

Champs électromagnétiques : moyens de prévention

GÉNÉRALITÉS

L'évaluation des risques liés à l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques est le point de départ de la démarche de prévention. Cette évaluation passe par :

- la recherche et l'identification des sources électromagnétiques susceptibles d'exposer les travailleurs au-delà des valeurs limites pour le public ;

- la collecte de données techniques impactant l'exposition (principe de fonctionnement des sources, fréquence des ondes émises, puissance émise, temps d'émission...);

- la caractérisation de l'exposition (organisation du poste de travail, position des salariés par rapport aux sources, évaluations de l'exposition éventuellement déjà effectuées, réalisation de mesurages si nécessaire...).

Si cette évaluation des risques met en évidence des zones accessibles où l'exposition

est supérieure aux limites réglementaires, la recherche de solutions techniques et organisationnelles efficaces devra être menée afin de réduire cette exposition. L'analyse des risques devra notamment prendre en compte les différentes parties exposées du corps (têtes, membres...) *via* une observation fine des positions de travail des opérateurs, et aussi des zones accessibles aux visiteurs et autres intervenants en entreprise.

Article R. 4453-11 du Code du travail

Mise en place de mesures et moyens de protection :

« Lorsque les résultats de l'évaluation des risques mettent en évidence le dépassement des valeurs déclenchant l'action, l'employeur détermine et met en œuvre les mesures et moyens de prévention. »

Les travailleurs à risques particuliers (porteurs de dispositifs médicaux, femmes enceintes...) doivent également être pris en compte et des limites réglementaires spécifiques leur sont dévolues. Pour ces travailleurs, la mise en place de moyens de prévention peut assurer leur maintien au poste de travail. À noter que, concernant les femmes enceintes, l'exposition doit être maintenue aussi bas que raisonnablement possible 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 (voir la brochure INRS ED 4204 et les textes applicables cités dans la rubrique « Pour en savoir plus »).

La démarche de réduction des risques s'appuiera sur les principes généraux de prévention pour définir les solutions à mettre en œuvre en fonction du type de source et de l'organisation du poste de travail.

RÉDUCTION À LA SOURCE

C'est la solution de prévention à privilégier. Pour un équipement en production, la réduction à la source consiste à diminuer l'intensité des champs émis. En fonction du type de source et du procédé, plusieurs pistes sont envisageables :

- le remplacement de l'équipement par un autre qui ne génère pas de champs électromagnétiques ou qui émet des champs de plus faible intensité (changement du procédé de chauffage, changement des fréquences émises...);
- l'arrêt ou la diminution de l'émission quand les travailleurs interviennent à proximité des machines. C'est le cas par exemple pour un opérateur chargé de la conduite d'un four à induction qui intervient régulièrement à proximité immédiate du creuset;
- l'optimisation des réglages (durée, puissance...). On cherchera par exemple, pour du soudage, un bon compromis entre un assemblage de qualité et une intensité de courant limitée;
- la maintenance préventive, telle que le suivi de l'état des équipements, la continuité électrique et la bonne qualité de la mise à la terre.

Quelques études de cas

- Sur une soudeuse haute fréquence (HF) par pertes diélectriques, les conducteurs en cuivre placés en périphérie du plateau assurent un transfert du courant HF. Leur dégradation ou un mauvais contact peuvent amener des « fuites » HF entraînant un accroissement du rayonnement autour de la machine.
- Sur une soudeuse par point, entretenir les électrodes pour réduire la surface de contact permet de diminuer les intensités mais aussi de faciliter la réalisation de la soudure tout en limitant l'étincelage.

PROTECTION COLLECTIVE

La modification des machines est souvent complexe, voire impossible ou interdite. Elle est une affaire de spécialistes. Ainsi, le blindage sur un creuset de four à induction est difficilement réalisable sur des installations existantes pour des raisons techniques et de coût. L'achat de machines intégrant des dispositifs de protection dès la conception conformément aux dispositions du Code du travail issues de la directive relative aux machines 2006/42/CE doit donc être privilégié.

