

Champs magnétiques intenses

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

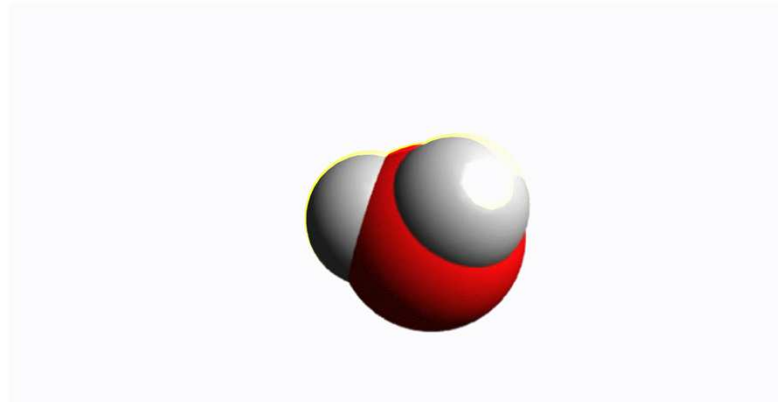
Paris, 6 avril 2023

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

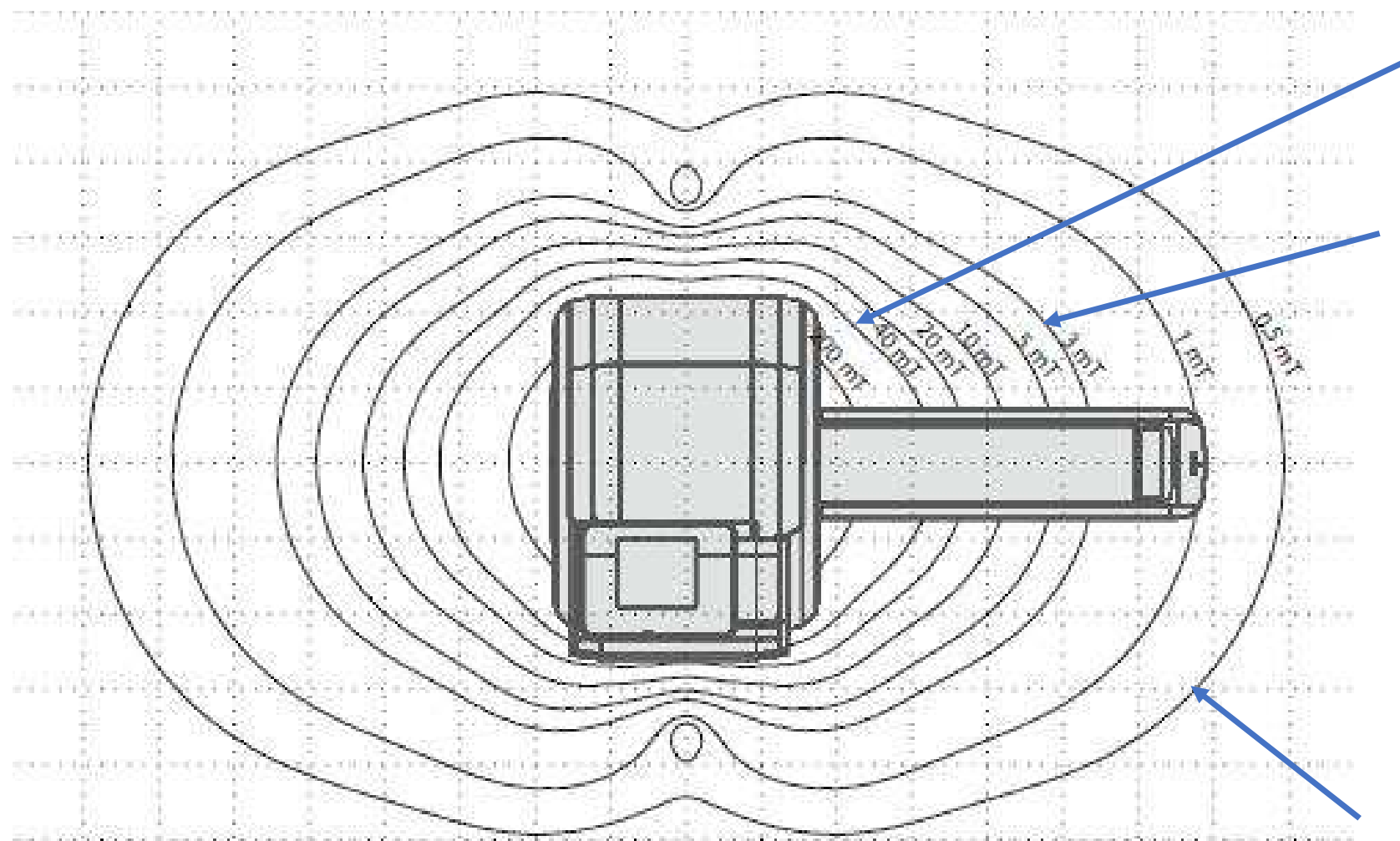


Les champs électromagnétiques en imagerie médicale

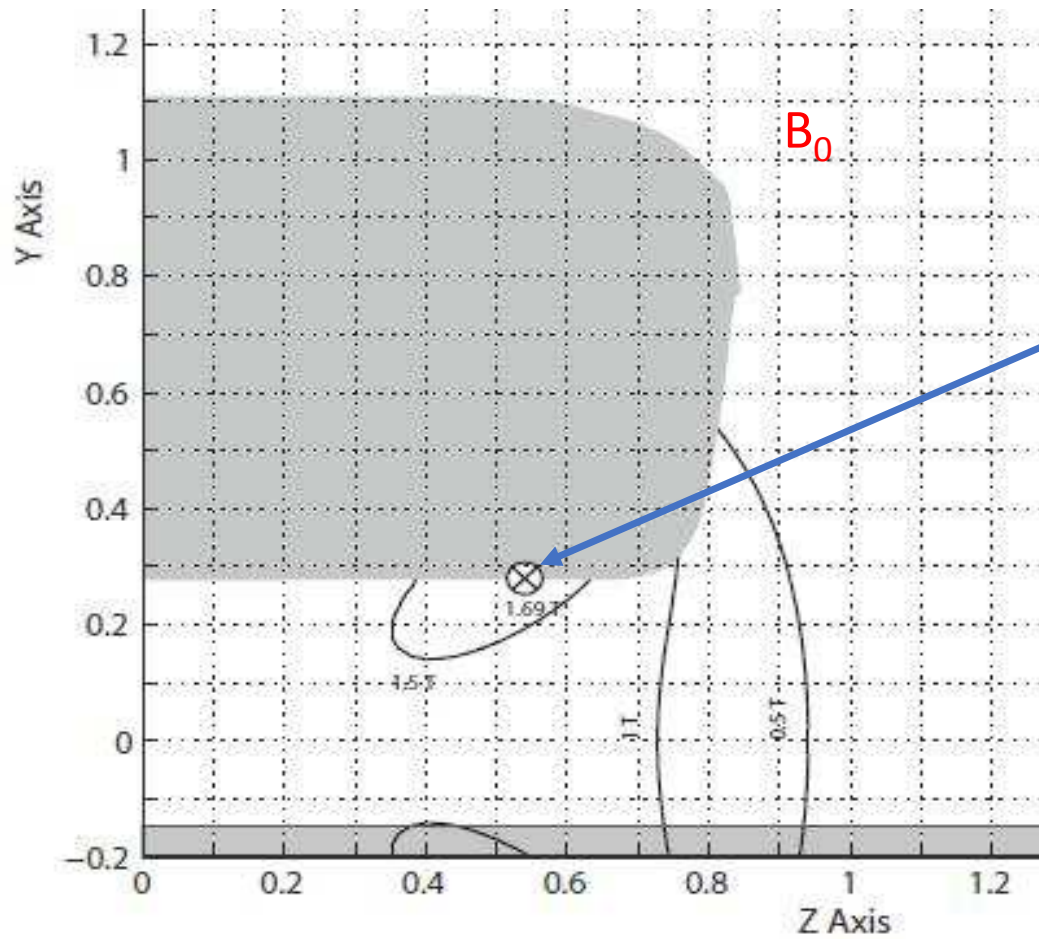
- En présence d'un champ magnétique externe, les protons s'orientent un peu plus de manière parallèle au champ magnétique \vec{B}_0 que de manière anti parallèle, permettant la création d'un vecteur d'aimantation macroscopique \vec{M} ; apparition d'une rotation angulaire autour de l'axe de \vec{B}_0
- 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 ρ ...)
- 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

