

DOSSIER

# CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES

## SOMMAIRE DU DOSSIER

- ▶ Ce qu'il faut retenir
- ▶ Sources d'exposition aux champs électromagnétiques
- ▶ Effets des champs électromagnétiques sur la santé
- ▶ Évaluer les risques liés aux champs électromagnétiques
- ▶ Réduire les risques liés aux champs électromagnétiques
- ▶ Réglementation
- ▶ Suivi médical
- ▶ Publications, outils, liens utiles



© Yves Cousson / INRS

## Ce qu'il faut retenir

### Limiter les expositions professionnelles aux champs électromagnétiques

**Imperceptibles dans la plupart des situations de travail, les champs électromagnétiques peuvent, au-delà de certains seuils, avoir des effets sur la santé de l'homme. Il est donc important de rappeler quelques notions afin d'évaluer les risques liés à l'exposition aux champs électromagnétiques au poste et dans l'environnement de travail. Cette évaluation sert de base pour la mise en place de mesures de prévention permettant de réduire les expositions professionnelles.**

Bien que non perceptibles, les champs électromagnétiques sont présents partout dans l'environnement. Toute **installation électrique** crée dans son voisinage un champ électromagnétique, composé d'un **champ électrique** et d'un **champ magnétique**.

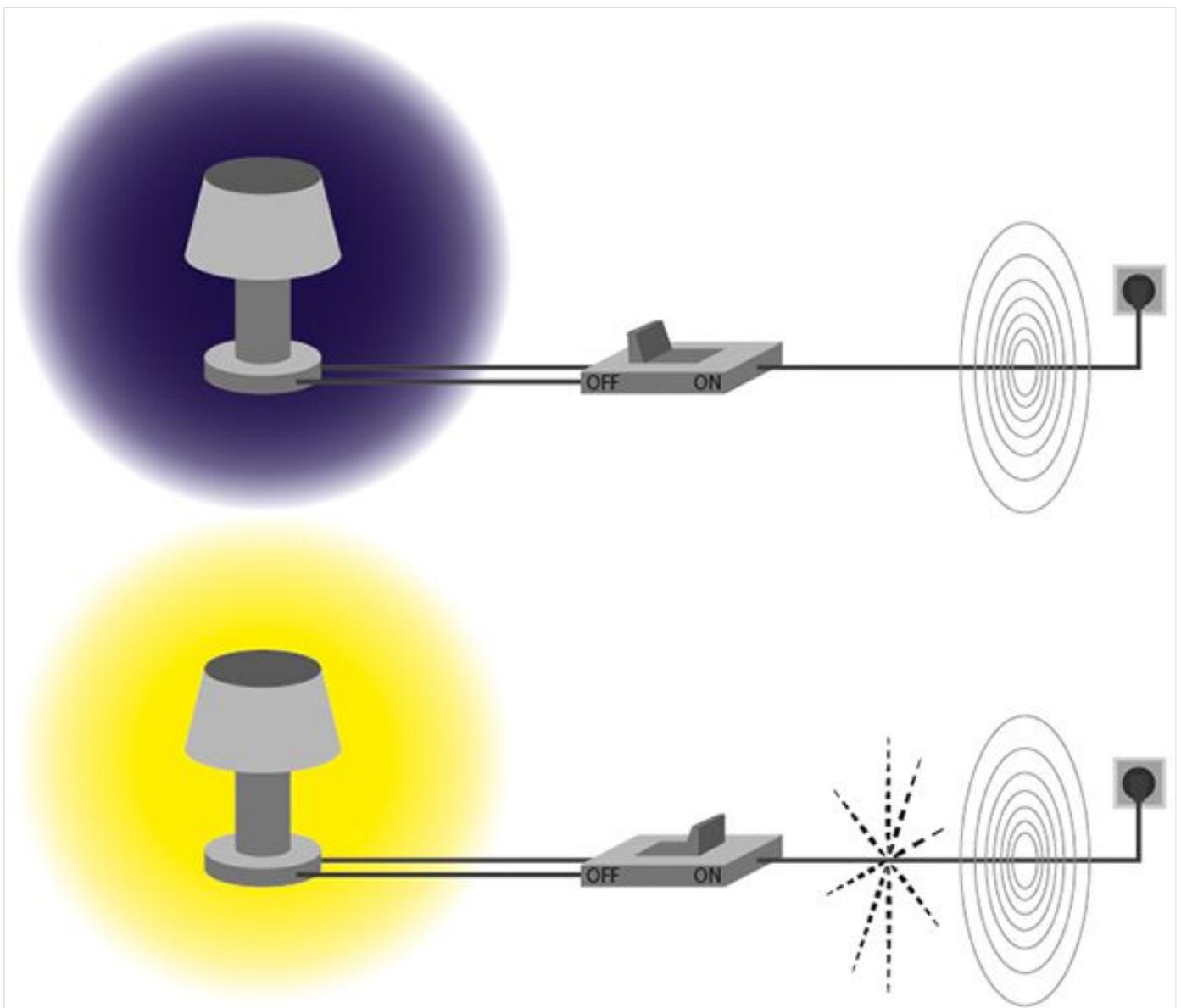
### Quelques rappels utiles

Un **champ électromagnétique** apparaît dès lors que des charges électriques sont en mouvement. Ce champ résulte de la combinaison de 2 ondes (l'une électrique, l'autre magnétique) qui se propagent à la vitesse de la lumière.

Tout **fil conducteur** sous tension produit un **champ électrique** dans son voisinage. Son intensité se mesure en volts par mètre (V/m).

Les **champs magnétiques** n'apparaissent que lors du passage d'un **courant électrique** dans un conducteur. Leur intensité se mesure en ampères par mètre (A/m), on parle aussi d'induction magnétique qui se mesure en microteslas ( $\mu$ T).

Certains matériaux tels que ceux destinés à fabriquer des aimants émettent dans leur environnement une induction magnétique sans qu'il y ait présence d'un courant.



© Philippe Demaret pour l'INRS

**Présence du champ électrique et du champ magnétique : exemple d'une lampe**

Lampe éteinte branchée sur la prise de courant : présence d'un champ électrique seul - Lampe allumée : présence d'un champ électrique et d'un champ magnétique

Les **champs magnétiques statiques** sont liés à la présence d'**aimants permanents**, d'**électroaimants** alimentés en courant continu ou plus généralement de **sources de courants continus**.

Les champs électriques, magnétiques et électromagnétiques font partie des **rayonnements dits non ionisants** : ils ne sont pas suffisamment énergétiques pour éjecter un électron d'un atome ou d'une molécule (par opposition aux **rayonnements ionisants**).



**OUTIL** OUTIL EN LIGNE



### Oseray

Oseray est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>2</sup>

<sup>2</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil61>

**BROCHURE** 11/2004 | ED 4202



### Les sources de rayonnements non ionisants (jusqu'à 60 GHz)

Cette fiche de synthèse a pour but d'aider au repérage des activités professionnelles utilisant des sources de champs électromagnétiques dont la fréquence est comprise entre 0 et 60 GHz <sup>4</sup>

<sup>4</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204202>

**BROCHURE** 10/2018 | ED 4204



### La réglementation en milieu professionnel

Cette fiche permet aux employeurs, préventeurs et utilisateurs d'équipements industriels susceptibles d'émettre des champs électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz de mettre en application les dispositions prévues dans le Code du travail pour assurer la protection des travailleurs. <sup>6</sup>

<sup>6</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204204>

**ARTICLE DE REVUE** 12/2016 | CC 16



**BROCHURE** 07/2017 | ED 4201



### Généralités sur les champs électromagnétiques jusqu'à 300 GHz

Cette fiche de synthèse présente les notions de base sur les origines et la nature des champs électromagnétiques <sup>3</sup>

<sup>3</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204201>

**BROCHURE** 11/2018 | ED 4350



### Les ondes électromagnétiques : actions et effets sur le corps humain

Cette fiche concerne les préventeurs et les médecins du travail. Les informations présentées permettent de comprendre comment certaines interactions des champs électromagnétiques avec la matière vivante peuvent se traduire par des effets sur la santé. <sup>5</sup>

<sup>5</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204350>

**BROCHURE** 04/2019 | ED 4214



### Champs électromagnétiques : moyens de prévention

Cette fiche décrit la démarche de prévention à suivre pour diminuer l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques émis par les machines industrielles. Elle propose également des exemples de solutions pour différents types d'équipements. <sup>7</sup>

<sup>7</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204214>



### **Rayonnements optiques & électromagnétiques au travail**

Pour accompagner les entreprises dans l'amélioration de la prévention des risques professionnels, l'INRS a organisé le colloque " Rayonnements optiques & électromagnétiques - De l'exposition à la prévention " en octobre 2015 à Paris. Durant trois jours, ce colloque a rassemblé près de 300 ... <sup>8</sup>

<sup>8</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=CC%2016>

- ▶ **Champs électromagnétiques / Organisation mondiale de la santé**
- ▶ **Portail radiofréquences, santé, environnement / Portail ministériel Radiofrequences.org**
- ▶ **Champs électromagnétiques / Portail Santé, environnement, travail**
- ▶ **International commission on non-ionizing radiation protection / Site de l'ICNIRP**

*Mis à jour le 03/05/2017*

# Sources d'exposition aux champs électromagnétiques

## Des sources d'émission de champ dans tous les secteurs d'activité

**Dès lors qu'une source d'électricité est présente dans l'environnement, des champs électriques et magnétiques sont émis. En conséquence, tous les secteurs d'activités sont susceptibles d'être concernés par la présence de champs électromagnétiques. Toutefois, dans la grande majorité des situations de travail, l'exposition reste très inférieure aux limites réglementaires.**

Les sources d'exposition aux champs électromagnétiques ne sont en général pas conçues pour émettre un champ mais elles consomment un courant ou utilisent une tension qui sont à l'origine de ces champs que l'on retrouvera principalement à proximité des conducteurs d'alimentation ou interne à l'installation.

