

Sécurité des patients et des professionnels en IRM

Dr Hervé LECLET

Médecin radiologue

Consultant et formateur en management, gestion des risques et évaluation des pratiques en santé et médico-social (société Santopta)

Président de la commission de normalisation AFNOR « Management de la qualité dans les établissements de santé »

Publié dans Guide Hygiène et Sécurité dans les établissements de santé AFNOR Editions Février 2012

L'IRM est une technique d'imagerie non-irradiante très largement utilisée depuis plus de 20 ans. L'IRM est aujourd'hui irremplaçable pour le diagnostic et le suivi de très nombreuses pathologies. Elle n'a pas d'effet biologique connu.

Cependant, des risques intrinsèques, liés à la technique même d'IRM (champ magnétique statique intense, gradients de champs magnétiques, ondes de radiofréquence), imposent de respecter des règles de sécurité.

Cet article fait le point des principaux risques et détaille les règles de sécurité à appliquer.

1. Risques liés au champ magnétique statique

L'IRM utilise un champ magnétique statique de haute intensité (en général de 1,5 à 3 Tesla).

Deux zones de champ magnétique doivent être distinguées :

- La zone 1 située autour de l'isocentre de l'aimant et contenue dans le bobinage de l'aimant : c'est l'espace du tunnel de l'imageur RM. Le champ magnétique y est intense et assez homogène.
- La zone 2 correspond au champ magnétique à l'extérieur de l'aimant. L'intensité du champ magnétique varie selon la position par rapport au centre de l'aimant. Elle diminue progressivement avec le carré de la distance.

Les aimants sont auto-blindés. Ainsi, le champ magnétique est confiné à proximité de l'aimant et l'intensité du champ magnétique diminue rapidement dès qu'on s'éloigne de l'aimant.

La ligne des 5 Gauss (= 0,0005 Tesla) est unanimement reconnue comme la limite de sûreté à ne pas franchir. C'est la ligne en-deçà de laquelle on ne doit pas approcher les patients à risque et les matériels ferromagnétiques qui peuvent être attirés par l'aimant.

L'accès au-delà de cette ligne doit être sécurisé.

La zone à risque doit être signalée, avec un panneau indicateur et la matérialisation au sol de la ligne des 5 Gauss.

Dans de nombreuses installations, la ligne des 5 Gauss est contenue dans la salle d'examen. Une attention particulière sera apportée à l'espace devant la porte d'accès à la salle d'examen quand cette porte est ouverte (risque de fuite de champ magnétique).

Remarque : Il convient de rappeler que le champ magnétique se développe dans les trois dimensions de l'espace. Si les fuites de champ magnétique se conçoivent facilement dans le plan horizontal, elles doivent également être envisagées dans le plan vertical. Ainsi, lors de l'installation d'une IRM, il faut étudier l'environnement et les activités

aux étages sus et sous-jacents à l'aimant. La position de la ligne des 5 Gauss dépend de nombreux facteurs : intensité du champ magnétique statique, qualité de l'auto-blindage de l'aimant, position du centre de l'aimant, existence d'un éventuel blindage passif, hauteur sous plafond, ...).

1.1 Effet projectile par attraction d'un objet ferromagnétique par le champ magnétique statique

Les objets ferromagnétiques (bouteille d'oxygène, matériel de surveillance et d'assistance en réanimation, ciseaux, marteaux à réflexes, stéthoscopes, bips, téléphones portables, barrettes, clefs, fauteuils roulants, pied à perfusion, pièces de monnaie, trombones, outils, ...) qui pénètrent dans le champ magnétique subissent une violente attraction et atteignent des vitesses de plusieurs mètres par seconde. La force humaine ne suffit pas à les retenir. Ils se comportent comme des projectiles. Le danger dépend de la masse et de la nature du projectile d'une part, de sa situation dans le champ magnétique d'autre part.

