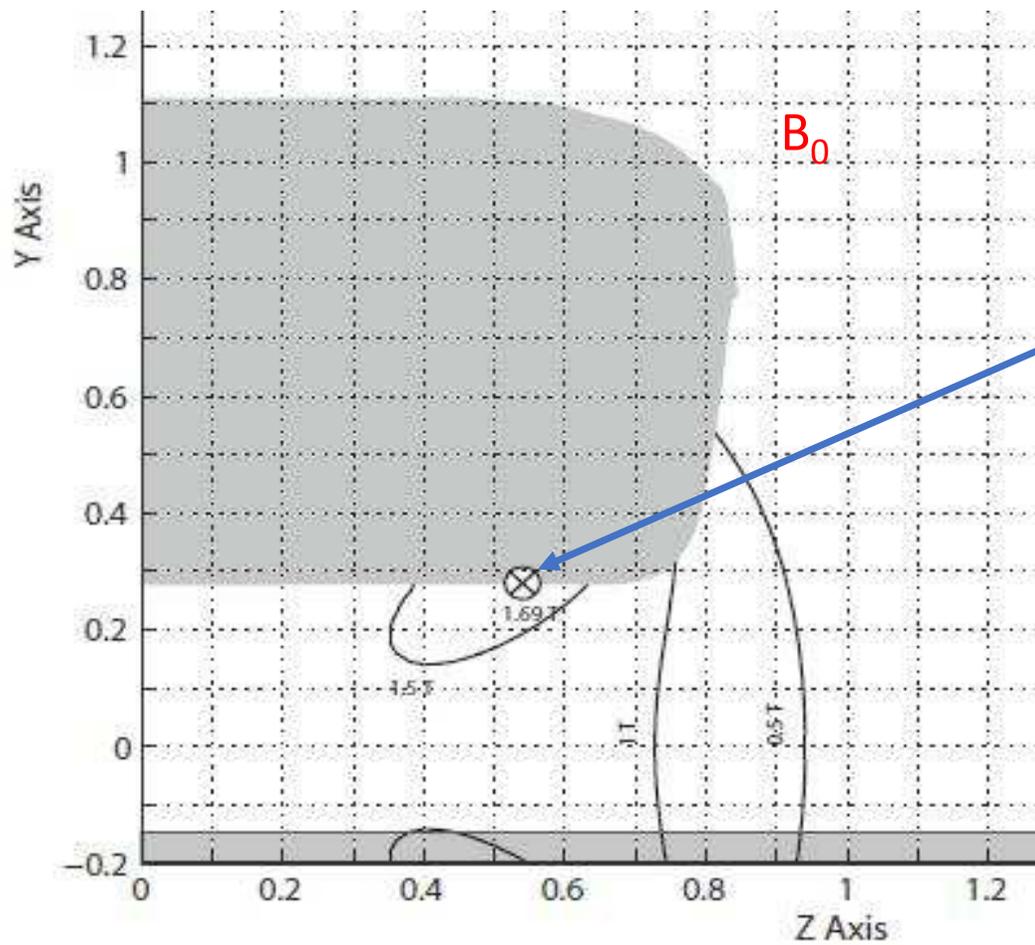
- En présence d'un champ magnétique externe, les protons s'orientent un peu plus de manière parallèle au champ magnétique  $\vec{B}_0$  que de manière anti parallèle, permettant la création d'un vecteur d'aimantation macroscopique  $\vec{M}$  ; apparition d'une rotation angulaire autour de l'axe de  $\vec{B}_0$
- Les impulsions de radiofréquence permettent d'augmenter l'angle et de synchroniser les protons en phase ; le retour à l'état initial libère une énergie qui est récupérée pour créer des images respectivement en pondération préférentielle T1 et T2 (et  $\rho$ ...)
- Les gradients (spatial, en phase et en fréquence) permettent, à l'aide de la transformée de Fourier, de localiser le signal dans le volume