- Lignes d'alimentation de grosses installations (électrolyse industrielle, fours de verrerie...)
- D'autres sources ont pour fonction d'émettre un champ et on les retrouvera dans le secteur des radiocommunication ou des télécommunication.
- Antennes d'émission de télédiffusion ou de radiodiffusion
- Radars.

Certaines machines, du fait de leur utilisation particulière du courant ou de la tension, vont être particulièrement exposantes.

- Presse à souder à haute fréquence,
- Chauffage par induction.

Fort heureusement, la plupart des sources présentes dans notre environnement de travail ne sont pas à l'origine de champs électromagnétiques qui pourraient provoquer des effets sanitaires ou sensoriels.

Le guide européen non-contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE propose une liste de sources potentielles de champs électromagnétiques et fournit une réponse quand au risque que ces sources peuvent entraîner.

### Pour en savoir plus

**OUTIL** OUTIL EN LIGNE



### Oseray

Oseray est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>9</sup>

<sup>9</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil61>

**BROCHURE** 11/2018 | ED 4350



### Les ondes électromagnétiques : actions et effets sur le corps humain

Cette fiche concerne les préventeurs et les médecins du travail. Les informations présentées permettent de comprendre comment certaines interactions des champs électromagnétiques avec la matière vivante peuvent se traduire par des effets sur la santé. <sup>10</sup>

<sup>10</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204350>

**BROCHURE** 11/2004 | ED 4202



### Les sources de rayonnements non ionisants (jusqu'à 60 GHz)

Cette fiche de synthèse a pour but d'aider au repérage des activités professionnelles utilisant des sources de champs électromagnétiques dont la fréquence est comprise entre 0 et 60 GHz. <sup>11</sup>

<sup>11</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204202>

**BROCHURE** 07/2013 | ED 4200



### Téléphones mobiles et stations de base

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques des téléphones mobiles et des stations de base : quels sont les risques, les moyens de prévention, la réglementation ? <sup>12</sup>

<sup>12</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204200>

**BROCHURE** 08/2015 | ED 4205



### Les presses utilisant le chauffage par pertes diélectriques

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques des machines utilisant le chauffage par pertes diélectriques : quels sont les risques, les moyens de prévention ? <sup>13</sup>

<sup>13</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204205>

**BROCHURE** 07/2017 | ED 4207



### Les réseaux sans fil de proximité

Caractéristiques électromagnétiques des principales technologies de réseaux de télécommunications sans fil de proximité : Bluetooth, DECT, Wifi, Wimax. <sup>14</sup>

<sup>14</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204207>

**BROCHURE** 03/2008 | ED 4210



**BROCHURE** 06/2012 | ED 4211





### Les lignes à haute tension et les transformateurs

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques générés par les lignes à haute tension et les transformateurs électriques <sup>15</sup>

<sup>15</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204210>

**BROCHURE** 12/2013 | ED 4212



### Les radars

Cette fiche de la collection Champs électromagnétiques traite des radars : technique, risques pour l'homme, réglementation et niveaux d'exposition, évaluation des risques et moyens de prévention. <sup>17</sup>

<sup>17</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204212>

**BROCHURE** 09/2018 | ED 4217



### La RFID (radio frequency identification)

Ce document permet d'identifier les utilisations de la technologie RFID et de comprendre le principe de fonctionnement. Il fournit également la démarche à suivre pour l'évaluation du risque électromagnétique. <sup>19</sup>

<sup>19</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204217>

**BROCHURE** 12/2017 | ED 4266



### Électrolyse industrielle

Les processus d'électrolyse industrielle exposent les opérateurs à des rayonnements électromagnétiques susceptibles de dépasser les valeurs limites du décret 2016-1074. Ce document permet d'identifier les principales sources d'émission et fournit des principes de prévention. <sup>21</sup>

<sup>21</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204266>

**BROCHURE** 05/2017 | ED 4219



### Soudage par résistance

Cette fiche présente les risques et les mesures de prévention liés à l'exposition aux champs électromagnétiques lors des procédés de soudage par résistance de pièces métalliques. <sup>23</sup>

<sup>23</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204219>

Mis à jour le 03/05/2017



### Le chauffage par induction électromagnétique

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques du chauffage par induction électromagnétique : quels sont les risques, les moyens de prévention ? <sup>16</sup>

<sup>16</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204211>

**BROCHURE** 06/2014 | ED 4213



### Les équipements de chauffage industriels par micro-ondes

Cette fiche est destinée à sensibiliser les chargés de prévention sur les risques liés à l'utilisation d'équipements de chauffage industriels par micro-ondes. <sup>18</sup>

<sup>18</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204213>

**BROCHURE** 12/2018 | ED 4218



### Contrôle par magnétoscopie. Démagnétiseurs

Cette fiche concerne tous les préventeurs amenés à effectuer des analyses des risques électromagnétiques aux postes de travail comprenant des machines de contrôle par magnétoscopie et des démagnétiseurs. <sup>20</sup>

<sup>20</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204218>

**BROCHURE** 12/2018 | ED 4209



### L'imagerie par résonance magnétique

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques lors de l'utilisation d'IRM (résonance magnétique nucléaire) : quels sont les risques, les moyens de prévention, la réglementation ? <sup>22</sup>

<sup>22</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204209>

# Effets des champs électromagnétiques sur la santé

## Des effets avérés ou supposés

**Les champs électromagnétiques peuvent avoir des conséquences sur la santé des salariés exposés. Leurs effets sur l'organisme peuvent être directs : échauffement des tissus biologiques, stimulation du système nerveux, troubles visuels... Ils peuvent être indirects, en provoquant des blessures ou en aggravant une situation de travail dangereuse : projection d'objets ferromagnétiques, déclenchement d'une explosion ou d'un incendie... Le point sur les effets connus et sur ce qui reste à démontrer.**

Pour une très large gamme d'intensités, les **champs électromagnétiques** peuvent avoir des effets, directs ou indirects, sur la plupart des systèmes physiologiques. Ils peuvent également perturber le fonctionnement des **dispositifs médicaux actifs implantés ou non** comme les **pacemakers ou les pompes à insuline**. La survenue de tels effets à court terme est réduite par le respect des valeurs limites et des bonnes pratiques de prévention.

Les articles R. 4453-3 et R. 4453-4 Code du travail définissent des **valeurs seuils** en fonction des **effets sur la santé**.

## Effets directs des champs statiques, électriques ou magnétiques

Les champs électriques statiques peuvent provoquer des **réactions cutanées**. En effet, ils induisent au niveau de la peau des personnes exposées une modification de la répartition des charges électriques. Cette modification est perceptible surtout au niveau des poils et des cheveux (seuil de perception : 10 kV/m, seuil de sensations désagréables : 25 kV/m).

Les **champs magnétiques statiques** peuvent être à l'origine :

- d'une modification de l'**électrocardiogramme** (ECG) au-delà de 8 T ;
- d'**effets sensoriels** (nausées, vertiges, goût métallique au-delà de 2 T).

Ces effets peuvent survenir en cas d'exposition à un champ magnétique statique de très grande intensité et lorsqu'on se déplace dans le champs.

## Effets directs dus aux courants induits

Ces effets sont fonction de la densité de courant induit dans l'organisme humain (produit du champ électrique interne et de la conductivité du corps humain). L'unité de cette densité de courant induit est l'ampère par mètre carré (A/m<sup>2</sup>).

### Effets dus aux courants induits en fonction de leur densité

- Inférieure à 10 mA/m<sup>2</sup> : pas d'effet connu sur la santé
- De 10 à 100 mA/m<sup>2</sup> : effets visuels et nerveux, soudure des os
- De 100 à 1 000 mA/m<sup>2</sup> : stimulation des tissus excitables
- Supérieure à 1 000 mA/m<sup>2</sup> : fibrillation

## Cancérogénicité

Sur la base de plusieurs études épidémiologiques mettant en évidence un risque accru de **leucémie** chez des enfants vivant à proximité de lignes à haute tension, le CIRC a classé les **champs électromagnétiques très basses fréquences** (inférieur à 100 kHz) comme « peut-être cancérogènes pour l'homme » (groupe 2B).