Ils créent deux risques essentiels :

- risque de blesser le patient ou un professionnel,
- risques de dégâts matériels de l'imageur RM lui-même, sans victime.

Lors de procédures de nettoyage et de maintenance en dehors des heures de fonctionnement de l'IRM, il faut veiller à ne pas introduire dans la salle de l'aimant balais, cireuses, aspirateurs, pots de peintures, outils, escabeau métallique, Le personnel d'entretien doit donc être sensibilisé à ces risques et le matériel doit être adapté aux conditions d'utilisation.

1.2 Déplacement des corps étrangers métalliques intracorporels

Les corps étrangers métalliques intraoculaires (travailleurs des métaux, antécédent de traumatisme oculaire balistique) peuvent provoquer une cécité par hémorragie du vitrée ou déchirure rétinienne.

Les anciens clips vasculaires intracrâniens peuvent être à l'origine de lésions vasculaires et d'hémorragie.

Les clips vasculaires récents sont compatibles IRM.

Les stents en nitinol ou en titanium, non-ferromagnétiques, peuvent être examinés en IRM immédiatement après leur pose.

D'autres stents sont faiblement ferromagnétiques. Il est recommandé dans ce cas d'attendre 6 à 8 semaines avant IRM (pour qu'un tissu de granulation se constitue et immobilise définitivement le stent qui sera incorporé dans la paroi vasculaire).

Les valves cardiaques anciennes peuvent être ferromagnétiques.

Les valves cardiaques récentes sont compatibles IRM.

Des listes de valves compatibles et non compatibles sont régulièrement mises à jour. Elles sont consultables sur des sites spécialisés (www.mrisafety.com).

Les prothèses orthopédiques et matériels d'ostéosynthèse (vis, clous, plaques, broches) sont solidement arrimés à l'os. Au pire, l'image sera artefactée autour du dispositif implanté. Au plus, un délai de 6 à 8 semaines est recommandé afin d'éviter tout déplacement de matériel. D'autres matériels (titanium et ses alliages, nitinol, tantalum, ...) ne sont pas ferromagnétiques.

1.3 Perturbation du fonctionnement de certains matériels

Le fonctionnement de certains matériels (stimulateurs cardiaques, neurostimulateurs, implants cochléaires, valves de dérivation, pompes à insuline, ...) peut être affecté par le champ magnétique.

L'IRM provoque des risques de déprogrammation, de désactivation, de déplacement de l'électrode ou d'échauffement.

2. Risques liés à la radiofréquence

L'application d'ondes de radiofréquence dépose de l'énergie dans les tissus, et peut être responsable d'un échauffement.

2.1 Brûlures cutanées

Des brûlures superficielles sont possibles. Elles peuvent être dues :

- au contact entre une pièce métallique conductrice et la peau du patient :
 - câbles électriques, en particulier si des fils (par exemple les fils de monitoring cardiaque ou les câbles de certaines antennes de surface) font une boucle sur la peau du patient,
 - électrodes au contact de la peau du patient,
 - oxymètres de pouls (nécrose de la pulpe de doigts),
 - patches cutanés contenant une feuille d'aluminium (nicotine, dérivés nitrés...),
 - piercing,
 - certaines encres utilisées dans les tatouages car elles peuvent contenir des microparticules ferromagnétiques,
 - ...
- à un échauffement au contact entre plusieurs surfaces cutanées : mains croisées sur le ventre, membres inférieurs rapprochés avec une zone de contact au niveau des mollets, ...

2.2 Échauffement des tissus

L'échauffement des tissus en IRM est appelé SAR (Specific Absorption Rate). Il augmente avec l'intensité du champ magnétique.

Une norme définit la dose maximale acceptable pour l'exploration IRM d'un patient (Norme IEC 601-2-33). Aucun tissu ne doit subir une élévation de température supérieure à 1°C.

La FDA américaine (Food and drug administration) a défini les limites suivantes :

- 4 Watt/Kg au niveau du corps pendant une durée de 15 minutes,
- 3 Watt/Kg au niveau de la tête pendant une durée de 10 minutes,
- 12 Watt/Kg au niveau des extrémités pendant une durée 5 minutes.

