

Vos questions / nos réponses

Imagerie par résonance magnétique (IRM) : Quelles mesures de prévention prévoir pour une travailleuse enceinte ?



La réponse du Dr Anne Bourdieu, département Études et assistance médicales, INRS.

La QR 125 annule et remplace la QR 47.

Médecin du travail, je suis sollicité par une manipulatrice en électroradiologie médicale (MERM) affectée en service d'IRM, et enceinte. Y a-t-il des aménagements de poste à proposer ?

En l'état actuel des connaissances, les seuls effets avérés des champs électromagnétiques (CEM) sont aigus, réversibles, à seuil et dépendants de la fréquence et de l'intensité. Toutefois, il importe de rappeler que diverses instances scientifiques internationales [1, 2] s'accordent sur le manque de données sur les effets cumulatifs, à long terme ou à retardement de l'exposition à des CEM.

Dans le cas particulier d'un équipement d'IRM, trois types de CEM sont générés [3] :

- un champ magnétique statique (fréquence de 0 Hertz, principalement 1,5 et 3 Tesla (T) dans le domaine médical) est présent en permanence, les travailleurs peuvent donc y être exposés quelles que soient leurs tâches. Leurs déplacements en champ magnétique statique génèrent des champs magnétiques variables dans le temps induits par le mouvement, appartenant aux extrêmement basses fréquences ;
- des gradients de champs électromagnétiques (de l'ordre de quelques kilohertz) sont émis pour l'acquisition des images ;
- des radiofréquences (64 mégahertz pour l'IRM 1,5 T et 128 mégahertz pour l'IRM 3 T), également présents uniquement pendant l'acquisition des images.

Les spécificités inhérentes aux aimants ouverts et aux procédures interventionnelles ne seront pas abordées. Concernant l'exposition aux champs magnétiques statiques, l'*International commission on non-ionizing radiation protection* (ICNIRP) conclut à l'absence de preuves d'effets graves sur la santé humaine et sur la reproduction en expérimentation animale [4]. De façon plus nuancée, une revue de la littérature [5]

pointe l'insuffisance de données pour statuer avec certitude sur leur risque reprotoxique (et génotoxique) en raison d'un faible nombre d'études, aux conclusions contradictoires. En milieu professionnel, une étude ancienne et présentant des biais méthodologiques a rapporté une augmentation non significative du risque de fausse-couche chez les travailleuses en IRM, sans précision, en comparaison avec d'autres activités professionnelles, non spécifiées par les auteurs, et avec des femmes inactives. Les auteurs concluent néanmoins à l'absence de risque majeur pour la reproduction [6]. Une étude de 2005, présentant également des biais méthodologiques, ne permet pas plus de conclure avec certitude sur le risque professionnel [5].

L'exposition à des champs magnétiques statiques et les courants électriques induits dans le corps par les mouvements dans ce type de CEM peuvent notamment entraîner des sensations vertigineuses, des phosphènes, ainsi que des modifications mineures et temporaires de certaines fonctions cognitives (orientation visuo-spatiale, concentration). Le risque d'accident en salle d'IRM peut donc s'en trouver accru, en dehors même d'un contexte de grossesse. Diminuer la vitesse de déplacement est une mesure préventive qui permet de limiter l'incidence et l'intensité de tels phénomènes [7].

Concernant les gradients de CEM, Hartwig et al. ne retiennent pas, dans leur revue de la littérature, d'argument pour une reprotoxicité *in vitro* ni *in vivo* [5].

Dans le domaine des radiofréquences (RF), l'Agence nationale de sécurité sanitaire, de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) a noté « un niveau de preuve insuffisant pour conclure » dans les domaines de la reproduction et du développement [8]. Il faut toutefois préciser que ce rapport d'expertise

se centre sur le domaine des télécommunications. Les RF peuvent entraîner un échauffement des tissus, voire une hyperthermie, quand les valeurs limites d'exposition (VLE) sont dépassées. Or, une augmentation de la température maternelle comporte un risque de malformation. D'après une étude réalisée sur fantôme dans des conditions d'examen de patientes bénéficiant d'une IRM, l'augmentation de température chez le fœtus et la mère est inférieure à la valeur reconnue comme tératogène (1,5 °C), mais excède toutefois la valeur limite recommandée pour protéger la grossesse, à savoir 0,5 °C [9]. Il faut néanmoins rappeler que les niveaux d'exposition chez un patient peuvent être supérieurs à ceux auxquels sont soumis les travailleurs.