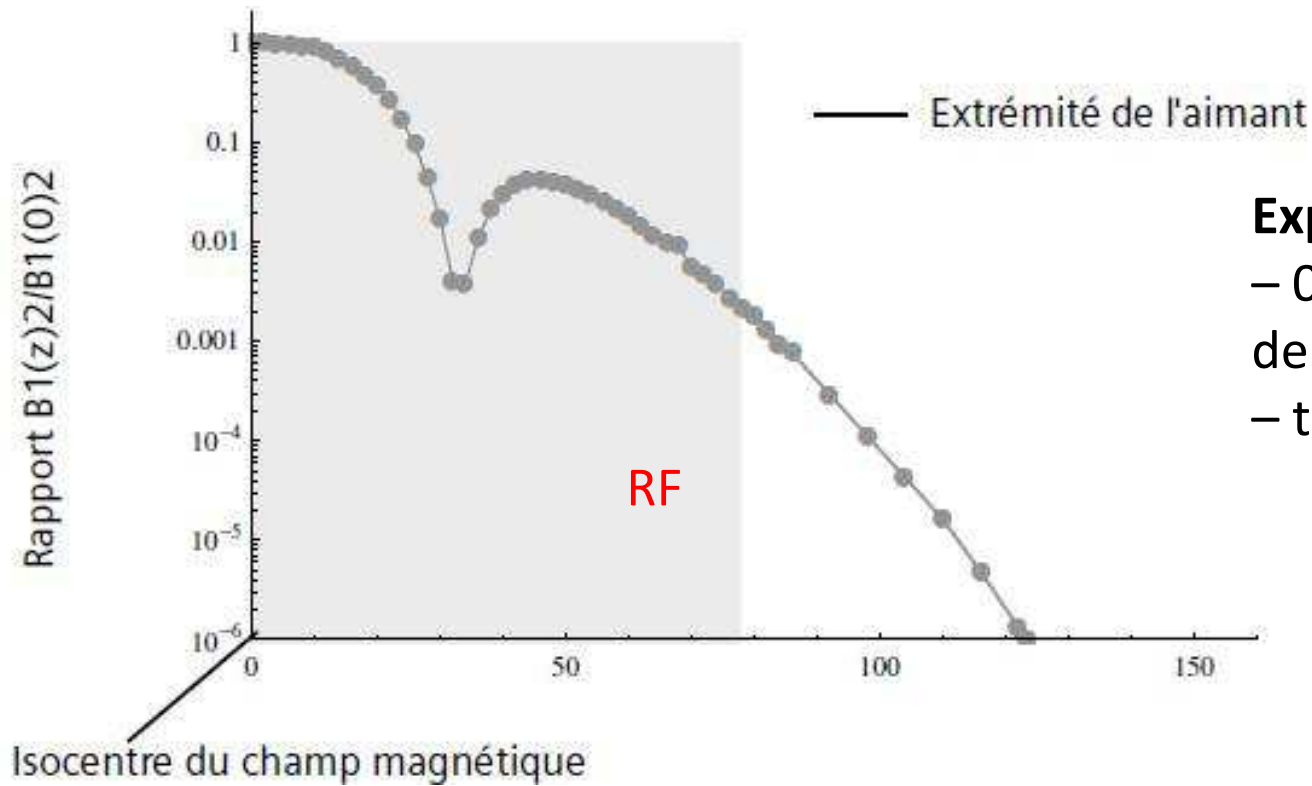
- **Fixe** \vec{B}_0 , classiquement 1,5 ou 3 T voire plus : Permanent
- **RF** : 42,6 Mhz/T, seulement lors des acquisitions d'images => DAS
- **Gradients** : quelques dizaines à quelques milliers de Hz, pendant les acquisitions, caractérisés par la pente (de l'ordre de 30 mT/m et 125 mT/m/s).



