

## LES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES



### 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.

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).

## Champs électromagnétiques en milieu professionnel

Les champs électromagnétiques peuvent avoir des conséquences sur la santé du travailleur. Leurs effets à court terme peuvent être :

- directs : échauffement des tissus biologiques, stimulation du système nerveux...
- indirects : incendie ou explosion dus à une étincelle ou à un arc électrique, dysfonctionnement de dispositifs électroniques y compris les dispositifs médicaux actifs comme les pacemakers, projection d'objets métalliques...

Des effets sensoriels (tels que vertiges, nausées, troubles visuels) sans conséquence pour la santé peuvent être ressentis aux très basses fréquences. Ces effets peuvent malgré tout avoir des conséquences sur la sécurité des travailleurs dans certaines situations de travail.

À ce jour, il n'y a pas de consensus scientifique concernant des effets à long terme dus à une exposition faible mais régulière.

## Prévention des risques d'exposition aux champs électromagnétiques

La réduction des risques liés à l'exposition aux champs électromagnétiques se fonde, comme pour tout autre risque, sur les principes généraux de prévention prévus par l'article L. 4121-2 du Code du travail.

En complément de ces principes généraux, le Code du travail prévoit un système de limitation des niveaux d'exposition. Le principe de l'évaluation des risques est de comparer l'exposition des salariés aux Valeurs limites d'exposition (VLE) et aux Valeurs déclenchant l'Action (VA) définies par cette réglementation. Si l'une d'elles est susceptible d'être dépassée, il convient de déterminer et mettre en place des mesures

de prévention (réduction à la source, protection collective, réduction de l'exposition par éloignement, protection individuelle). L'information, la formation et le suivi individuel de l'état de santé des salariés viennent compléter ces mesures.

## Les pathologies associées

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 champ.

## 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.

## Que dit la 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.

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.

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 applicable aux expositions qui résultent des applications de télécommunication et de radiocommunication.

## Les valeurs seuils

Le Code du travail distingue :

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

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

À noter : une calculatrice au format Excel 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 mono fréquentiels pour des fréquences comprises entre 0 et 300 GHz.

## VALEURS LIMITES FIXÉES PAR LE CODE DU TRAVAIL

### Valeurs limites d'exposition (VLE)

Ce sont des valeurs internes à ne pas dépasser établies sur la base de considérations biophysiques et biologiques. On distingue :

- 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).
- 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.

### Valeurs déclenchant l'Action (VA)

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 réalisée 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.

## 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 sensorielles, 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).

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.

## Quels sont les facteurs de risques d'exposition ?

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 retrouve dans le secteur des radiocommunication ou des télécommunications.

- 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 quant au risque que ces sources peuvent entraîner.

## La prévention

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, 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.

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 fréquence 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 calculatrice 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.

## 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 champmètre 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 champmètre 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.

## 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 du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication ou par les installations radioélectriques.

## 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 ferromagnétiques 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 : pylône 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.

## 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).*

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) réalisé ou prescrit par le médecin du travail.