En 2011, le CIRC a également classé les **champs électromagnétiques radiofréquences** comme « peut-être cancérogènes pour l'homme » (groupe 2B). Ce classement a été établi suite à quelques études épidémiologiques, sur la base d'un risque accru de **gliome** (un type de cancer malin du cerveau) associé à l'utilisation de **téléphone sans fil**.

À ce jour, il n'a pas été possible d'établir un lien de causalité entre les expositions incriminées et l'apparition de leucémies lors d'exposition à des champs magnétiques de très basses fréquences..

De manière générale, les études sont, à ce jour, insuffisantes pour conclure définitivement sur le caractère cancérogène ou non des champs électromagnétiques de basses ou hautes fréquences.

## Troubles visuels

Des personnes soumises à un champ magnétique variable (autour d'une fréquence de 20 Hz et au-dessus d'un seuil d'intensité de 2 à 3 mT) ressentent parfois des troubles visuels, caractérisés par la perception de taches lumineuses appelées **magnétosphènes**. A la fréquence du réseau électrique 50 Hz, ces troubles peuvent apparaître à partir d'une exposition de la tête à une induction magnétique externe de 4 à 6 mT (source Incirp 2010).

## Hyperthermie due aux champs haute fréquence

Lors de l'exposition à des champs hautes fréquences (supérieur à 100 kHz), l'énergie absorbée par les tissus biologiques peut entraîner une augmentation de la température du corps entier (**hyperthermie**) ou d'une région. Cependant, le corps humain est capable, jusqu'à un certain point, de lutter contre cet échauffement par la **thermorégulation**. Cet échauffement des tissus se caractérise par le débit d'absorption spécifique (DAS) exprimé en W/kg.

L'**exposition accidentelle** à de fortes puissances peut entraîner des brûlures superficielles ou profondes.

## Effet auditif dû aux impulsions hautes fréquences

Certaines personnes peuvent percevoir un effet auditif, spécifiques aux ondes pulsées hautes fréquences (de 0,3 à 6,5 GHz). Cette sensation est souvent décrite comme un « clic ». Les **radars** sont les principales sources susceptibles de générer cet effet.

## Hypersensibilité électromagnétique et symptômes non spécifiques

Quel que soit le type de champ électromagnétique, certaines personnes se plaignent de symptômes non spécifiques tels qu'**asthénie** physique ou musculaire voire douleurs musculaires, **fatigue**, pertes de mémoire ou apathie contrastant avec une irritabilité anormale, troubles du sommeil, maux de tête, vertiges, malaise... L'inquiétude vis-à-vis de ce risque peut elle-même induire des effets sans rapport avec le risque réel.

Pour ces symptômes, non spécifiques et réversibles, il est difficile de préciser le rôle de l'exposition aux champs électromagnétiques, qu'elle soit environnementale ou professionnelle.

« A l'heure actuelle, les études scientifiques ne permettent pas d'établir un lien entre les symptômes ressentis par les personnes hypersensibles et une exposition prolongée ou non à des intensités de champs électromagnétiques rencontrés dans notre environnement quotidien. De la même façon, il n'a pas été prouvé que les personnes électro sensibles réagissent de manière plus précoce que les personnes non sensibles à la présence de champs électromagnétiques. En revanche, il est admis que les personnes hypersensibles aux champs électromagnétiques sont en état de réelle souffrance et celle-ci doit être prise en compte lors de traitements principalement centrés sur la prise en charge sanitaire des symptômes dans un cadre pluridisciplinaire. Dans tous les cas, il est admis que cette prise en charge soit effectuée le plus tôt possible après apparition des premiers symptômes. »

## Effets indirects

Les champs électromagnétiques peuvent être à l'origine d'effets indirects susceptibles de provoquer des dommages sur l'homme, d'être à l'origine d'un incident ou d'un accident, ou d'aggraver une situation de travail dangereuse.

Il peut s'agir :

- du déclenchement d'une **explosion** ou d'un **incendie** du fait de l'apparition d'étincelles
- d'un **dysfonctionnement** de systèmes comprenant des composants **électroniques**
- de la projection d'objets ferromagnétiques en présence d'un champ statique puissant.

Les effets indirects spécifiques aux **basses fréquences** sont dus aux **courants de contact qui apparaissent** lorsqu'une personne touche un objet métallique isolé de la terre et se trouvant dans le champ. Les effets apparaissent à partir de certains seuils dépendant de leur fréquence.

L'ensemble des effets indirects de l'exposition aux champs électromagnétiques est précisément décrit dans le « Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2103/35/UE » vol 1.

## Effets sur les implants médicaux

Les **implants passifs** (broches, plaques, vis ou stent par exemple), lorsqu'ils contiennent des matériaux conducteurs, peuvent être parcourus par des courants induits à l'origine d'**échauffement des tissus** en contact avec l'implant. Sous l'effet de champs magnétiques statiques intenses, le risque est alors le déplacement de l'implant par attraction lorsque l'implant est ferromagnétique.

Les **implants actifs** (stimulateur cardiaque, défibrillateur, stimulateurs neurologiques, valves neurologiques) peuvent subir des dysfonctionnements électriques et/ou électroniques (déprogrammation, reprogrammation, arrêt, stimulation ou inhibition inappropriés).

Les **dispositifs médicaux actifs portés près du corps** (pompe à insuline,...) peuvent aussi être le siège de dysfonctionnements lors de leur exposition à des champs électriques ou magnétiques dont l'intensité est parfois inférieure aux limites d'exposition fixées pour le public.

## Effets sur la grossesse

Pour ce qui concerne les enfants à naître, il apparaît de façon générale que l'exposition aux champs électromagnétiques aux niveaux les plus fréquemment rencontrés ne semble pas accroître le risque de mauvais développement du système nerveux ou d'hyperthermie.

En tout état de cause, la réglementation prévoit que lorsque, dans son emploi, la femme enceinte est exposée à des champs électromagnétiques, son exposition doit être maintenue à un niveau aussi faible qu'il est raisonnablement possible d'atteindre en tenant compte des recommandations de bonnes pratiques existantes, et dans tous les cas, à un niveau inférieur aux valeurs limites d'exposition du public aux champs électromagnétiques.

## Pour en savoir plus

### Brochures INRS

**OUTIL** OUTIL EN LIGNE



### Oseray

Oseray est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>24</sup>

<sup>24</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil61>

**BROCHURE** 11/2018 | ED 4350



### Les ondes électromagnétiques : actions et effets sur le corps humain

Cette fiche concerne les préventeurs et les médecins du travail. Les informations présentées permettent de comprendre comment certaines interactions des champs électromagnétiques avec la matière vivante peuvent se traduire par des effets sur la santé. <sup>25</sup>

<sup>25</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204350>

## Dossiers Web INRS

**DOSSIER** 01/2015



### Cancers professionnels

Ce dossier fait le point sur les cancers d'origine professionnelle : facteurs de risques, agents cancérigènes, politiques de prévention des cancers (notamment professionnels) et réglementation. <sup>26</sup>

<sup>26</sup> <http://www.inrs.fr/risques/cancers-professionnels>

**DOSSIER** 10/2014



### Reproduction

La démarche de prévention des risques pour la reproduction doit être adaptée au facteur de risque : agents chimiques ou biologiques, rayonnements ionisants, travail de nuit, port de charges... <sup>27</sup>

<sup>27</sup> <http://www.inrs.fr/risques/reproduction>

## Liens utiles

- Champs électromagnétiques / Organisation mondiale de la santé
- État des connaissances sur les effets sanitaires des radiofréquences / Portail radiofréquences, santé, environnement
- Champs électromagnétiques / Portail Santé, environnement, travail
- Prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) / Directive 2013/35/UE abrogeant la directive 2004/40/CE
- Valeurs limites d'exposition du public qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication / Décret 2002-775 sur Légifrance

Mis à jour le 03/05/2017

# Évaluer les risques liés aux champs électromagnétiques

## Identifier les sources, quantifier les champs

**Un inventaire des sources de champs électromagnétiques présentes sur les lieux de travail est un préalable indispensable à l'analyse des risques. Il peut être complété par des mesures ou des calculs des niveaux d'exposition afin de vérifier que les limites d'exposition sont respectées aux postes de travail exposés.**

Conformément aux dispositions du Code du travail, l'employeur évalue les risques résultant de l'exposition des travailleurs à des champs électromagnétiques. Cette évaluation a notamment pour objectif d'identifier les valeurs seuils pertinentes au regard de la situation de travail, de constater si, dans une situation donnée, l'une de ces valeurs est susceptible d'être dépassée et de déterminer le cas échéant les mesures et moyens de prévention.

Lorsqu'il procède à l'évaluation des risques, il appartient en premier lieu à l'**employeur** de faire l'**inventaire** des **sources** de champs électromagnétiques et d'évaluer le risque de dépassement des valeurs limites d'exposition aux postes de travail. S'il s'avère impossible d'établir de manière fiable, en fonction d'informations facilement accessibles, que les **valeurs limites d'exposition** (VLE) sont respectées, l'évaluation de l'exposition est effectuée sur la base de **mesures** ou de **calculs**.