Lignes isogauss de champ magnétique statique

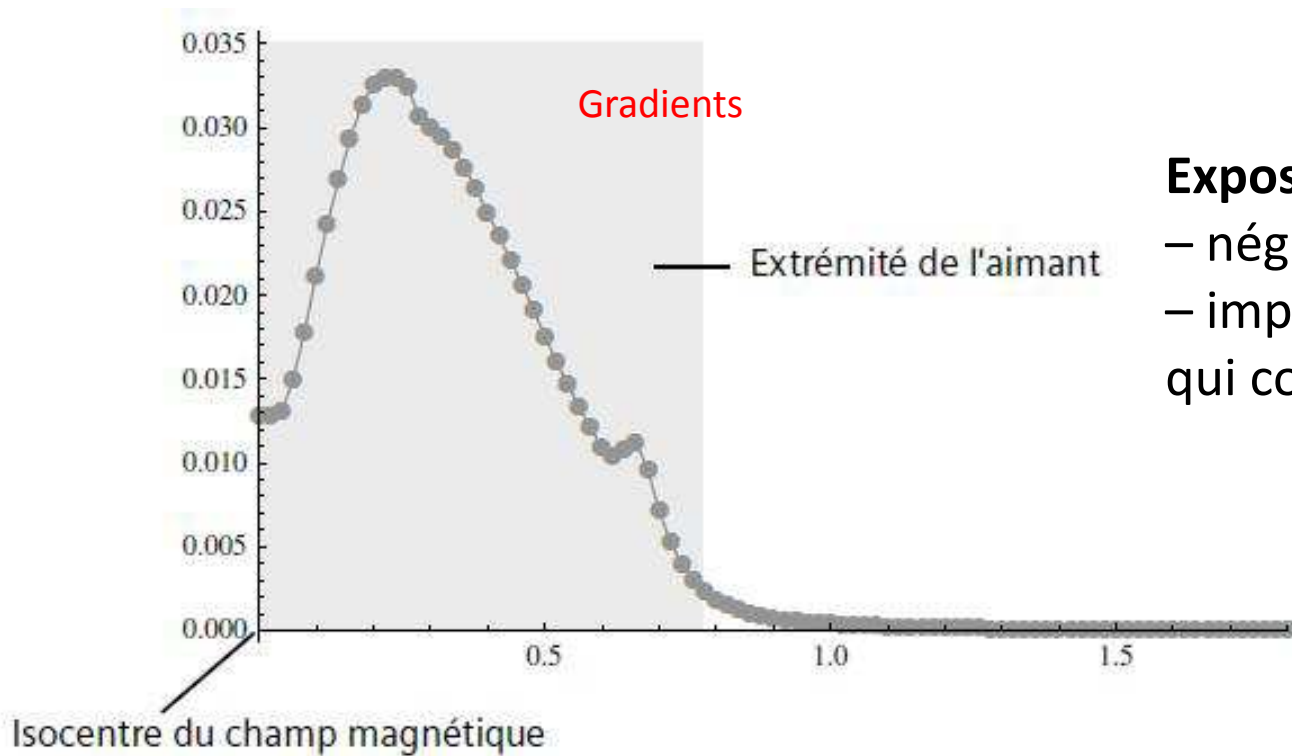


Champ fixe 1,5 T : dépassé en certains points à l'entrée du tunnel



Exposition radiofréquence :

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



Exposition aux gradients :

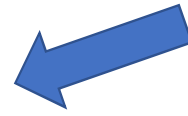
- négligeable quand on est sorti de l'aimant
- important pour le patient plutôt pour ce qui concerne la pente $\frac{dB}{dt}$

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.

