

# Vos questions/nos réponses

## Imagerie par résonance magnétique (IRM) à haut champ : Quels risques ? Quelles obligations ?



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

**Médecin du travail, je suis interrogé sur un projet d'installation d'imagerie par résonance magnétique (IRM) « à haut champ ». Quels sont les éléments principaux à connaître en termes de prévention et d'organisation du suivi en santé au travail.**

Les équipements d'IRM génèrent un champ magnétique statique permanent intense auquel toute personne entrant dans la salle peut être exposée. Dans le secteur médical, les installations rencontrées émettent des champs d'une intensité de 1,5 tesla (T) (IRM « standard ») ou, plus rarement, de 3 T (IRM « à haut champ »). Les évolutions techniques ont permis la mise au point d'équipements de 7 T (« à ultra haut champ ») dont le déploiement à visée médicale a débuté en France. Certaines installations dans le domaine de la recherche émettent des champs magnétiques dont la puissance excède la dizaine de tesla<sup>1</sup>. En comparaison, le champ magnétique terrestre est de l'ordre de quelques dizaines de microtesla. À l'inverse du champ magnétique statique qui est présent en permanence, l'émission de champs basses fréquences (BF) (de l'ordre de quelques kilohertz) et de radiofréquences (RF) (de

42 à 400 mégahertz environ pour les IRM) n'a lieu que pendant l'acquisition des images.

Il faut préciser que les effets avérés des champs électromagnétiques (CEM) sont aigus et à seuil<sup>2</sup>. Le respect des valeurs limites d'exposition professionnelle (VLEP), définies à l'article R. 4453-3 du Code du travail (CT), permet de s'assurer que les seuils d'apparition des effets biophysiques directs ne sont pas atteints<sup>3</sup>. La nature de ces effets dépend de la fréquence des CEM [2]. Ils se répartissent en deux catégories : sensoriels et sur la santé (encore appelés sanitaires). Les signes sensoriels sont réversibles à l'arrêt de l'exposition. En champ magnétique statique, ils peuvent consister en des nausées, un goût métallique, des vertiges. Leur apparition est favorisée par les mouvements, surtout si la tête est impliquée et que les variations de vitesse sont rapides. En effet, les déplacements dans un champ magnétique statique peuvent générer des courants induits dans l'organisme, responsables d'une stimulation des tissus biologiques excitables (organes sensoriels, muscles et système nerveux). Ce phénomène peut se produire lors de mouvements dans des champs statiques dont l'intensité respecte la VLEP mais s'en approche (par exemple dans des installations

1. Des équipements de conformation différente et de taille très inférieure mais de technologie similaire, sont utilisés en spectrométrie (résonance magnétique nucléaire ou RMN). Ils peuvent générer un champ magnétique statique d'une vingtaine de tesla. L'intensité de ce champ à l'extérieur de l'appareil varie considérablement en fonction de l'ancienneté du spectromètre RMN et des caractéristiques de ses blindages, pouvant constituer un danger jusqu'à plusieurs mètres à distance. Une illustration de l'évaluation des risques pour les travailleurs est disponible dans [1].

2. Les conséquences éventuelles d'une exposition chronique aux CEM ne seront pas abordées ici malgré un classement des BF et RF en 2B (« peut-être cancérogènes pour l'homme ») par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC). En effet, la réglementation a été fixée pour prévenir l'apparition des effets aigus, considérant que les données de la littérature scientifique sont, pour l'heure, insuffisantes pour conclure sur l'existence d'effets qui pourraient résulter d'une exposition au long cours.

3. À titre informatif, les VLEP sont internes à l'organisme et donc très difficilement évaluables en pratique courante sauf dans le cas des champs magnétiques statiques. Pour les CEM de fréquence  $\geq 1$  hertz, l'article R. 4453-4 du Code du travail dispose de valeurs déclenchant l'action (VA), opérationnelles, mesurables au poste de travail et dont le respect garantit celui des VLEP.

de 1,5 T). Ont été ainsi décrits des phosphènes, des perturbations mineures et transitoires de certaines fonctions cognitives (concentration, orientation dans l'espace, coordination oculomotrice...), des contractions musculaires brèves, des sensations parasites. Dans la grande majorité des situations de travail, le personnel soignant est absent de la salle d'imagerie pendant la réalisation des clichés et n'est donc pas exposé aux BF ni aux RF grâce au blindage de la salle constituant une cage de Faraday, et à l'éloignement à la source de CEM. L'intensité dans ces gammes de fréquences diminue effectivement rapidement avec la distance.