Si les valeurs mesurées sont supérieures aux Valeurs déclenchant l'Action (VA), des mesures techniques ou organisationnelles sont mises en place pour réduire l'exposition des opérateurs. De nouveaux mesurages doivent confirmer le respect des VA.

Des outils simplifiés d'évaluation des risques tels que le tableau 3.2 du Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE » vol 1 ou **OSERAY**<sup>28</sup>, une application web accessible directement en ligne développée par l'INRS sur la base du tableau du guide. Ces outils permettent aux entreprises d'effectuer une analyse des risques de premier niveau sans avoir besoin de réaliser des mesures, et ceci pour une grande variété de sources de champ couramment rencontrées en milieu de travail.

<sup>28</sup> <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil61>

Pour chacune de ces sources, une réponse OUI ou NON est fournie sur le risque de dépassement des limites fixées pour le public telles que prévues par la recommandation européenne n°1999/519/CE.

De plus, cette réponse OUI ou NON est donnée pour trois profils de travailleurs :

- Travailleurs sans risque particulier
- Travailleurs à risques particuliers : femmes enceintes et porteurs d'implants passifs
- Travailleurs porteurs de dispositifs médicaux actifs implantés ou portés près du corps

Lorsque la réponse est NON, cela indique que le risque de dépassement des limites fixées pour le public est faible et l'analyse peut se terminer là pour la source de champ concernée sauf si elle fait l'objet d'une utilisation particulière qui conduirait à exposer le travailleur de façon inhabituelle.

Lorsque la réponse est OUI, le risque de dépassement des limites publiques est réel et il conviendra alors d'approfondir l'analyse des risques et si nécessaire de vérifier par des mesures ou des calculs que l'exposition des travailleurs est compatible avec les seuils réglementaires (VA et VLE). En cas de dépassement de ces limites, des mesures de protection et de prévention devront alors être mises en œuvre pour réduire l'exposition des travailleurs concernés.

## Précisions sur le mesurage

Lorsque des mesurages s'avèrent nécessaires, il convient de collecter quelques informations sur l'équipement (machine, installation électrique...) autour duquel on souhaite quantifier les champs, afin de connaître le principe de fonctionnement et la (ou les) fréquence(s) mise(s) en œuvre.

Les mesures se font au poste de travail si possible en l'absence de l'opérateur, dans l'environnement où le personnel évolue et dans les lieux de passage. Les mesures doivent être effectuées dans les situations d'exposition les plus sévères. Ceci impose de prendre en compte les modes de fonctionnement des installations ainsi que l'organisation du travail.

À chaque domaine de fréquences correspond un mode opératoire avec des spécifications à respecter.

Les résultats des mesures sont comparés aux Valeurs déclenchant l'Action (VA) : c'est la phase d'interprétation.

**À noter : une calculette**<sup>29</sup> accessible en ligne permet de déterminer les Valeurs déclenchant l'action (VA) et les Valeurs limites d'exposition (VLE) réglementaires en fonction de la fréquence de la source d'exposition.

<sup>29</sup> <http://www.inrs.fr/publications/outils/oseray/calculatricevavle>

## Appareils de mesure

Le choix des appareils de mesure doit tenir compte des paramètres à mesurer et de la fréquence des **champs électromagnétiques**. Généralement, 3 appareils de mesure portatifs sont utilisés :

- le **teslamètre** à sonde à effet Hall permet de quantifier l'induction magnétique statique,
- le **champtomètre basses fréquences** permet des mesures d'induction magnétique et de champ électrique jusqu'à 400 kHz (dans la pratique, il est utilisé pour les champs émis par les systèmes à induction, et pour les mesures à la fréquence de 50 Hz),
- le **champtomètre hautes fréquences**, à sondes interchangeable permet (en fonction de la sonde utilisée) de mesurer des champs électriques ou magnétiques de 100 kHz à 60 GHz environ.

A noter que la mesure des champs sinusoïdaux ne présente pas de difficultés particulières alors que la mesure des champs impulsionnels ou non sinusoïdaux nécessite l'emploi d'appareils adaptés et la mise en œuvre de méthodes spécifiques (ex : méthode crête pondérée).

Il existe sur le marché des appareils de mesure incorporant les moyens d'acquisition du signal et de calcul qui permettent une évaluation rapide de l'exposition. Leur utilisation est recommandée.



© Vincent Gremillet pour l'INRS

Mesure de champs électromagnétiques sur un poste de soudage haute fréquence



© Yves Cousson / INRS

Mesure de champs électromagnétiques sur un poste de conditionnement utilisant un procédé de soudage à haute fréquence par pertes diélectriques



© INRS

Appareils de mesure des champs électromagnétiques : champmètre basses fréquences, teslamètre et champmètre hautes fréquences

## Organismes de mesurage

Le mesurage des champs électromagnétiques nécessite un certain savoir-faire. Les appareils sont faciles d'utilisation mais les risques d'erreur d'interprétation sont importants si on n'a pas la formation et l'expérience nécessaires.

Pour les entreprises du régime général de la Sécurité sociale, les **centres de mesures physiques** de l'Assurance maladie risques professionnels (CARSAT / CRAM / CGSS), appuyés par l'INRS en tant que de besoin, sont compétents pour réaliser ces évaluations.

D'autres organismes, privés, peuvent également intervenir. À ce jour, il n'existe pas d'accréditation COFRAC pour le mesurage des champs électromagnétiques en milieu de travail.

Cependant, il existe une **accréditation COFRAC** spécifique pour les **organismes de mesurage** intervenant dans le cadre du **décret n° 2002-775 relatif aux valeurs limites d'exposition**<sup>30</sup> du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les **installations radioélectriques**.

<sup>30</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000226401&dateTexte=>

## Pour en savoir plus

### Brochures INRS

OUTIL OUTIL EN LIGNE



#### Oseray

Oseray est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques.<sup>31</sup>

<sup>31</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil61>

BROCHURE 11/2018 | ED 4350



#### Les ondes électromagnétiques : actions et effets sur le corps humain

Cette fiche concerne les préventeurs et les médecins du travail. Les informations présentées permettent de comprendre comment certaines interactions des champs électromagnétiques avec la matière vivante peuvent se traduire par des effets sur la santé.<sup>32</sup>

<sup>32</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204350>



### La réglementation en milieu professionnel

Cette fiche permet aux employeurs, préventeurs et utilisateurs d'équipements industriels susceptibles d'émettre des champs électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz de mettre en application les dispositions prévues dans le Code du travail pour assurer la protection des travailleurs. <sup>33</sup>

<sup>33</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204204>



### Champs électromagnétiques : Calculatrice VA/VLE

La calculatrice VA/VLE est un outil permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>34</sup>

<sup>34</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil63>

### Autres documents INRS

- ▶ Champs électromagnétiques : la nouvelle directive européenne
- ▶ Comment mesurer le champ magnétique aux postes de travail des machines à souder par résistance ?

### Liens utiles

- ▶ Prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) / Directive 2013/35/UE abrogeant la directive 2004/40/CE
- ▶ Valeurs limites d'exposition du public qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication / Décret 2002-775 sur Légifrance

Mis à jour le 17/07/2020

# Réduire les risques liés aux champs électromagnétiques

## Si possible, réduire à la source

**Lorsque l'exposition aux champs électromagnétiques dépasse les valeurs déclenchant l'action, différentes actions préventives doivent être mises en œuvre : réduction de l'intensité des champs à la source, mesures de protection collective, réduction de l'exposition par éloignement du travailleur, zonage des espaces de travail, prévention des effets indirects... Les salariés doivent être informés des situations d'exposition à leur poste de travail.**

Quand l'exposition au poste de travail est inférieure **aux Valeurs déclenchant l'Action (VA)**, il faut assurer une maintenance rigoureuse des installations (capots, écrans de blindage, vis de fermeture, raccordement à la terre...). Il faut vérifier les intensités des **champs électromagnétiques** à chaque modification du poste de travail (équipement, procédure, processus...) et après chaque opération de maintenance susceptible d'influencer l'exposition.

En cas de dépassement des VA, l'employeur doit mettre en place des mesures de prévention techniques et organisationnelles visant à réduire l'exposition des champs.

## Réduction à la source

Pour réduire les **intensités** des **champs électromagnétiques** à la source, il est possible de :

- modifier les équipements en accord avec leurs concepteurs (**blindage intégré**),
- diminuer la **puissance de l'émission** ou interrompre temporairement l'émission,
- isoler une zone de travail (blindage d'un local).

Les équipements doivent être maintenus en bon état (nettoyage des joints, changement des portes et capots, vérification de leur efficacité...).

## Réduction de l'exposition par éloignement

Les champs électromagnétiques décroissent rapidement avec la distance : l'éloignement de quelques dizaines de centimètres à quelques mètres (selon la fréquence) de l'opérateur par rapport à la source, lorsque cela est possible, est une protection simple et efficace.