Donc en imagerie médicale :  
trois types de champs magnétiques

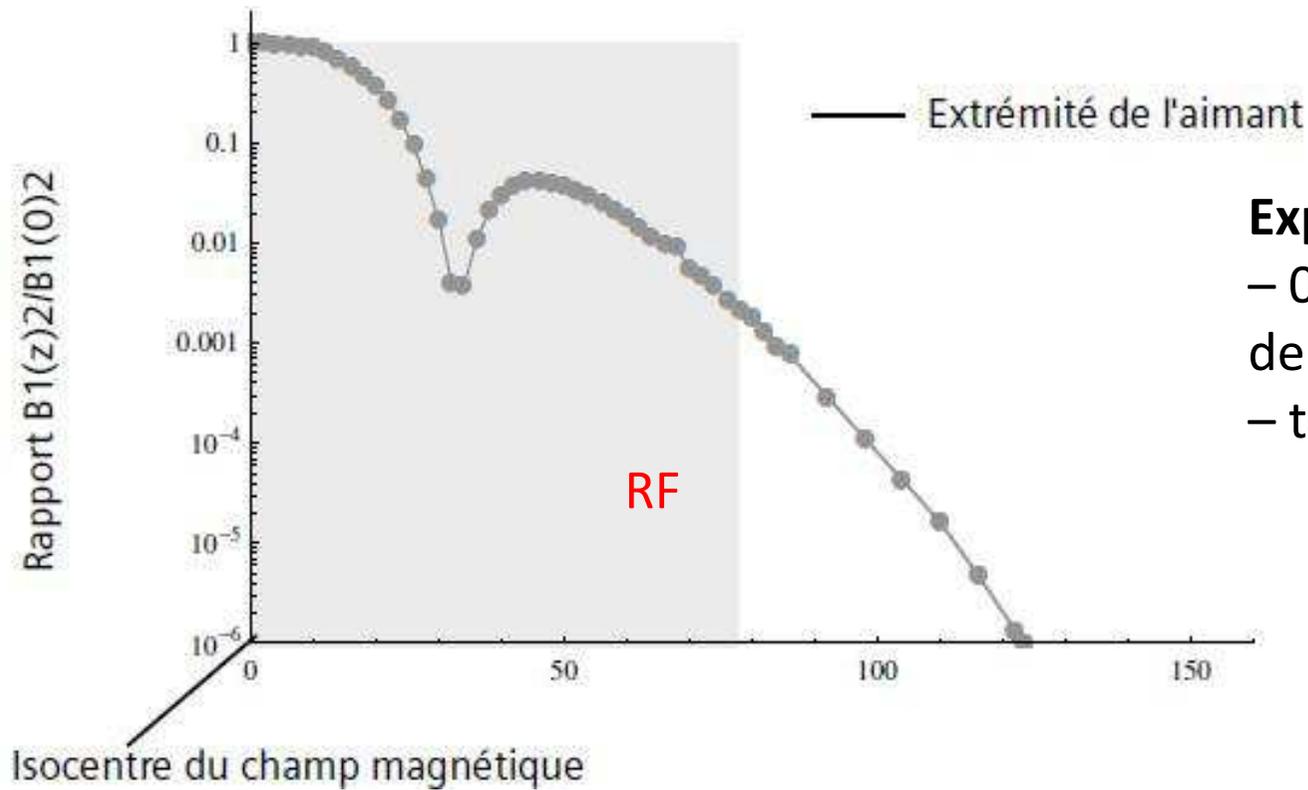
- **Fixe**  $\vec{B}_0$  , classiquement 1,5 ou 3 T voire plus : Permanent
- **RF** : 42,6 Mhz/T, seulement lors des acquisitions d'images => DAS
- **Gradients** : quelques dizaines à quelques milliers de Hz, pendant les acquisitions, caractérisés par la pente (de l'ordre de 30 mT/m et 125 mT/m/s).