Afin d'assurer la protection de l'enfant à naître, le Code du travail prévoit donc des dispositions particulières contre les risques dus à l'exposition aux CEM des femmes enceintes, classées parmi les « *travailleurs à risques particuliers* » conformément à l'article R. 4453-8. L'article R. 4152-7-1 dispose ainsi que le niveau d'exposition pendant la grossesse doit être « *maintenu(...) à un niveau aussi faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre en tenant compte des recommandations de bonnes pratiques existantes, et en tout état de cause à un niveau inférieur aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques* ». Le décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 relatif à l'exposition du public aux CEM (0 Hz à 300 GHz) définit les VLE applicables au public.

Pour l'exposition aux champs magnétiques statiques, cette VLE publique est de 40 milliTesla (mT), ce chiffre s'applique donc pendant la grossesse. Or, une exposition supérieure à 40 mT en champ magnétique statique est possible à proximité de l'extrémité du tunnel pour des IRM de 1,5 Tesla et plus [10, 11]. Puisque l'intensité du champ magnétique diminue avec la distance, l'éloignement constitue une mesure de prévention. La connaissance des lignes isochamps (figurant dans la documentation du constructeur et/ou les documents internes à l'établissement) est à même de donner des arguments en faveur du respect, ou non, des VLE relatives aux travailleuses enceintes en salle d'imagerie et au niveau de la console d'IRM. Ces données ne se substituent néanmoins pas aux résultats d'une éventuelle étude de poste. Or, le niveau d'exposition varie en fonction des tâches, de la distance et des déplacements, mais également en intra- et inter-opérateurs [12]. Il peut par conséquent être fondé, en cas de difficultés pour évaluer l'exposition, de demander un mesurage des CEM à la Caisse d'assurance retraite et de santé au travail (CARSAT) territorialement

compétente pour les travailleurs relevant du Régime général. Il faut néanmoins souligner qu'une telle mesure peut être complexe.

Les VLE publiques pour les autres types de CEM rencontrés en IRM ne seront pas détaillées. Elles sont calculées en fonction de la zone exposée pour les RF, et selon la fréquence. L'information à connaître est que les VLE professionnelles pour les courants induits par les gradients peuvent être atteintes en salle d'IRM pendant l'acquisition des images [10]. Or, les VLE publiques sont inférieures aux VLE professionnelles. En parallèle, l'étude des expositions professionnelles aux RF en IRM n'exclut pas un dépassement des valeurs réglementaires à une vingtaine de centimètres des extrémités de tunnel [13].

Le *British institute of radiology* et l'*American college of radiology* préconisent que les travailleuses enceintes ne soient pas présentes dans la salle d'examen pendant l'acquisition des images d'IRM. En revanche une affectation à la console ou dans la salle d'examen hors fonctionnement de l'équipement est possible, toujours sous réserve du respect de la distance à l'aimant garantissant une exposition inférieure à 40 mT en champ magnétique statique [14, 15].

Le retrait des travailleuses enceintes de la salle d'examen pendant l'acquisition des images permet *ipso facto* la prévention de l'exposition aux RF, aux gradients de CEM ainsi qu'au bruit généré par l'IRM pendant la réalisation des images. L'exposition de la femme enceinte au bruit est en effet suspectée de pouvoir altérer le développement fœtal (déficit auditif lié aux traumatismes cochléaires, mais aussi effets extra-auditifs par le biais du stress induit) [16].

D'autre part, il est nécessaire de prendre en compte les autres risques associés au poste de MERM : manutention, postures exigeantes, risque biologique, horaires atypiques... Le ressenti et une éventuelle angoisse de la travailleuse peuvent également constituer des éléments de décision pour proposer un éventuel aménagement de poste ou un reclassement. L'article R.4624-19 du Code du travail prévoit que « *toute femme enceinte, venant d'accoucher ou allaitante est, à l'issue de la visite d'information et de prévention, ou, à tout moment si elle le souhaite, orientée sans délai vers le médecin du travail dans le respect du protocole mentionné à l'article L. 4624-1 [du Code de travail]. Cette nouvelle visite, effectuée par le médecin du travail, a notamment pour objet de proposer, si elles sont nécessaires, des adaptations du poste ou l'affectation à d'autres postes* ». Il est donc conseillé aux travailleuses enceintes de déclarer