Lors de l'achat d'un équipement, le cahier des charges pourra tenir compte de l'émission des champs électromagnétiques afin que les fabricants s'engagent en termes de niveau maximum d'émission dans des conditions spécifiées de fonctionnement. Ces exigences feront l'objet d'une vérification par des mesurages lors de la réception de l'équipement de travail.

Blindage

Le **blindage électromagnétique** présenté en *figure 1* consiste à réduire le champ électromagnétique au voisinage d'un opérateur en interposant un écran (feuille ou grille métallique) entre la source du champ et le poste de travail.

Un blindage consiste en un matériau électriquement conducteur dont la géométrie, la conductivité électrique et la perméabilité magnétique sont à déterminer en fonction de l'atténuation du champ souhaitée, du type de champ (électrique et/ou magnétique) et de la fréquence d'émission. Sa conception nécessite une étude précise ainsi qu'une mise en œuvre soignée. Il est important de noter qu'un blindage mal conçu peut parfois augmenter l'exposition.

Une cage de Faraday est une enceinte ou une cage métallique reliée électriquement à la terre et aux masses environnantes. Elle permet d'isoler une portion de l'espace de l'influence des champs électromagnétiques extérieurs.

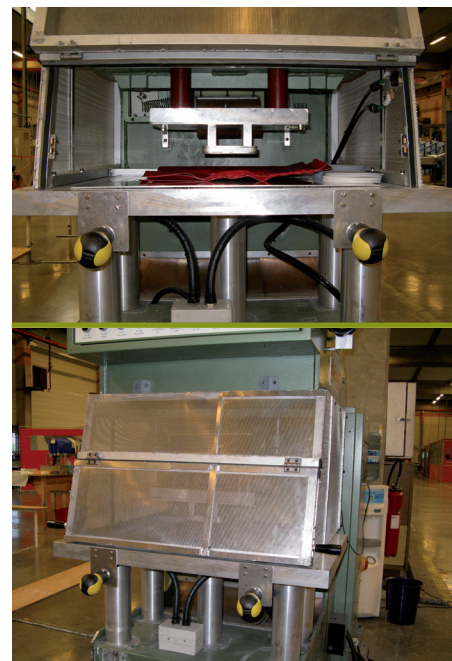


Figure 1. Exemple de blindage d'une soudeuse haute fréquence

Elle peut être installée pour protéger une zone de travail. Son efficacité est fonction de sa conception au regard du type de champ à atténuer (basse fréquence, haute fréquence, électrique, magnétique).

Globalement, un matériau conducteur devrait permettre de réaliser un blindage efficace pour un champ électromagnétique haute fréquence (HF) et un champ électrique basse fréquence (BF). Dans le cas d'un champ magnétique BF, il est possible d'employer un matériau bon conducteur, épais et avec une perméabilité magnétique élevée, tel que le mumétal ou le fer doux à très faible teneur en impuretés.

Patins de masse

Pour certaines applications telles que le soudage par pertes diélectriques de pièces de grandes dimensions, la mise en place d'un blindage n'est pas compatible avec l'activité. Dans ce cas, l'installation d'un patin de masse peut réduire l'émission (voir *figure 2*). Davantage de détails sur ce dispositif sont donnés dans la fiche thématique INRS ED 4205 relatives aux presses HF.

D'autres dispositifs complémentaires dont le principe est de favoriser le retour du courant principal vers le générateur permettent de réduire les expositions en atténuant ainsi le rayonnement des parties métalliques (exemple: table isolante recouverte d'un conducteur...).