## Durée d'exposition

Pour les fréquences inférieures à 10 MHz, les effets de stimulation électrique du système nerveux étant instantanés, la réduction de la durée d'exposition n'est pas une solution de prévention.

Pour les expositions à des rayonnements de fréquences supérieures à 100 kHz, il convient de prendre en compte la durée réelle de l'exposition par période de 6 minutes (car c'est sur cette base que sont fixées les VA « corps entier » pour ces fréquences).

## Environnement de travail

Les environnements de travail où le champ statique est intense doivent être signalisés avec le pictogramme adapté et des informations alertant sur l'interdiction de pénétrer avec des objets ferromagnétique doivent apparaître dès l'accès à la zone.

Dans les environnements où les champs à fréquences élevées sont très intenses, les objets conducteurs sont susceptibles de chauffer fortement. En conséquence, les objets portés comme les bagues, montres, boucles de ceinture doivent être retirés.

## Zonage des espaces de travail

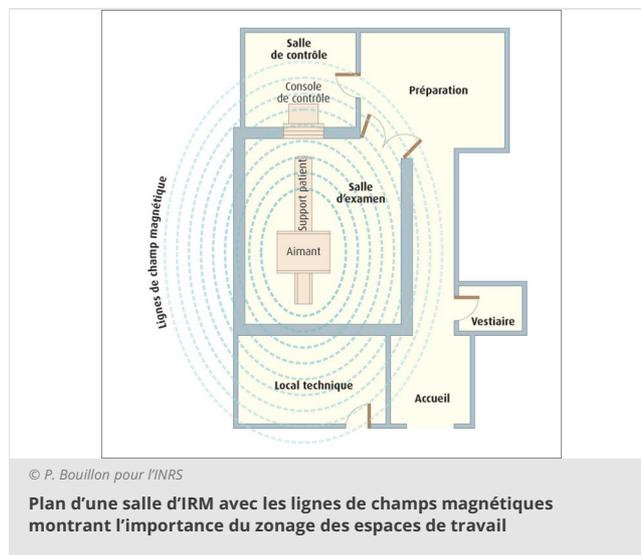
Des zones sont définies autour des sources de champs électromagnétiques pour tenir compte du niveau d'exposition auquel le personnel pourrait être soumis. Ce zonage ne vaut que dans le cas général et ne tient pas compte des travailleurs à risque particulier (porteurs d'implants...). Ces situations devront être traitées au cas par cas. Dans le cas d'une salle d'IRM, la ligne de champ statique à 0,5 mT doit être circonscrite dans le local de l'IRM et ne pas déborder dans les locaux attenants, notamment si ceux-ci sont accessibles au public du fait du risque de perturbation des dispositifs médicaux implantés.

Les recommandations sont les suivantes pour les postes de travail où l'exposition n'a pas pu être réduite malgré les mesures de prévention et les moyens de protection mis en œuvre :

- champ supérieur aux limites publiques : signalétique et information délivrée aux femmes enceintes et aux porteurs de dispositifs médicaux
- champ supérieur aux Valeurs déclenchant l'Action (VA) : signalétique et information des travailleurs concernés
- champ supérieur aux Valeurs limites d'exposition sensorielle (VLE) : signalétique et information des travailleurs concernés complétées par les dispositions réglementaires (articles R.4453-20 à R.4453-26)
- champ supérieur aux Valeurs Limites d'Exposition santé (VLE) : **accès condamnable et panneau d'interdiction d'accès.**

Des dispositions particulières sont applicables aux locaux contenant des IRM lorsque l'exposition est susceptible de dépasser les VLE Santé (articles R.4453-27 à R.4453-34).

L'**affichage** est réalisé aux points d'accès aux locaux, aux machines et/ou aux sources émettrices.



## Prévention des effets indirects

En cas d'**atmosphère explosive**, il faut rechercher tous les cas qui pourraient aboutir à la formation d'une étincelle entre des structures métalliques (fixes ou mobiles) placées dans un champ électromagnétique.

En cas de **champ magnétique statique** supérieur à 3 mT émis par une source de plus de 100 mT, il faut interdire l'utilisation d'objets ferromagnétiques (outils, bijoux...) susceptibles d'être attirés ou projetés à distance.

Si un salarié exposé porte un **dispositif médical implanté ou non**, le **médecin du travail** doit procéder à une étude au cas par cas en coordination avec le praticien responsable du dispositif : situation de travail, caractéristiques techniques de l'implant, immunité électromagnétique... Cette dernière caractéristique est à comparer aux intensités de champs présents au poste de travail. Dans l'attente des résultats de cette évaluation, il est conseillé de maintenir éloigné le travailleur concerné.

Afin d'éviter les effets dus aux courants de contact, il conviendra également d'éloigner les objets conducteurs ou de les remplacer par des matériaux non conducteurs.

## Protection individuelle

Quand tous les moyens de protection collective ont été recherchés, il est possible, en dernier recours, d'utiliser des **vêtements de protection** dont il faut, au préalable, valider les capacités d'atténuation des champs. Ces vêtements ne protègent pas contre les champs magnétiques basse fréquence. En revanche, ils sont utiles pour les interventions à proximité de sources haute fréquence quand l'émission ne peut pas être interrompue (ex : pylone de radiodiffusion).

## Formation et information des salariés

Les salariés susceptibles d'être exposés au-delà des limites fixées pour le public doivent bénéficier d'une **formation et d'une information** en rapport avec le résultat de l'évaluation des risques.

Ils doivent par ailleurs être informés des situations d'exposition aux postes de travail. À cette fin, il est nécessaire d'apposer des **pictogrammes d'avertissement** près des postes de travail à risque (afin d'avertir de la présence de champs) et d'en limiter l'accès.

### PICTOGRAMMES POUR SIGNALER LA PRÉSENCE DE CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES



Pour avertir de la présence de champs électromagnétiques, généralement radiofréquences (par exemple sur les presses à souder par perte diélectrique ou presse haute fréquence).



Pour avertir de la présence d'un champ magnétique statique (par exemple sur les électrolyseurs).



Pour interdire aux porteurs d'implants actifs (quels qu'ils soient) l'accès à des lieux de travail où sont utilisés des champs électromagnétiques (par exemple, les machines de soudage par point et les presses haute fréquence).  
Pictogramme selon la norme NF EN 12198

## Exemples de signalisation sur des lieux de travail de la présence de champs électromagnétiques



© Yves Cousson / INRS

**Signalisation globale champs électromagnétiques avec interdiction de l'accès aux porteurs d'implants actifs**

### Brochures INRS

**OUTIL** OUTIL EN LIGNE



#### Oseray

Oseray est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>35</sup>

<sup>35</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil61>

**BROCHURE** 04/2019 | ED 4214



#### Champs électromagnétiques : moyens de prévention

Cette fiche décrit la démarche de prévention à suivre pour diminuer l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques émis par les machines industrielles. Elle propose également des exemples de solutions pour différents types d'équipements. <sup>36</sup>

<sup>36</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204214>

**BROCHURE** 10/2018 | ED 4204



#### La réglementation en milieu professionnel

Cette fiche permet aux employeurs, préventeurs et utilisateurs d'équipements industriels susceptibles d'émettre des champs électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz de mettre en application les dispositions prévues dans le Code du travail pour assurer la protection des travailleurs. <sup>37</sup>

<sup>37</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204204>

**BROCHURE** 07/2017 | ED 4201



#### Généralités sur les champs électromagnétiques jusqu'à 300 GHz

Cette fiche de synthèse présente les notions de base sur les origines et la nature des champs électromagnétiques. <sup>38</sup>

<sup>38</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204201>

### Liens utiles

- Prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) / Directive 2013/35/UE abrogeant la directive 2004/40/CE
- Recommandation européenne relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) / Recommandation 1999/519/CE sur Eurlex
- Valeurs limites d'exposition du public qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication / Décret 2002-775 sur Légifrance

Mis à jour le 03/05/2017

# Réglementation

## Prévention des risques d'exposition aux champs électromagnétiques et valeurs limites

Plusieurs dispositions introduites dans le Code du travail dans le cadre de la transposition de la directive européenne 2013/35/UE et en vigueur depuis le 1er janvier 2017 visent à prévenir les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs exposés aux champs électromagnétiques. Il s'agit d'appliquer, comme pour tout autre risque les principes généraux de prévention. Des valeurs seuils sont également définies.

### Les textes réglementaires

Le Code du travail fixe le cadre réglementaire applicable à la prévention des risques d'exposition aux champs électromagnétiques aux **articles R. 4453-1 à R. 4453-34**.<sup>39</sup>

Ces dispositions précisent quelles sont les valeurs limites à ne pas dépasser, les objectifs et modalités particulières de l'évaluation des risques d'exposition aux champs électromagnétiques, les mesures et moyens de prévention à mettre en œuvre, les modalités d'information et de formation des travailleurs, ainsi que celles concernant le suivi de l'état de santé des travailleurs.