**Lignes isogauss de champ magnétique statique**

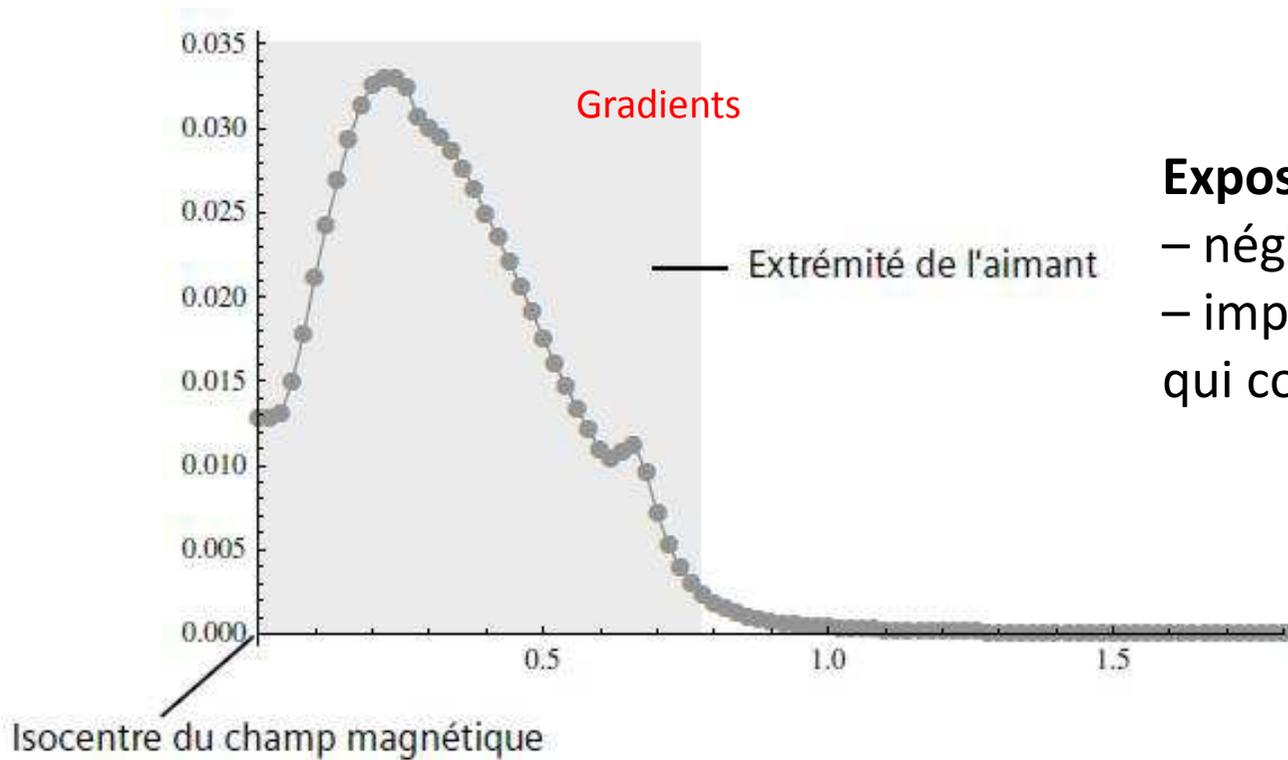


**Champ fixe 1,5 T : dépassé en certains points à l'entrée du tunnel**



**Exposition radiofréquence :**

- 0,2 % résiduel max quand on est sorti de l'aimant
- toujours négligeable au-delà de 1 m



### Exposition aux gradients :

- négligeable quand on est sorti de l'aimant
- important pour le patient plutôt pour ce qui concerne la pente  $\frac{dB}{dt}$

# L'exposition du patient est donc sans commune mesure avec celle du personnel

- Il existe des aspects communs avec la préparation du personnel pour rentrer dans une salle d'I.R.M. :
  - bannir tout ce qui est métallique (bijoux, clefs..., pistolet...)
  - Apparemment simple et unanimement connu, mais :
    - Décès d'un enfant de 6 ans aux États-Unis en 2001 (bouteille d'oxygène)
    - Décès d'un patient de 79 ans (attraction d'un déambulateur et chute)
    - Décès d'un accompagnant après casse d'une bouteille d'oxygène en Inde 2018
    - Déclenchement du pistolet d'un policier en 2003 États-Unis avec dégâts matériels
    - Décès d'un accompagnant (avocat) par déclenchement de son pistolet au Brésil 2023
    - ...
    - Nombreux accidents avec attraction de lits, de fauteuils roulants