ÉLOIGNEMENT ET POSITION

Les champs électromagnétiques décroissent rapidement avec la distance par rapport à la

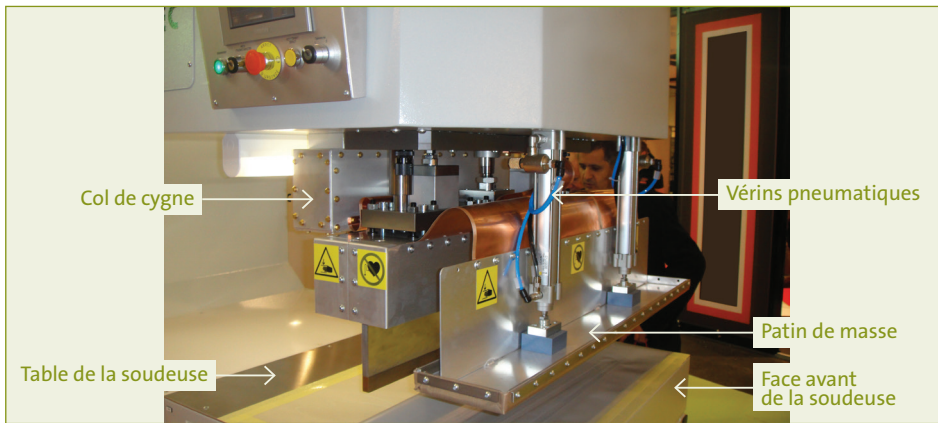


Figure 2. Patin de masse implanté sur une soudeuse HF

source. Une solution pour diminuer l'exposition de l'opérateur est donc l'éloignement. Lors de la conception d'une installation, on veillera ainsi à implanter les machines émettrices de façon à éviter toute proximité inutile avec d'autres postes de travail et les zones de circulation.

Une attention particulière sera portée aux positions des câbles véhiculant des courants de forte intensité.

La plupart des installations génèrent un champ électromagnétique non uniforme dans l'espace, qui entraîne alors une exposition plus ou moins importante selon la position de l'opérateur à une distance équivalente (exemple : boucle de courant de pince à souder ou de chauffe-roulement).

Il est obligatoire d'en tenir compte dès la conception des postes de travail et dans tous les cas d'informer les opérateurs concernés de façon à adopter la position de travail la moins exposante possible.

Exemples de moyen d'éloignement

- Panneau de commande déporté
- Magnétiseur éloigné du poste de contrôle sur un banc de magnétoscopie
- Position des câbles de puissance des soudeuses ajustés de manière à ne pas être en contact avec le corps de l'opérateur

DÉLIMITATION DE ZONES

L'un des moyens de limiter les risques de dépassement d'une valeur réglementaire (valeur d'action du Code du travail ou niveau de référence concernant l'exposition du public) est de délimiter les zones correspondantes par un marquage au sol ou si nécessaire à l'aide de barrières matérielles.

La délimitation de ces zones peut être effectuée à partir des données techniques accessibles (notices des fabricants...) ou par des mesures sur site.

Le tableau 1 fournit pour certaines applications émettant des champs électromagnétiques quelques exemples de moyens de prévention qu'il est possible de mettre en œuvre pour réduire l'exposition des travailleurs.

AUTRES MESURES DE PRÉVENTION

Tout en sachant que l'ensemble des actions présentées dans cette fiche peuvent également concerner les visiteurs de l'entreprise et les intervenants des entreprises extérieures, d'autres mesures complémentaires peuvent être mise en œuvre.