précocement leur grossesse à l'employeur pour que les mesures de protection réglementaires puissent être mises en place, et de contacter le médecin du travail référent du service au plus tôt, idéalement au stade du projet de grossesse, afin d'envisager et/ou de mettre en place d'éventuels aménagements de poste, comme

par exemple ici une affectation à la console. Enfin, de façon réglementaire, la formation et l'information relatives à l'exposition aux CEM font partie intégrante de la prévention des risques professionnels, de même que l'évaluation des risques vis-à-vis de la reproduction *via* le document unique.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Champs électromagnétiques et santé publique. Aide-mémoire n° 322. Juin 2007. OMS, 2007 (www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322/fr/).
- 2 | Non-Ionizing Radiation, Part 2: Radiofrequency Electromagnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Volume 102. IARC, 2013 (<http://monographs.iarc.fr/> ou <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol102/index.php>).
- 3 | HANSSON MILD K, HAND J, HIETANEN M, GOWLAND P ET AL. - Exposure classification of MRI workers in epidemiological studies. *Bioelectromagnetics*. 2013 ; 34 (1) : 81-84.
- 4 | Lignes directrices relatives aux limites d'exposition aux champs magnétiques statiques. Point de repère PR 43. *Hyg Sécurité Trav. Cah Notes Doc*. 2010 ; 218 : 59-72.
- 5 | HARTWIG V, GIOVANNETTI G, VANELLO N, LOMBARDI M ET AL. - Biological effects and safety in magnetic resonance imaging: a review. *Int J Environ Res Public Health*. 2009 ; 6 (6) : 1778-98.
- 6 | EVANS J, SAVITZ DA, KANAL E, GILLEN J - Infertility and pregnancy outcome among magnetic resonance imaging workers. *J Occup Med*. 1993 ; 35 (12) : 1191-95.
- 7 | International Commission on Non-ionizing Radiation Protection (ICNIRP) - Guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. *Health Phys*. 2014 ; 106 (3) : 418-25.
- 8 | Radiofréquences et santé. Mise à jour de l'expertise. Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. ANSES, 2013 (www.anses.fr/fr/system/files/AP2011sa0150Ra.pdf).
- 9 | KIKUCHI S, SAITO K, TAKAHASHI M, ITO K - Temperature elevation in the fetus from electromagnetic exposure during magnetic resonance imaging. *Phys Med Biol*. 2010 ; 55 (8) : 2411-26.
- 10 | Rayonnements optiques et électromagnétiques au travail. De l'exposition à la prévention. Colloque. Paris, 20-22 octobre 2015. *Hyg Sécurité Trav*. 2016 ; Hors Série : 3-159.
- 11 | YAMAGUCHI-SEKINO S, NAKAI T, IMAI S, IZAWA S ET AL. - Occupational exposure levels of static magnetic field during routine MRI examination in 3 T MR system. *Bioelectromagnetics*. 2014 ; 35 (1) : 70-75.
- 12 | BATISTATOU E, MÖLTER A, KROMHOUT H, VAN TONGEREN M ET AL. - Personal exposure to static and time-varying magnetic fields during MRI procedures in clinical practice in the UK. *Occup Environ Med*. 2016 ; 73 (11) : 779-86.
- 13 | McROBBIE DW - Occupational exposure in MRI. *Br J Radiol*. 2012 ; 85 (1012) : 293-312.
- 14 | TEMPERTON DH - Pregnancy and Work in Diagnostic Imaging Departments. 2nd edition. British institute of radiology, 2009 (www.rcr.ac.uk/system/files/publication/field_publication_files/Pregnancy_Work_Diagnostic_Imaging_2nd.pdf).
- 15 | KANAL E, BARKOVICH AJ, BELL C, BORGSTEDE JP ET AL. - ACR guidance document on MR safe practices: 2013. *J Magn Reson Imaging*. 2013 ; 37 (3) : 501-30.
- 16 | LAFON D (Ed) - Grossesse et travail. Quels sont les risques pour l'enfant à naître ? Avis d'experts. Les Ulis : EDP Sciences ; 2010 : 561 p.

POUR EN SAVOIR +

- Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques » Volume 1 Guide pratique, Volume 2 Étude de cas, Volume 3 Guide à l'intention des PME. Bruxelles : Commission européenne Direction générale de l'emploi, des affaires sociales et de l'inclusion ; 2015 : 226 p., 146 p., 22 p.
- Champs électromagnétiques. INRS, 2017 (www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/ce-qu-il-faut-retenir.html).