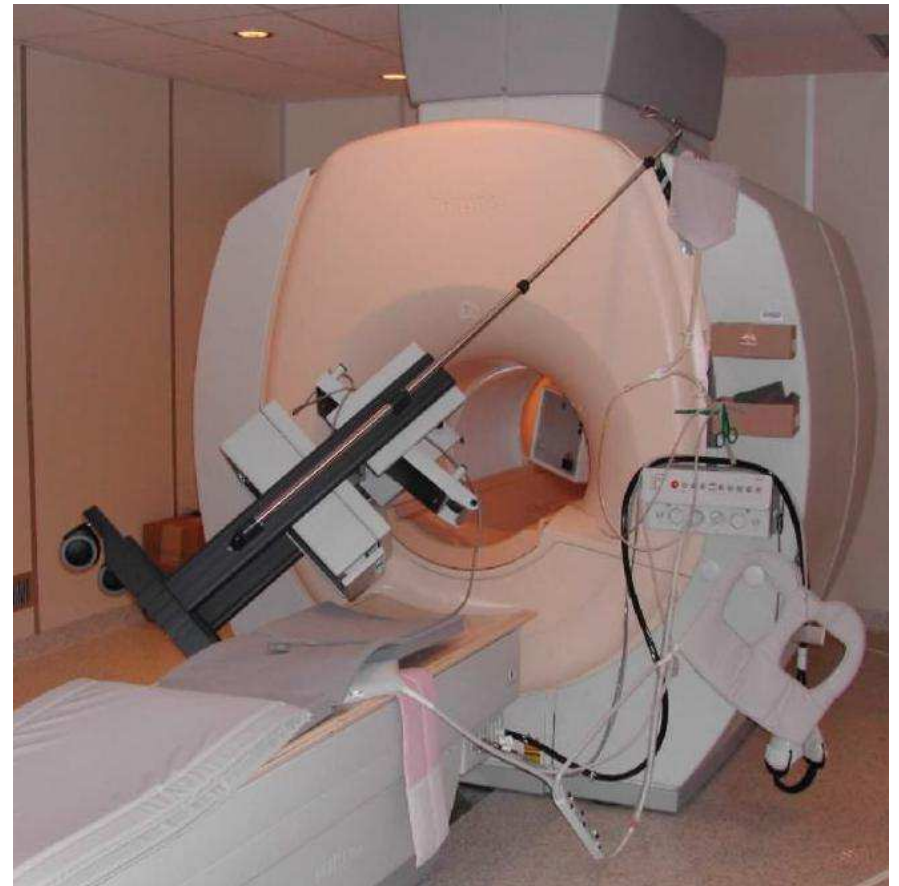
Mais certaines mesures sont plus spécifiques

- 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

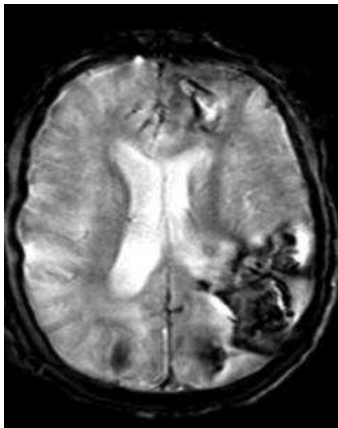
- Exploration à J9 de pics fébriles après mise en place de tiges rachidiennes d'allongement
- Ici, pas de problème de risque, mais de qualité image
- Autres dispositifs passifs : prothèses, stents...