**Saint-Nazaire, octobre 2022**



**Poitiers**



# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- habits, lunettes, bijoux...
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation
- Installation dans l'appareil : pas de boucle !
- Transport du patient
- Durée de l'examen : attention aux couvertures ! contention...
- Le patient n'a en général absolument aucune formation et aucune connaissance concernant les champs électromagnétiques



# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- **Bruit** : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation
- Installation dans l'appareil : pas de boucle !
- Transport du patient
- Durée de l'examen : attention aux couvertures ! contention...
- Le patient n'a en général absolument aucune formation et aucune connaissance concernant les champs électromagnétiques



# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation



franceinfo:

vidéos

radio

jt

magazines



DIRECT TV

DIRECT F



politique

vrai ou fake

société

faits-divers

santé

éco/conso

monde

europa

culture

sport

environnement

météo



Cet article date de plus de six ans.

## Amiens : un enfant sévèrement brûlé lors d'une IRM

Florian, 13 ans, a vu son pouce carbonisé lors d'un examen IRM de routine. Le personnel médical avait par erreur oublié un capteur métallique sur son doigt. Ce type d'accident reste néanmoins rarissime.

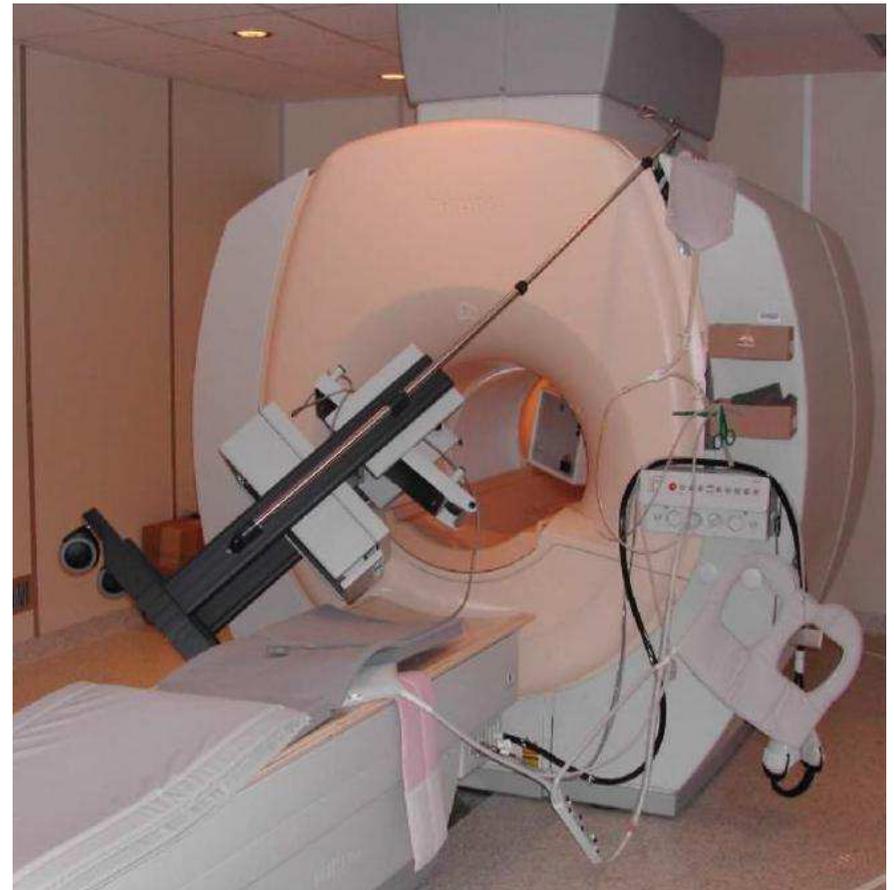
# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation



# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation
- Attention, le matériel « amagnétique » (ventilateur, moniteur...) a une tolérance en réalité limitée (de l'ordre de 20 à 40 mT)



# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation
- Installation dans l'appareil : pas de boucle !
- Transport du patient
- Durée de l'examen : attention aux couvertures ! contention...
- Le patient n'a en général absolument aucune formation et aucune connaissance concernant les champs électromagnétiques



# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation
- Installation dans l'appareil : pas de boucle !
- **Transport du patient**
- Durée de l'examen : attention aux couvertures ! contention...
- Le patient n'a en général absolument aucune formation et aucune connaissance concernant les champs électromagnétiques



# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation
- Installation dans l'appareil : pas de boucle !
- Transport du patient
- Durée de l'examen : attention aux couvertures ! contention...



Diminue les mouvements et maintient au chaud

*Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris*

# Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- Éclats orbitaires : radiographie des orbites pour recherche d'éclat métallique
- Bruit : casque, bouchons d'oreilles
- État du patient : surveillance : oxymètre, ECG ; ventilation
- Installation dans l'appareil : pas de boucle !
- Transport du patient
- Durée de l'examen : attention aux couvertures ! contention...
- **Le patient n'a en général absolument aucune formation et aucune connaissance concernant les champs électromagnétiques**



Diminue les mouvements et maintient au chaud

*Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris*

# Vous le faites exprès ! Oui !

- Accompagnants non professionnels
  - (pédiatrie : papa, maman mais pas la peluche !)
- Les dispositifs médicaux implantés passifs et certains DMI actifs
- Grossesse
- Pédiatrie

# Dispositifs médicaux implantés passifs

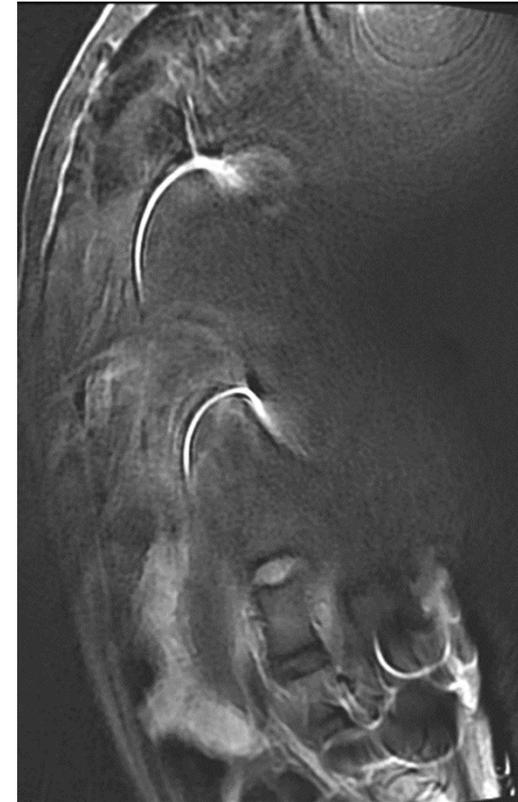
- Adolescent de 14 ans, J30, fièvre à 38,5 °C et augmentation de la CRP
- Le matériel (titane) n'empêche pas de visualiser la collection étendue



*Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris*

# Dispositifs médicaux implantés passifs

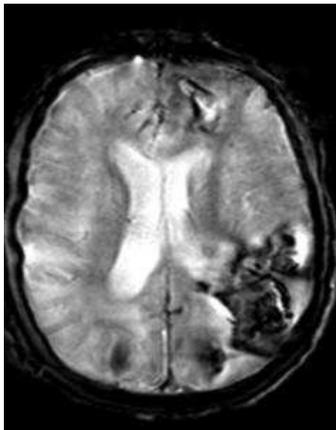
- Exploration à J9 de pics fébriles après mise en place de tiges rachidiennes d'allongement
- Ici, pas de problème de risque, mais de qualité image
- Autres dispositifs passifs : prothèses, stents...



*Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris*

# Grossesse

- Pathologie maternelle:
  - Traumatologie
  - Pathologie neurologique
    - Apoplexie hypophysaire
    - Certaines poussées de SEP
    - AVC
  - Oncologie
  - ...

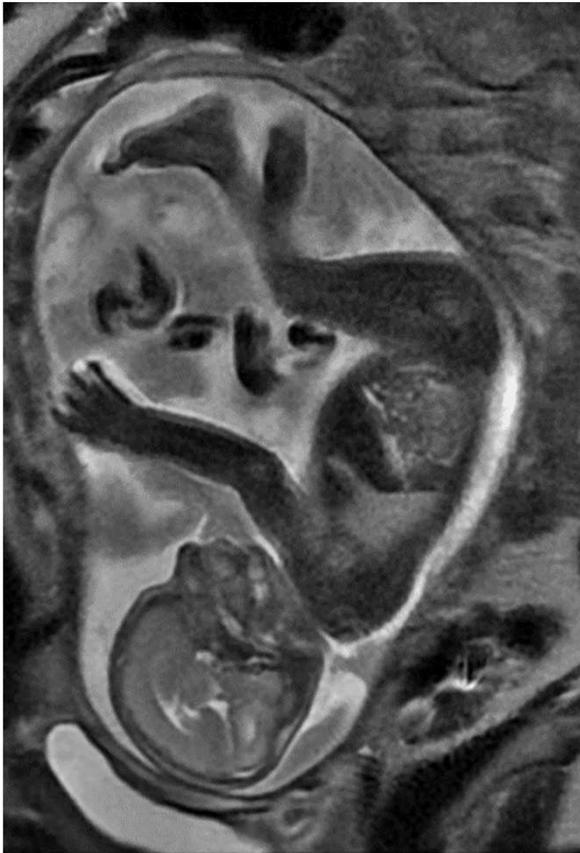


*Collège des enseignants  
en neurologie*

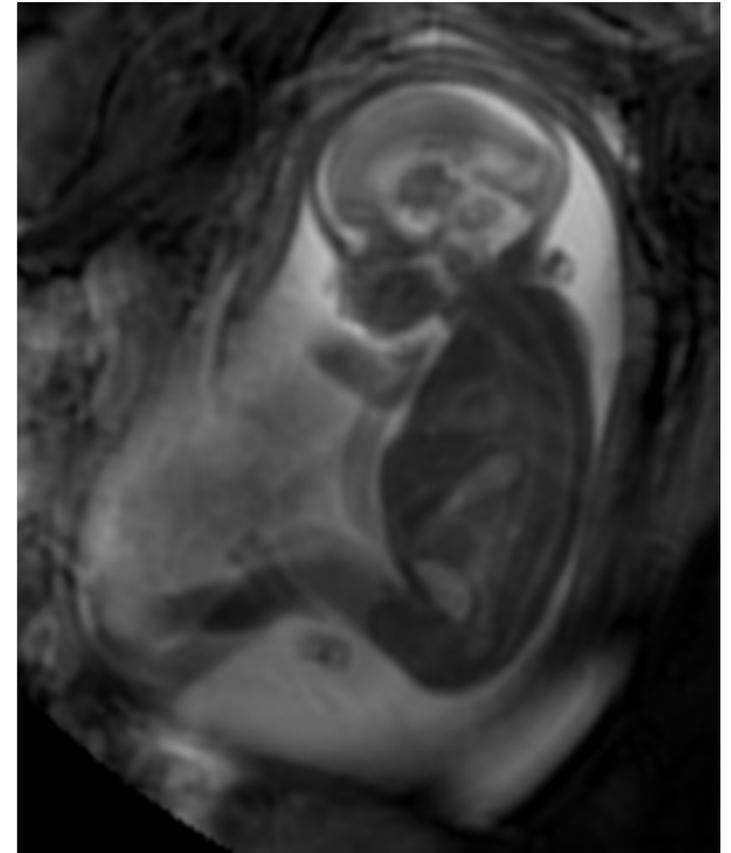
- Pathologie du fœtus ou des annexes :
  - Cérébrale
  - Thoracique
  - Abdominal et urogénital
  - Rachidienne
  - Lymphatique
  - ...
  - Placenta accreta