Les imageurs RM calculent le SAR pour chaque séquence en fonction du poids du patient avec une limite supérieure de 1 à 2 W/kg ce qui assure une large marge de sécurité.

3. Risques liés au bruit

Le niveau de bruit (lié à la commutation des gradients) peut être très élevé et dépasser 100 dBa en imagerie ultra-rapide.

La limite d'exposition au bruit est fixée à 87 décibels pour les travailleurs. Il n'y a pas de limite réglementaire pour les patients.

Il convient donc de protéger patients et professionnels par des casques ou des bouchons d'oreille qui peuvent diminuer l'intensité jusqu'à 30 décibels.

4. Risques liés au quench

Le quench est le passage brutal de l'hélium liquide (qui refroidit l'aimant et lui assure sa propriété de supraconductivité) à l'état gazeux volatil. L'hélium s'échappe alors de la cuve. Un quench peut entraîner la libération en quelques minutes de plusieurs centaines de m³ d'hélium gazeux dans la salle d'examen.

Il y a alors un risque important d'asphyxie et de brûlure par le froid pour le patient présent dans le tunnel (et éventuellement pour le personnel présent dans la salle).

Il y a également un risque de confinement de la salle : la surpression induite par l'importante fuite d'hélium peut rendre impossible l'ouverture de la porte si le sens d'ouverture se fait vers la salle d'examen.

5. IRM et patiente enceinte

Il n'y a pas de nocivité connue de l'IRM pour l'embryon ou le fœtus.

Par précaution, il convient d'éviter :

- une exposition inutile pendant les deux premiers mois de grossesse,
- l'injection d'un produit de contraste gadoliné.

Si une exploration par IRM doit être réalisée chez une femme enceinte, un consentement doit être obtenu après information de la patiente sur l'absence de risque démontré.

6. IRM et travailleuse enceinte

Malgré l'absence de risque connu du champ magnétique statique, des gradients de champ magnétique et des ondes de radiofréquence, par application du principe de précaution, il est recommandé de ne pas exposer les travailleuses enceintes aux champs électromagnétiques. Ainsi, une travailleuse enceinte ne doit pas entrer dans la salle d'examen. La question se pose de la laisser à la console (pas d'ondes RF, poste de travail en-deçà de la ligne des 5 Gauss).

Rappelons que cette décision finale revient au médecin du travail.

7. Risques liés au produit de contraste

Le solvant du gadolinium peut provoquer une réaction allergénique (le plus souvent sans gravité) : démangeaisons, éruption cutanée ressemblant à de l'urticaire.

8. Les règles de sécurité à mettre en place

Définir une politique de sécurité magnétique

Pour le moment en France, et en attendant l'application de la directive européenne sur les champs électromagnétiques, aucune réglementation n'est imposée en matière de sécurité magnétique.

Seules des recommandations de bonne pratique existent.

Nous recommandons donc aux sites d'IRM de définir par écrit leur politique de sécurité magnétique sur la base de ces recommandations.

Former les personnels du site d'imagerie

Tous les personnels du site d'imagerie ayant accès à la salle de l'aimant (radiologues, manipulateurs et éventuellement brancardiers) doivent être formés aux risques magnétiques.

La formation doit être renouvelée régulièrement (par exemple, une fois tous les trois ans, à l'instar des obligations réglementaires de formation en radioprotection des travailleurs).

Cette formation peut être faite en interne. Elle portera sur les mesures de sécurité à suivre dans un environnement comprenant un haut champ magnétique.

Elle doit comprendre :

- les notions de base sur les champs magnétiques,
- les notions de sécurité à suivre dans une salle d'IRM,
- les mesures de sécurité à respecter dans une salle d'IRM,
- les règles et consignes de sécurité relatives à l'introduction d'appareils dans la salle IRM,
- le commentaire du formulaire de dépistage des facteurs de risque associés à une exposition à haut champ magnétique.