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

Grossesse

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

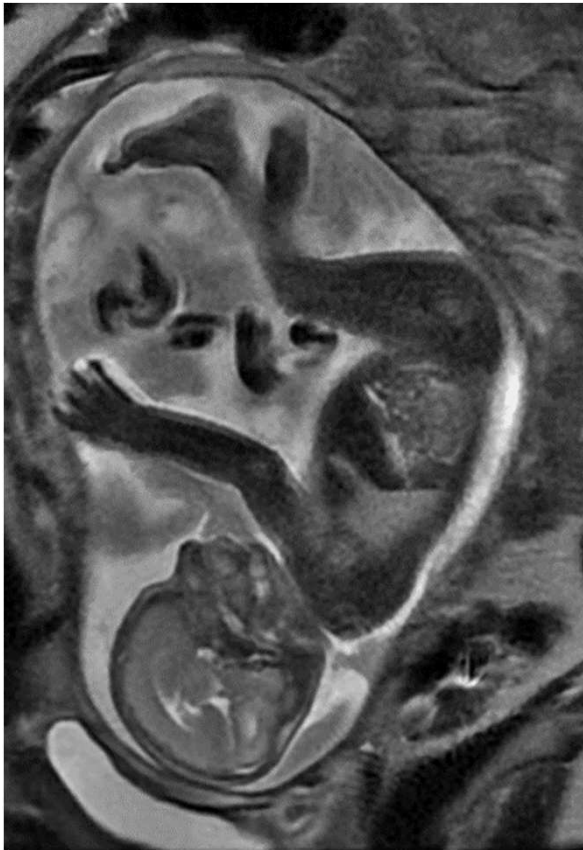


*Collège des enseignants
en neurologie*

- 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^{er} 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^{ème} et/ou 3^{ème} 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

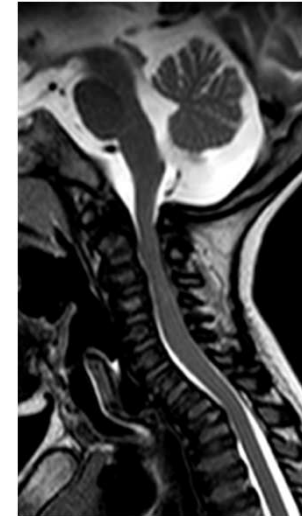
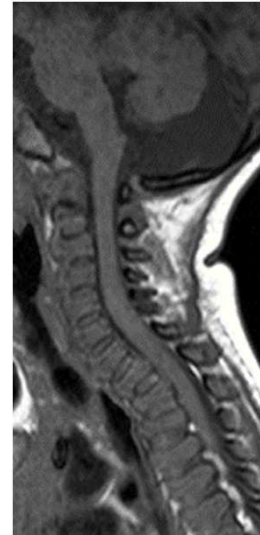


Sparadrap[®]

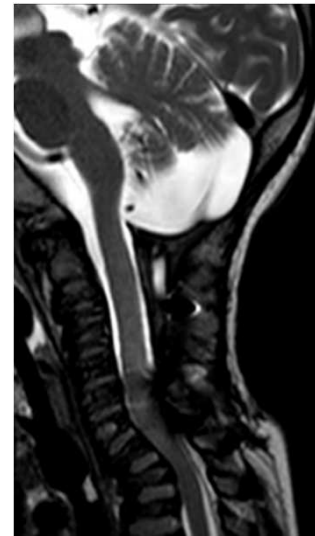
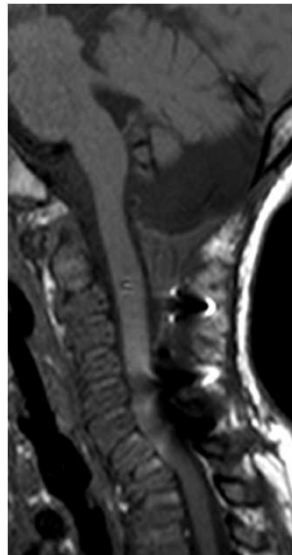


Pr H. Ducou Le Pointe, Hôpital A. Trousseau, Paris

- 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