<sup>39</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000018530109&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20080421&fastPos=1&fastReqId=625117197&oldAction=rechCodeArticle>

Des dispositions particulières sont en outre prévues en cas de dépassement des VLE relatives aux effets sensoriels.

Par ailleurs, la recommandation européenne pour le public (1999/519/CE) a donné lieu, en France, à la publication du **décret n° 2002-775**<sup>40</sup> applicable aux expositions qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication.

<sup>40</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT00000226401&dateTexte=>

### Les valeurs seuils

Le Code du travail distingue :

- les valeurs limites d'exposition professionnelle (VLE) à ne pas dépasser (**art. R. 4453-3**<sup>41</sup>) ;
- les valeurs déclenchant les actions (VA) à mettre en œuvre comme mesures et moyens de prévention (**art. R 4453-4**<sup>41</sup>) ;

En application de ces dispositions, un **arrêté du 5 décembre 2016**<sup>42</sup> précise les grandeurs physiques que représentent les VLE et les VA, ainsi que les paramètres associés.

<sup>42</sup> [https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=C178A23216C4CCB6176B577644ECABBE.tpdila09v\\_2?cidTexte=JORFTEXT000033560110&dateTexte=20161210](https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?sessionId=C178A23216C4CCB6176B577644ECABBE.tpdila09v_2?cidTexte=JORFTEXT000033560110&dateTexte=20161210)

À noter : **une calculatrice au format Excel**<sup>43</sup> permet de déterminer les Valeurs déclenchant l'Action (VA) et les Valeurs Limites d'Exposition (VLE) à ne pas dépasser en cas d'exposition à des rayonnements électromagnétiques monofréquentiels pour des fréquences comprises entre 0 et 300 GHz.

<sup>43</sup> <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil63>

<sup>41</sup> [https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?sessionId=027F190554249523D31232FFB362B94D.tpdila13v\\_3?idSectionTA=LEGI5CTA000032980610&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170302](https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?sessionId=027F190554249523D31232FFB362B94D.tpdila13v_3?idSectionTA=LEGI5CTA000032980610&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170302)

VALEURS LIMITES FIXÉES PAR LE CODE DU TRAVAIL	
<b>Valeurs limites d'exposition (VLE)</b>	Ce sont des valeurs internes à ne pas dépasser établies sur la base de considérations biophysiques et biologiques. On distingue : <ul style="list-style-type: none"><li>■ les « VLE relatives aux effets sur la santé » : valeurs au-dessus desquelles les travailleurs sont susceptibles de subir des effets nocifs pour la santé (tels qu'un échauffement thermique ou une stimulation des tissus nerveux et musculaires).</li><li>■ les « VLE relatives aux effets sensoriels » : valeurs au-dessus desquelles les travailleurs sont susceptibles de présenter un trouble passager des perceptions sensorielles, ainsi que des changements mineurs des fonctions cognitives.</li></ul>
<b>Valeurs déclenchant l'Action (VA)</b>	Il s'agit de niveaux opérationnels fixés afin de simplifier le processus d'évaluation. Le respect des VA garantit celui des VLE. Si les mesures de champs réalisées à proximité de l'opérateur dépassent les VA, il convient de prendre les actions de prévention appropriées telles qu'elles sont établies aux articles R. 4453-13 et suivants.

### Les obligations de l'employeur

#### Evaluation des risques

L'employeur est tenu d'évaluer les risques résultant de l'exposition des travailleurs à des champs électromagnétiques.

Cette évaluation doit permettre :

- d'identifier parmi les VLE et les VA, celles pertinentes au regard de la situation de travail ;
- de constater si, dans une situation donnée, l'une de ces valeurs est susceptible d'être dépassée ;
- de déterminer le cas échéant les mesures et moyens de prévention.

Lorsqu'il procède à l'évaluation des risques, l'employeur prend en considération un certain nombre d'éléments détaillés par l'article R. 4453-8 du Code du travail et, en particulier l'origine et les caractéristiques des émissions de champs électromagnétiques présents sur le lieu de travail, les informations sur les niveaux d'émission de champs électromagnétiques fournis par le fabricant d'équipements de travail ou de dispositifs médicaux, la fréquence, le niveau, la durée et le type d'exposition, l'existence d'équipements de travail permettant de réduire le niveau d'exposition et susceptibles d'être utilisés en remplacement, l'exposition simultanée à des champs de fréquences multiples.

Lorsque l'évaluation des risques réalise à partir des données documentaires ne permet pas de conclure à l'absence de risque de dépassement des VA ou des VLE, l'employeur procède alors à la **mesure**, au **calcul** ou à la **simulation numérique** des niveaux de champs électromagnétiques auxquels les travailleurs sont susceptibles d'être exposés.

Les résultats de l'évaluation des risques, ainsi que les VLE ou les VA identifiées, sont consignés dans le document unique et conservés sous une forme susceptible d'en permettre la consultation à une date ultérieure. Ils sont en outre communiqués aux professionnels de santé du service de santé au travail et au CHSCT ou, à défaut, aux délégués du personnel (DP).

Lorsqu'il procède à l'évaluation des risques, l'employeur s'appuie sur le ou les salariés compétents mentionnés à l'article L. 4644-1 du Code du travail ou à défaut sur l'intervenant et les organismes mentionnés au même article.

Pour plus d'informations sur le salarié compétent, voir la [page web dédiée](#) <sup>44</sup>.

<sup>44</sup> <http://www.inrs.fr/demarche/salarie-competent>

## Mesures et moyens de prévention

La réduction des risques liés à l'exposition aux champs électromagnétiques se fonde sur les principes généraux de prévention mais également sur :

- la mise en œuvre d'autres procédés de travail n'exposant pas aux champs électromagnétiques ou entraînant une exposition moindre ;
- le choix d'équipements de travail appropriés émettant, compte tenu du travail à effectuer, des champs électromagnétiques moins intenses ;
- la mise en œuvre de moyens techniques visant à réduire l'émission de champs électromagnétiques des équipements de travail ;
- la modification de la conception et l'agencement des lieux et postes de travail visant à réduire l'exposition aux champs électromagnétiques ;
- le choix d'une organisation du travail visant à réduire la durée et l'intensité des expositions ;
- la mise en place de programmes appropriés de maintenance des équipements de travail, des postes de travail et du lieu de travail ;
- la mise à disposition des salariés des équipements de protection individuelle appropriés ;
- la mise en œuvre de mesures techniques et organisationnelles visant à éviter tout risque lié aux effets indirects.

Dans les lieux de travail où les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des niveaux de champs électromagnétiques :

- **dépassant les VA** : une signalisation spécifique et appropriée doit être mise en place et leur accès doit éventuellement être limité s'il y a lieu ;
- **dépassant les VLE** : une restriction ou un contrôle d'accès doit être mis en place.

Lorsqu'en dépit de ces mesures de prévention, l'exposition d'un travailleur dépasse les VLE, l'employeur doit immédiatement prendre des mesures pour réduire l'exposition à un niveau inférieur à ces valeurs limites, déterminer les causes du dépassement afin d'adapter en conséquence les mesures de protection et de prévention et informer le CHSCT (ou à défaut, les DP), ainsi que l'inspection du travail en précisant les circonstances, les causes présumées et les mesures envisagées pour éviter le renouvellement de ce dépassement.

## Déroptions permettant le dépassement temporaire des VLE relatives aux effets sensoriels

Lorsque les mesures et moyens de prévention mis en place par l'employeur ne permettent pas de maintenir les expositions en deçà des **VLE relatives aux effets sensoriels** et lorsque la pratique de travail le nécessite, ces valeurs peuvent être temporairement dépassées. L'employeur doit alors :

- démontrer l'absence d'alternative possible au dépassement de ces VLE compte tenu de la pratique de travail et consigner la justification dans le document unique ;
- informer les professionnels de santé du service de santé au travail et le CHSCT, ou à défaut les DP ;
- s'assurer de la mise en œuvre de mesures et moyens de prévention complémentaires propres à garantir la santé et la sécurité des travailleurs.

L'exposition du travailleur ne doit toutefois jamais dépasser les **VLE relatives aux effets sur la santé**.

L'employeur doit mettre en place un dispositif permettant aux travailleurs de signaler l'apparition de tout effet sensoriel. Chaque signalement doit être l'occasion pour celui-ci de mettre à jour si nécessaire, l'évaluation des risques et d'adapter les moyens et mesures de prévention. Il doit en outre, pour chaque travailleur concerné, identifier et transmettre aux professionnels de santé, diverses informations (nature du travail, caractéristiques des champs électromagnétiques auxquelles le travailleur est exposé, niveaux d'exposition, et le cas échéant, les résultats des mesures, du calcul, ou de la simulation numérique des niveaux de champs électromagnétiques, fréquence des expositions).

### Désignation d'un conseiller à la prévention des risques liés aux champs électromagnétiques

En cas de dépassement des VLE relatives aux effets sensoriels, l'employeur doit désigner une personne chargée d'assurer la fonction de conseiller à la prévention des risques liés aux champs électromagnétiques.