Les secrétaires médicales qui prennent les rendez-vous doivent également être formées à la recherche des contre-indications.

Informez les autres personnels concernés

Tous les autres personnels susceptibles de pénétrer dans la salle de l'aimant (personnels du service d'imagerie ou non : infirmières, brancardiers, anesthésistes, personnel d'entretien, personnel technique, ...) doivent bénéficier de séances d'information aux risques magnétiques.

Utiliser du matériel adapté

Il faut évidemment n'utiliser que du matériel adapté compatible IRM.

Tout le matériel médical proche du corps du patient (brancards, fauteuils roulants, matériel d'anesthésie, ...) doit être contrôlé rigoureusement.

Le matériel non médical (extincteurs, ...) doit être testé et marqué (= clairement identifié comme étant amagnétique) à l'avance.

En cas de doute sur le caractère ferromagnétique d'un objet métallique, un test à l'aide d'un petit aimant est très facilement réalisable.

Il convient de tenir à jour un inventaire des équipements qui se trouvent dans la salle de l'aimant.

Rechercher des contre-indications

- Pour les patients

Assurer un interrogatoire répété du patient :

- par la secrétaire lors de la prise du rendez-vous,
- puis par la secrétaire lors de l'accueil,
- puis par le manipulateur lorsqu'il accueille le patient dans l'unité d'IRM (avant de l'accompagner vers la cabine de déshabillage)
- enfin par le manipulateur immédiatement avant l'examen.

Rechercher systématiquement les objets métalliques lors de l'interrogatoire du patient : corps étrangers métalliques intraoculaires, clips vasculaires intracrâniens, stimulateurs, vis, clous, plaques, prothèses, appareils dentaires, ...

L'interrogatoire du patient sera utilement complété par le renseignement d'un formulaire de recherche de contre-indications à remplir systématiquement (cf. modèle proposé ci-dessous).

En cas de doute, réaliser des clichés de crâne ou d'orbite, voire un scanner, aux patients à risque (soudeurs, fraiseurs, ajusteurs pour rechercher des corps étrangers métalliques intraoculaires, antécédent de blessure par balle, ...).

- Pour le personnel

Pour rechercher une éventuelle contre-indication (par exemple la présence d'éclats métalliques dans les yeux ou d'un pacemaker ou d'un autre dispositif médical implanté), le personnel du site d'IRM doit interroger tout nouveau membre du personnel avant de l'autoriser à entrer dans la salle d'examen.

Respecter les règles d'accès à la salle de l'aimant

- Pour les patients

Demander au patient de se déshabiller complètement. Le patient doit enlever ses chaussures, ses bijoux, sa montre, tout autre objet métallique (barrettes, serre-tête, lunettes, prothèses dentaires, ...). Il ne doit garder que ses sous-vêtements à condition qu'ils ne contiennent pas de pièce métallique. Lui donner une chemise ou une casaque à usage unique (ou lui conseiller de venir avec un teeshirt ou un pyjama).

Retirer tout le matériel métallique au contact de la peau du patient pour éviter le risque de brûlure. Attention aux piercings et aux tatouages.

Un dernier interrogatoire du patient déshabillé doit vérifier qu'il peut être installé sans risque dans l'aimant.

- Pour le personnel

Le personnel médical et paramédical doit vider complètement ses poches avant d'entrer dans la salle de l'aimant. Attention aux bijoux, barrettes, lunettes, perruques, ...

Zoner et identifier les locaux

Des panonceaux et pictogrammes adaptés permettent de visualiser les locaux à risque.



Champ magnétique intense



Radiations non ionisantes = ondes électromagnétiques

Le zonage de la ligne des 5 Gauss (et éventuellement de la ligne des 1 Gauss) sera marqué au sol. Une attention particulière sera apportée à la ligne des 5 Gauss devant la porte de la salle d'examen quand elle est ouverte (risque de fuite de champ magnétique et de débord de la ligne des 5 Gauss).