En champ magnétique statique, la VLEP relative aux effets sensoriels est fixée à 2 T pour les expositions localisées de la tête, et à 8 T pour celle localisée des membres. Pour les effets sur la santé, la VLEP est de 8 T pour une exposition de l'ensemble du corps. Pour mémoire, les signes décrits au-delà de 8 T sont d'ordre cardiovasculaire mais leur significativité sur le plan clinique n'est pas assurée.

Il ressort de la confrontation entre réglementation et caractéristiques techniques des équipements que l'exposition des travailleurs en IRM peut conduire à un dépassement de VLEP sur des installations de 3 T, a fortiori de 7 T. L'évolution technologique laisse à penser que ce cas de figure se rencontrera plus fréquemment à l'avenir.

Le **dépassement, temporaire, de VLEP relatives aux effets sensoriels** est autorisé lorsque la pratique de travail le nécessite et en l'absence d'alternative possible. Les conditions encadrant ces dépassements sont définies aux articles R. 4453-20 à R. 4453-26 du CT. L'employeur doit ainsi en consigner la justification dans le document unique d'évaluation des risques et informer le médecin du travail, les professionnels de santé du service de santé au travail et le comité social et économique. Il s'assure de la mise en œuvre de mesures et moyens de prévention complémentaires et désigne un conseiller à la prévention des risques liés aux CEM. Les travailleurs doivent recevoir une formation renforcée sur les risques, les mesures et moyens de prévention spécifiques à prendre pendant cette exposition, et pouvoir signaler l'apparition de tout effet sensoriel *via* un dispositif mis en place par l'employeur. Après chaque signalement, l'employeur met à jour, si nécessaire, l'évaluation des risques et adapte les moyens et mesures de prévention. L'article R. 4453-26 du CT dispose que « *pour chaque travailleur concerné, l'employeur identifie et transmet au médecin du travail les informations suivantes, qu'il réactualise*

*en tant que de besoin* : «1° La nature du travail ; «2° Les caractéristiques des champs électromagnétiques [auxquels] le travailleur est exposé ; «3° Les niveaux d'exposition, et le cas échéant, les résultats des mesures, du calcul, ou de la simulation numérique des niveaux de champs électromagnétiques ; «4° La fréquence des expositions ».

Le **dépassement des VLEP relatives aux effets sur la santé** est autorisé uniquement pour les « *équipements d'imagerie par résonance magnétique destinés aux soins des patients dans le secteur de la santé ou à la recherche dans ce domaine* ». Ces dispositions particulières sont applicables « *à l'installation, à l'essai, à l'utilisation, au développement et à l'entretien* » des IRM. Elles sont détaillées aux articles R. 4453-27 à R. 4453-34 du CT. Des mesures similaires à celles prescrites en cas de dépassement des VLEP relatives aux effets sensoriels sont applicables : justification et caractère temporaire, dispositif de signalement d'effets éventuels... En plus, dans le cadre d'un dépassement de VLEP relatives aux effets sur la santé, « *l'employeur [doit demander] l'avis du médecin du travail et celui du comité social et économique* », « *le travailleur [ne doit faire l'objet d'aucune] contre-indication médicale<sup>4</sup>, et l'accès au poste de travail fait l'objet d'une habilitation nominative délivrée par l'employeur, renouvelée si la pratique de travail le nécessite* ». Enfin, l'employeur demande l'autorisation de dépasser les VLEP relatives aux effets sur la santé au directeur régional des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE). Cette demande comprend notamment le nom et l'adresse du service de santé au travail dont l'établissement relève, la liste des postes de travail concernés, l'avis du médecin du travail et du comité social et économique.

Le **suivi individuel en santé au travail** des personnels intervenant sur des IRM comporte quelques particularités.

L'exposition à des CEM de forte intensité n'impose pas un suivi individuel renforcé. Néanmoins, la visite d'information et de prévention doit être réalisée avant la prise de fonction effective si l'évaluation des risques conclut qu'une VLEP peut être dépassée. Pour mémoire, il est interdit d'affecter des jeunes travailleurs de moins de 18 ans à des postes pouvant exposer à un dépassement des VLEP. L'article R. 4453-19 du CT prévoit que « *lorsqu'une exposition au-delà des valeurs limites d'exposition est détectée ou lorsqu'un effet indésirable ou inattendu sur la santé*

4. La réglementation ne donne pas de précision quant à ces contre-indications.

susceptible de résulter d'une exposition à des champs électromagnétiques est signalé par un travailleur, celui-ci bénéficie d'une visite médicale ».