Cette personne peut être le salarié compétent sur lequel s'appuie l'employeur pour procéder à l'évaluation des risques.

Sous la responsabilité de l'employeur, celle-ci participe notamment à l'évaluation des risques, la mise en œuvre de toutes mesures propres à assurer la santé et la sécurité des travailleurs, l'amélioration continue de la prévention des risques à partir de l'analyse des situations de travail et à l'information et la formation des travailleurs relatives aux risques liés aux champs électromagnétiques.

## Dispositions spécifiques applicables aux femmes enceintes

Lorsque, dans son emploi, la femme enceinte est exposée à des champs électromagnétiques, son exposition est maintenue 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.

## Formation et information des salariés

Chaque travailleur susceptible d'être exposé à un risque lié à des champs électromagnétiques dont l'intensité est supérieure aux niveaux de référence fixés pour le public doit recevoir toute l'information nécessaire et une formation en rapport avec les résultats de l'évaluation des risques portant, notamment, sur :

- les caractéristiques des émissions de champs électromagnétiques ;
- les effets biophysiques directs et les effets indirects pouvant résulter d'une exposition à des champs électromagnétiques ;
- les mesures et moyens de prévention mis en œuvre ;
- les précautions à prendre pour assurer la protection de la santé et de la sécurité de tous les travailleurs présents sur le lieu de travail ;
- les règles particulières établies pour les femmes enceintes et les travailleurs équipés de dispositifs médicaux ;
- la conduite à tenir en cas d'apparition d'effets sensoriels ou sur la santé, d'accident ou d'exposition au-delà des valeurs limites d'exposition, ainsi que les modalités de leur signalement.

En complément de cette formation, l'employeur doit organiser, en cas de dépassement des VLE relatives aux valeurs sensoriels, une **formation renforcée** sur les risques, les mesures et moyens de prévention spécifiques à prendre pendant cette exposition pour chaque travailleur concerné.

Enfin, lorsque les travailleurs sont susceptibles d'être exposés à des champs électromagnétiques dépassant les VA identifiées ou présentant d'autres risques d'effets indirects, l'employeur doit établir une **notice de poste** pour chaque poste de travail. Celle-ci rappelle en particulier les règles de sécurité applicables et les consignes relatives aux mesures de protection collective et individuelle.

## Dispositions particulières applicables aux équipements d'imagerie par résonance magnétique (IRM)

Le Code du travail prévoit des dispositions particulières applicables à l'installation, à l'essai, à l'utilisation, au développement et à l'entretien des équipements d'IRM destinés aux soins des patients dans le secteur de la santé ou à la recherche lorsque les mesures de prévention mises en place par l'employeur ne permettent pas de maintenir l'exposition des travailleurs en deçà des VLE relatives aux effets sur la santé (**art. R. 4453-27 à R. 4453-34**<sup>45</sup>).

<sup>45</sup> [https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?jsessionid=3ABC94AFDA24B4FA53573E65E5B9B024.tpdila08v\\_2?idSectionTA=LEGISCTA000032978004&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170303](https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?jsessionid=3ABC94AFDA24B4FA53573E65E5B9B024.tpdila08v_2?idSectionTA=LEGISCTA000032978004&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170303)

L'employeur doit notamment démontrer l'absence d'alternative possible au dépassement des VLE relatives aux effets sur la santé compte tenu de la pratique de travail, consigner la justification dans le document unique et demander l'avis du médecin du travail et du CHSCT (ou à défaut des DP).

Il doit en outre définir les mesures et moyens de protection appropriés garantissant que :

- les travailleurs sont protégés contre les effets nocifs pour la santé et les risques pour la sécurité ;
- l'exposition du travailleur n'est que temporaire ;
- le travailleur ne fait l'objet d'aucune contre-indication médicale ;
- 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.

Lorsque ces conditions sont remplies, l'employeur doit demander l'autorisation de dépasser les VLE relatives aux effets sur la santé au directeur régional des entreprises, de la concurrence, de la consommation, du travail et de l'emploi (DIRECCTE), en précisant un certain nombre d'informations ( dénomination et le siège social de l'entreprise, nom et l'adresse du service de santé au travail, nom et qualité du conseiller à la prévention des risques liés aux champs électromagnétiques désigné par l'employeur, résultat de l'évaluation des risques d'exposition aux champs électromagnétiques, etc. ) ;

Le DIRECCTE prend sa décision dans un délai de deux mois, après enquête de l'agent de contrôle de l'inspection du travail.

## Pour en savoir plus



**Oseray**

Oseray est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>46</sup>

<sup>46</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil61>



**Champs électromagnétiques : la nouvelle directive européenne**

Une directive européenne précise les seuils d'exposition aux champs électromagnétiques. La démarche d'évaluation des risques proposée permet une meilleure prise en compte de la santé des salariés. <sup>48</sup>

<sup>48</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=DC%205>



**Lignes directrices relatives aux limites d'exposition aux champs magnétiques statiques**

Le développement rapide des technologies industrielles et médicales mettant en oeuvre des champs magnétiques statiques a accru ces dernières années l'exposition des personnes à ces champs et donné lieu à un grand nombre d'études relatives à leurs effets potentiels sur la santé. Dans le cadre de la ... <sup>50</sup>

<sup>50</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=PR%2043>

- ▶ Prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) / Directive 2013/35/UE abrogeant la directive 2004/40/CE
- ▶ Valeurs limites d'exposition du public qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication / Décret 2002-775 sur Légifrance

Mis à jour le 03/05/2017



**La réglementation en milieu professionnel**

Cette fiche permet aux employeurs, préventeurs et utilisateurs d'équipements industriels susceptibles d'émettre des champs électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz de mettre en application les dispositions prévues dans le Code du travail pour assurer la protection des travailleurs. <sup>47</sup>

<sup>47</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204204>



**Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (fréquences de 1 Hz à 100 kHz)**

Ce document propose des lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps dans le domaine des basses fréquences du spectre électromagnétique en vue de la protection de l'homme.

Il s'agit de la traduction en français d'un ... <sup>49</sup>

<sup>49</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=PR%2047>



**Champs électromagnétiques : Calculatrice VA/VLE**

La calculatrice VA/VLE est un outil permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>51</sup>

<sup>51</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil63>

## Suivi médical

Les salariés exposés à des champs électromagnétiques doivent faire l'objet d'un suivi individuel de leur état de santé dont l'objectif est de les informer sur les risques éventuels auxquels les expose leur poste de travail. Le suivi comprend une visite d'information et de prévention réalisée par un professionnel de santé, renouvelée régulièrement, et dans certains cas, des examens complémentaires. Le médecin du travail a également un rôle de conseil auprès de l'employeur, pour la mise en place d'actions de prévention.

### Visite d'information et de prévention

Tout salarié bénéficie d'une **visite d'information et de prévention** (VIP), réalisée par un professionnel de santé (médecin du travail ou bien, sous son autorité, le collaborateur médecin, l'interne en médecine du travail ou l'infirmier), **dans les 3 mois** qui suivent la prise effective du poste de travail.

Pour les travailleurs exposés à des champs électromagnétiques affectés à des postes pour lesquels les VLE sont dépassées, la VIP doit être réalisée **avant l'affectation au poste** afin notamment d'orienter sans délai les travailleurs de moins de 18 ans, les femmes enceintes et les travailleurs équipés de dispositifs médicaux implantés ou non, passifs ou actifs vers le médecin du travail.

*Note : des dispositions particulières sont en effet prévues par la réglementation lorsque les mesures et moyens de prévention mis en place par l'employeur ne permettent pas de maintenir les expositions en deçà des VLE relatives aux effets sensoriels et lorsque la pratique de travail le nécessite (art. R. 4453-20 à R. 4453-26 du Code du travail)<sup>52</sup>.*

<sup>52</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idSectionTA=LEGISCTA000032977988&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170302>

Cette visite a notamment pour objet :

- d'interroger le salarié sur son état de santé ;
- de l'informer sur les risques éventuels auxquels l'expose son poste de travail ;
- de le sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en œuvre ;
- d'identifier si son état de santé ou les risques auxquels il est exposé nécessitent une orientation vers le médecin du travail ;
- de l'informer sur les modalités de suivi de son état de santé par le service et sur la possibilité dont il dispose, à tout moment, de bénéficier d'une visite à sa demande avec le médecin du travail.

Une attention particulière devra être portée aux salariés suivants :

- **femmes enceintes**,
- travailleurs équipés de dispositifs médicaux implantés ou non, passifs ou actifs.

### Examen complémentaire en cas d'exposition au-delà des VLE

Lorsqu'une exposition au-delà des VLE est détectée ou lorsqu'un effet indésirable ou inattendu sur la santé susceptible de résulter d'une exposition à des champs électromagnétiques est signalé par un travailleur, celui-ci bénéficie d'un **examen médical complémentaire** (art. R. 4453-19 du Code du travail)<sup>53</sup> réalisé ou prescrit par le médecin du travail.