Sécuriser et réglementer l'accès

L'organisation et les règles d'intervention des personnes extérieures au service dans la salle de l'aimant (techniciens, personnel d'entretien, personnel soignant d'autres services, pompiers, visiteurs, ...) seront précisées dans un « règlement intérieur de zone magnétique protégée ».

Limiter le nombre de personnes admises dans la salle de l'aimant : deux personnes maximum en plus du patient. En cas de besoin justifié exceptionnel, le personnel de l'IRM peut autoriser la présence de plus de deux personnes.

Tous les visiteurs doivent être interviewés par le manipulateur responsable avant d'entrer dans l'espace sécurisé.

Les manipulateurs à la console doivent pouvoir surveiller tous les allers et venues dans la salle de l'aimant.

La salle d'examen doit être équipée d'une caméra de contrôle. Le moniteur de contrôle doit être installé à côté de la console.

Définir une conduite à tenir en cas de quench

En cas de malaise grave du patient ou de quench, sortir le patient de la salle de l'aimant et non de rentrer le chariot de réanimation.

D'autres recommandations

L'ouverture de la porte de la salle d'examen doit s'effectuer vers l'extérieur, afin de permettre une évacuation plus rapide en cas de salle sous pression (quench).

Toutes les installations doivent être équipées d'un « tube de quench » permettant l'évacuation rapide de l'hélium à l'extérieur. Vérifier le diamètre du tube de quench. Vérifier régulièrement que le tube de quench n'est pas obstrué (bouchon de glace, feuilles mortes, nid d'oiseau, ...).

A l'installation du patient :

- placer tous les câbles et les fils de manière parallèle, sans faire de boucle,
- intercaler une petite mousse au niveau des zones de contact de la peau,
- mettre des bouchons d'oreille ou un casque antibruit.

Questionnaire préalable à la réalisation d'une IRM

L'IRM utilise un champ magnétique intense. Des précautions particulières doivent être prises avant de réaliser l'examen.

Par conséquent, nous vous remercions de remplir attentivement ce formulaire

Nom :

Prénom :