Diagnostic anténatal des placenta accreta : apport de l'échographie et de l'I.R.M. dans une population à risque. F. Daney de Marcillac et al, journal de gynécologie obstétrique et biologie de la reproduction (2016) 45,198 – 206



*Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris*



*Pr J. Felblinger, INSERM, Nancy*

## Centre de Référence sur les Agents Tératogènes (CRAT)

---

**IRM: 1<sup>er</sup> Trimestre:** aucun élément inquiétant n'est retenu à ce jour sur un suivi post-natal d'environ 3 ans 1/2 (malformations, néoplasies, vision, audition)

**IRM: 2<sup>ème</sup> et/ou 3<sup>ème</sup> Trimestre:** aucune conséquence fœtale ou néonatale de ces examens n'est rapportée.

**Découverte d'une grossesse après une IRM:** [Rassurer](#) la patiente.

**Effectuer une IRM chez une femme enceinte:** Il est possible d'effectuer une IRM pour motif maternel, placentaire ou fœtal quels que soient la région explorée et le terme de la grossesse.

**Allaitement** Il est possible d'effectuer une IRM chez une femme qui allaite quelle que soit la région explorée.

# Prise en charge pédiatrique

## Anesthésie Générale et Prémédication

Avant 6 mois (ou 5kg) :  
Biberon après 4h de  
jeûne

Entre 6 mois et 3 ans  
(ou 20 kg) :  
Sédation

Après 3-4 ans :  
Fraternisation

- Sédation consciente
- Anesthésie générale réservée aux enfants de plus de 4 ans ne pouvant coopérer

# Contention

Diminue les mouvements et  
maintient au chaud



# Hypnose / Distraction/ Fraternisation



Sparadrap®

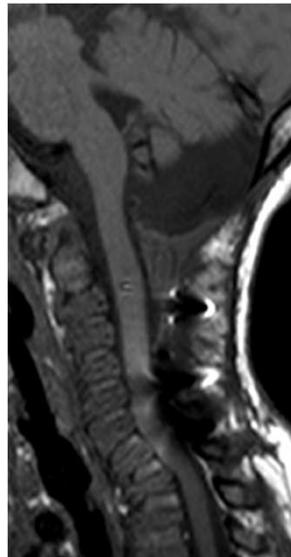


*Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris*

- Enfant de quatre ans, compression médullaire sur maladie de Morquio



- Contrôle quatre ans après la chirurgie



*Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris*

# pédiatrie

- Garçon de neuf ans.
- Interrogatoire fait, négatif avant l'entrée en machine.
- À l'entrée dans la salle d'I.R.M., apparition d'une douleur à l'oreille gauche
- Décision de ne pas installer l'enfant
- Réalisation d'une radiographie du crâne
- Découverte d'un écrou dans le méat auditif externe !



# Conclusion

- l'I.R.M. permet de plus en plus d'explorations
- Très nombreux examens sans aucun effet indésirable connu
  - Grossesse, pédiatrie en particulier
  - Pas de limite réglementaire d'exposition pour les patients !
  - Corollaire : bonnes pratiques et balance bénéfice risque
- Attention au risque de banalisation
- Le radiologue doit donc avoir une bonne connaissance de la pathologie ainsi que de la technique :
  - Pour accepter l'examen ou non
  - Pour adapter les paramètres de réalisation
- Importance du travail d'équipe (manipulateurs + + +) et des procédures
- Importance de connaître les **matériels implantés** et résiduels, ainsi que la **machine** : caractéristiques et paramètres modifiables