<sup>53</sup> <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do?idSectionTA=LEGISCTA000032980540&cidTexte=LEGITEXT000006072050&dateTexte=20170302>

### Pour en savoir plus

#### Brochures INRS

BROCHURE 10/2018 | ED 4204



#### La réglementation en milieu professionnel

Cette fiche permet aux employeurs, préventeurs et utilisateurs d'équipements industriels susceptibles d'émettre des champs électromagnétiques entre 0 Hz et 300 GHz de mettre en application les dispositions prévues dans le Code du travail pour assurer la protection des travailleurs. <sup>54</sup>

<sup>54</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204204>

ARTICLE DE REVUE 06/2014 | DC 5



#### Champs électromagnétiques : la nouvelle directive européenne

Une directive européenne précise les seuils d'exposition aux champs électromagnétiques. La démarche d'évaluation des risques proposée permet une meilleure prise en compte de la santé des salariés. <sup>55</sup>

<sup>55</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=DC%205>



### Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (fréquences de 1 Hz à 100 kHz)

Ce document propose des lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps dans le domaine des basses fréquences du spectre électromagnétique en vue de la protection de l'homme. <sup>56</sup>

<sup>56</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=PR%2047>



### Lignes directrices relatives aux limites d'exposition aux champs magnétiques statiques

Le développement rapide des technologies industrielles et médicales mettant en oeuvre des champs magnétiques statiques a accru ces dernières années l'exposition des personnes à ces champs et donné lieu à un grand nombre d'études relatives à leurs effets potentiels sur la santé. <sup>57</sup>

<sup>57</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=PR%2043>

## Dossier web INRS



### Prévention médicale

Au sein des services de santé au travail, la prévention médicale est réalisée par une équipe pluridisciplinaire comprenant un ou des médecins du travail, des intervenants en prévention des risques professionnels et des infirmiers. Cette équipe participe à la mise en place et au suivi des mesures collectives de prévention des risques. <sup>58</sup>

<sup>58</sup> <http://www.inrs.fr/demarche/prevention-medicale/ce-qu-il-faut-retenir>

## Liens utiles

- ▶ Prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) / Directive 2013/35/UE abrogeant la directive 2004/40/CE
- ▶ Valeurs limites d'exposition du public qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication / Décret 2002-775 sur Légifrance

Mis à jour le 03/05/2017

## Brochures INRS

OUTIL OUTIL EN LIGNE



### Oseray

Oseray est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>59</sup>

<sup>59</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil61>

ARTICLE DE REVUE 12/2016 | CC 16



### Rayonnements optiques & électromagnétiques au travail

Pour accompagner les entreprises dans l'amélioration de la prévention des risques professionnels, l'INRS a organisé le colloque " Rayonnements optiques & électromagnétiques - De l'exposition à la prévention " en octobre 2015 à Paris. Durant trois jours, ce colloque a rassemblé près de 300 ... <sup>60</sup>

<sup>60</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=CC%2016>

OUTIL OUTIL EN LIGNE



### Champs électromagnétiques : Calculatrice VA/VLE

La calculatrice VA/VLE est un outil permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques. <sup>61</sup>

<sup>61</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=outil63>

## Fiches de la collection « Champs électromagnétiques »

BROCHURE 07/2013 | ED 4200



### Téléphones mobiles et stations de base

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques des téléphones mobiles et des stations de base : quels sont les risques, les moyens de prévention, la réglementation ? <sup>62</sup>

<sup>62</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204200>

BROCHURE 07/2017 | ED 4201



### Généralités sur les champs électromagnétiques jusqu'à 300 GHz

Cette fiche de synthèse présente les notions de base sur les origines et la nature des champs électromagnétiques <sup>63</sup>

<sup>63</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204201>

BROCHURE 11/2004 | ED 4202



### Les sources de rayonnements non ionisants (jusqu'à 60 GHz)

Cette fiche de synthèse a pour but d'aider au repérage des activités professionnelles utilisant des sources de champs électromagnétiques dont la fréquence est comprise entre 0 et 60 GHz <sup>64</sup>

<sup>64</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204202>

BROCHURE 11/2018 | ED 4350



### Les ondes électromagnétiques : actions et effets sur le corps humain

Cette fiche concerne les préventeurs et les médecins du travail. Les informations présentées permettent de comprendre comment certaines interactions des champs électromagnétiques avec la matière vivante peuvent se traduire par des effets sur la santé. <sup>65</sup>

<sup>65</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204350>

BROCHURE 08/2015 | ED 4205



### Les presses utilisant le chauffage par pertes diélectriques

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques des machines utilisant le chauffage par pertes diélectriques : quels sont les risques, les moyens de prévention ? <sup>66</sup>

<sup>66</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204205>

BROCHURE 07/2017 | ED 4207



### Les réseaux sans fil de proximité

Caractéristiques électromagnétiques des principales technologies de réseaux de télécommunications sans fil de proximité : Bluetooth, DECT, Wifi, Wimax <sup>67</sup>

<sup>67</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204207>

BROCHURE 12/2018 | ED 4209



### L'imagerie par résonance magnétique

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques lors de l'utilisation d'IRM (résonance magnétique nucléaire) : quels sont les risques, les moyens de prévention, la réglementation ? <sup>68</sup>

<sup>68</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204209>

BROCHURE 03/2008 | ED 4210



### Les lignes à haute tension et les transformateurs

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques générés par les lignes à haute tension et les transformateurs électriques <sup>69</sup>

<sup>69</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204210>



### Le chauffage par induction électromagnétique

Fiche de synthèse consacrée aux risques liés aux champs électromagnétiques du chauffage par induction électromagnétique : quels sont les risques, les moyens de prévention ? <sup>70</sup>

<sup>70</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204211>



### Les équipements de chauffage industriels par micro-ondes

Cette fiche est destinée à sensibiliser les chargés de prévention sur les risques liés à l'utilisation d'équipements de chauffage industriels par micro-ondes. <sup>72</sup>

<sup>72</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204213>



### La RFID (radio frequency identification)

Ce document permet d'identifier les utilisations de la technologie RFID et de comprendre le principe de fonctionnement. Il fournit également la démarche à suivre pour l'évaluation du risque électromagnétique. <sup>74</sup>

<sup>74</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204217>



### Soudage par résistance

Cette fiche présente les risques et les mesures de prévention liés à l'exposition aux champs électromagnétiques lors des procédés de soudage par résistance de pièces métalliques. <sup>76</sup>

<sup>76</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204219>



### Les radars

Cette fiche de la collection Champs électromagnétiques traite des radars : technique, risques pour l'homme, réglementation et niveaux d'exposition, évaluation des risques et moyens de prévention. <sup>71</sup>

<sup>71</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204212>



### Champs électromagnétiques : moyens de prévention

Cette fiche décrit la démarche de prévention à suivre pour diminuer l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques émis par les machines industrielles. Elle propose également des exemples de solutions pour différents types d'équipements. <sup>73</sup>

<sup>73</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204214>



### Contrôle par magnétoscopie. Démagnétiseurs

Cette fiche concerne tous les préventeurs amenés à effectuer des analyses des risques électromagnétiques aux postes de travail comprenant des machines de contrôle par magnétoscopie et des démagnétiseurs. <sup>75</sup>

<sup>75</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204218>



### Électrolyse industrielle

Les processus d'électrolyse industrielle exposent les opérateurs à des rayonnements électromagnétiques susceptibles de dépasser les valeurs limites du décret 2016-1074. Ce document permet d'identifier les principales sources d'émission et fournit des principes de prévention. <sup>77</sup>

<sup>77</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204266>



### Dispositifs médicaux implantables

Cette fiche présente les effets potentiels des champs électromagnétiques sur les travailleurs équipés de dispositifs médicaux, la réglementation en vigueur, ainsi que les mesures de prévention applicables en entreprise. <sup>78</sup>

<sup>78</sup> <http://www.inrs.fr/media?refINRS=ED%204267>

### Articles de revues INRS

- Champs électromagnétiques : la nouvelle directive européenne
- Comment mesurer le champ magnétique aux postes de travail des machines à souder par résistance ?
- Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (fréquences de 1 Hz à 100 kHz)
- Lignes directrices relatives aux limites d'exposition aux champs magnétiques statiques

### Formations INRS

### Liens utiles

- Champs électromagnétiques / Organisation mondiale de la santé
- Portail radiofréquences, santé, environnement / Portail ministériel Radiofréquences.org
- Valeurs limites d'exposition du public qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication / Décret 2002-775 sur Légifrance
- Prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) / Directive 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 juin 2013 et abrogeant la directive 2004/40/CE
- Recommandation européenne relative à la limitation de l'exposition du public aux champs électromagnétiques (de 0 Hz à 300 GHz) / Recommandation 1999/519/CE sur Eurlex
- International commission on non-ionizing radiation protection/ Site de l'ICNIRP
- Electromagnetic fields in the working environment / Site du National Institute for Public Health and the Environment (RIVM, Pays-Bas)

Mis à jour le 03/05/2017