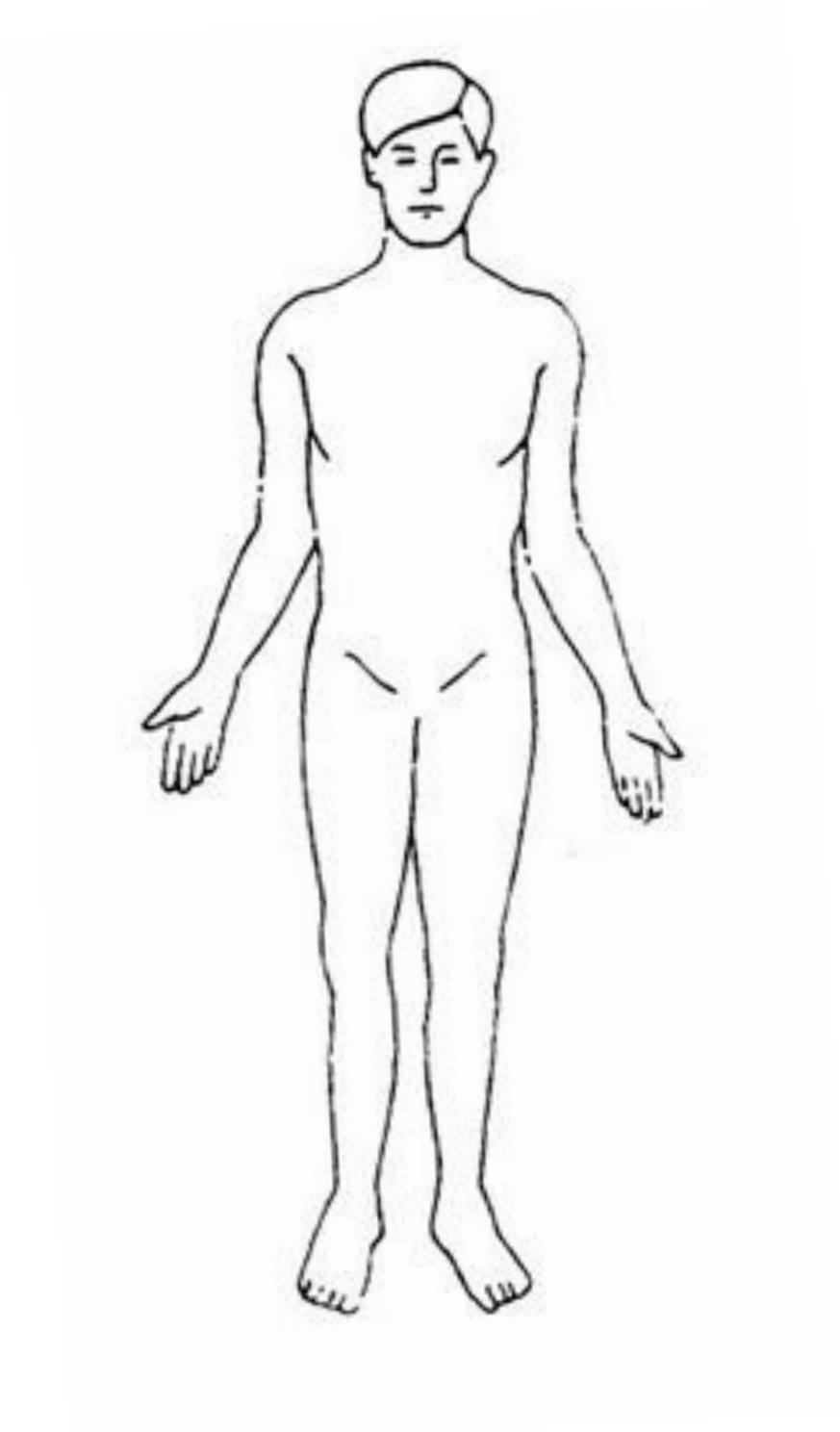
Poids :

Taille :

	Oui	Non
Etes-vous porteur d'un pacemaker (appelée communément pile cardiaque) ?		
Etes-vous porteur d'un défibrillateur implantable ?		
Avez-vous déjà été opéré du cœur ?		
Si oui, quel type d'intervention ?		
Etes-vous porteur d'un clip neurochirurgical ?		
Avez-vous déjà été opéré du cerveau ?		
Si oui, quel type d'intervention ?		
Etes-vous porteur d'un neurostimulateur ?		
Etes-vous porteur d'une prothèse auditive ?		
Etes-vous porteur d'un implant cochléaire ?		
Etes-vous porteur d'un endoprothèse vasculaire ?		
Avez-vous déjà été opéré des artères ou des veines ?		
Si oui, quel type d'intervention ?		
Etes-vous porteur d'une pompe à insuline ?		
Etes-vous porteur d'une prothèse dentaire ?		
Etes-vous porteur d'une autre prothèse ou d'un autre implant ?		
Si oui, lesquels ?		
Etes-vous susceptible d'avoir un éclat métallique dans l'œil ?		
Etes-vous susceptible d'avoir un éclat métallique ailleurs dans le corps (éclat d'obus, balle, ...) ?		
Madame, êtes-vous enceinte ?		
Etes-vous insuffisant rénal ?		
Etes-vous insuffisant respiratoire ?		
Avez-vous un glaucome ?		
Avez-vous un terrain allergique connu ?		
Si oui, lequel ?		

Si vous avez déjà été opéré, merci d'indiquer la région opérée sur ce schéma.

Si vous pensez être porteur d'un objet métallique dans le corps, merci d'indiquer à quel endroit sur ce schéma.



Nom et prénom du manipulateur :

Date :