L'intensité du champ magnétique statique est maximale dans le tunnel de l'IRM. Il convient donc de porter une attention particulière à certains professionnels qui peuvent être amenés à placer leur tête à proximité immédiate, voire à l'intérieur du tunnel : anesthésistes ou urgentistes, personnel d'entretien, de maintenance... La question de l'information des travailleurs d'entreprises extérieures est cruciale en termes de prévention, comme le souligne l'article R. 4453-32 du CT qui précise que « les dispositions particulières prises dans le cadre de travaux réalisés par une entreprise extérieure » doivent figurer dans le dossier de demande d'autorisation de dépassement des VLEP relatives aux effets sur la santé adressé au DIRECCTE.

En l'état des connaissances scientifiques, il n'existe pas d'examen paraclinique validé pour le suivi de travailleurs exposés aux CEM ni indiqué dans les suites d'un dépassement de VLEP.

Les professionnels de santé au travail peuvent délivrer des informations dans plusieurs domaines. L'attention des travailleurs peut être attirée sur le risque accidentogène en lien avec les signes sensoriels, et sur l'intérêt de limiter la vitesse des déplacements pour leur prévention. Il est souhaitable de sensibiliser les femmes à l'intérêt de déclarer précocement sa grossesse, et l'ensemble des travailleurs aux risques

liés aux dispositifs médicaux. En effet, l'article R. 4453-8 du CT qualifie de « travailleurs à risques particuliers » les travailleuses enceintes [3] et les porteurs de dispositifs médicaux actifs ou passifs, implantés ou portés à même le corps [4], qui pourraient, en fonction de l'évaluation spécifique du risque, nécessiter une adaptation du poste de travail.

Il importe enfin de mettre l'accent sur le **risque d'effets indirects des CEM** sur l'environnement de travail. En effet, les objets composés de matériaux ferromagnétiques (acier, fer, nickel, cobalt...) placés en champ magnétique statique peuvent subir des phénomènes d'attraction – projection (« effet projectile ») ou d'alignement (« effet boussole »), et provoquer de fait des accidents ou des lésions indirectement sur les personnes. L'ensemble du personnel de soin, de maintenance, d'entretien (et les patients) doit être informé de ces risques pour ne pas introduire d'éléments aimantables dans la salle d'examen, qu'il s'agisse de bijoux, de matériel de soin ou d'outils de travail au sens large.

Enfin, la présence de CEM ne doit pas faire omettre les autres risques, physiques, biologiques, chimiques... communément présents dans les domaines du soin et de la recherche.

**Remerciement à Romain Mouillseaux du département Expertise et conseil technique de l'INRS pour sa relecture attentive.**

## BIBLIOGRAPHIE

1 | Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques ». Volume 2. Étude de cas. Bruxelles : Commission européenne, Direction générale de l'emploi, des affaires sociales et de l'inclusion ; 2015 : 143 p.

2 | MOUREAUX P - Expositions aux champs électromagnétiques. Repères

en santé au travail. Pratiques et métiers TM 44. *Réf Santé Trav.* 2018 ; 153 : 73-81.

3 | BOURDIEU A - Imagerie par résonance magnétique (IRM) : quelles mesures de prévention prévoir pour une travailleuse enceinte ? Vos questions / nos réponses QR 125. *Réf Santé Trav.* 2017 ; 152 : 128-30.

4 | BOURDIEU A - Salariés porteurs d'implants médicaux exposés aux champs électromagnétiques : quelles conséquences sur leur classement en « travailleurs dits à risques spécifiques » ? Vos questions / nos réponses QR 121. *Réf Santé Trav.* 2017 ; 150 : 118-19.

## POUR EN SAVOIR +

- Non-ionizing Radiation. Part 1: Static and Extremely Low-frequency (ELF) Electric and Magnetic Fields. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Volume 80. IARC, 2002 (<https://publications.iarc.fr/98>).
- Effets sanitaires liés à l'exposition aux champs électromagnétiques basses fréquences Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. ANSES, 2019 (<https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2013SA0038Ra.pdf>).
- Radiofréquences et santé. Mise à jour de l'expertise. Avis de l'ANSES. Rapport d'expertise collective. ANSES, 2013 (<https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2011SA0150Ra.pdf>).