Tableau 1. Exemples de moyens de prévention

Application	Type de moyen de prévention		
Soudage par résistance	Réduction à la source Blindage des amenées de courant, passage à une technologie « moyenne fréquence », limitation des intensités, entretien des électrodes...	Réduction par éloignement Éloignement de l'opérateur par rapport à la boucle de courant, absence de contact direct avec le câble puissance, optimisation du mode de chargement et de maintien des pièces	
Magnétiseurs	Réduction à la source Limitation des intensités au juste nécessaire, boucle la plus petite possible	Réduction par éloignement Éloignement par rapport à la boucle chariot, utilisation d'une commande déportée, d'un convoyeur...	
Chauffage et soudage par induction	Protection collective Blindage (intégré), réduction de la puissance lors des interventions	Réduction par éloignement Utilisation d'une commande déportée ou d'un dispositif de contrôle déporté, aide au chargement, aide au pilotage, organisation des accès	
Magnétoscopie	Réduction par éloignement Éloignement du poste de travail à distance de la boucle, utilisation d'une commande déportée, d'un convoyeur, d'une cabine de contrôle isolée		
Chauffage et soudage par pertes diélectriques	Réduction à la source Maintenance, mise à la terre, réglage	Protection collective Patin de masse, table isolante, blindage	Réduction par éloignement Changement du mode de chargement, organisation du poste de travail, signalisation
Électrolyse	Réduction par éloignement Passage des câbles d'alimentation à distance des zones de travail, signalisation		
IRM/RMN	Réduction par éloignement Identification des zones de présence du personnel et de circulation, signalisation		
Fours micro-ondes	Protection collective Blindage, entretien/maintenance	Réduction par éloignement Organisation des postes de travail, signalisation...	
Travaux sur antennes relais	Réduction à la source Arrêt ou limitation de la puissance d'émission en cas d'intervention	Réduction par éloignement Maintien hors du périmètre de sécurité	

■ Éloigner les machines des parois métalliques

On évitera d'installer les équipements susceptibles d'émettre des champs électriques intenses (soudeuses à haute fréquence par exemple) à proximité de parois ou bardages métalliques qui ont la capacité de réfléchir ou concentrer les champs électriques.

■ Éviter la présence d'objets métalliques

Des objets métalliques situés à proximité de sources et non reliés à la masse peuvent se charger électriquement et occasionner des décharges électriques (avec ou sans génération d'étincelles) en direction d'une personne ou d'un objet. Sous l'influence de champs hautes fréquences, des objets métalliques portés (outils, bijoux, boucles de ceinture, fermetures à glissière...) peuvent aussi s'échauffer et occasionner des brûlures. Dans le cas d'un champ statique, les objets ferromagnétiques peuvent subir des forces d'attraction.

■ Isoler l'opérateur

Pour le rayonnement haute fréquence (presse HF), isoler les personnes du sol et des surfaces métalliques soumises au champ permet de réduire l'exposition aux courants induits.

■ Éviter les perturbations électromagnétiques

Dans certains cas, des valeurs de champ électrique, supérieures à 3 V/m peuvent perturber le fonctionnement d'appareils électroniques. Il convient donc de s'assurer que les équipements susceptibles de générer un risque du fait de leur dysfonctionnement (automates, chariots automoteurs ou nacelles, organes de détection incendie ou de sécurité...) ne soient pas soumis à de tels niveaux de champ ou que par conception, ils aient une immunité plus élevée.

■ Mettre en place une signalisation adéquate (voir figure 3)

PROTECTION INDIVIDUELLE

Si aucune action envisagée ci-dessus n'est réalisable ou si leur efficacité est insuffisante,

l'ultime solution est de recourir à un équipement de protection individuelle (EPI). L'atténuation étant fonction de la fréquence du champ, il convient de se renseigner auprès du fabricant.

Des vêtements sous forme de combinaisons intégrales sont disponibles sur le marché. Elles atténuent le champ électrique d'un facteur 5 à 10 selon le modèle, pour des fréquences comprises entre 80 et 2 000 MHz.

FORMATION ET INFORMATION DES TRAVAILLEURS

Une formation et une information seront dispensées à l'ensemble des travailleurs susceptibles d'être exposés à un risque lié à des champs électromagnétiques. Cette formation en rapport avec le résultat de l'analyse des risques prendra notamment en compte *a minima* :

- les caractéristiques des émissions des champs électromagnétiques ;
- les effets directs sur le corps humain comme les effets indirects ;
- la conduite à tenir en cas d'apparition d'effets sensoriels (phosphènes rétinien...) ou sanitaires (échauffement, stimulation nerveuse ou musculaire...). Ces effets peuvent conduire à un risque pour la sécurité (exemple : vertige lors de l'utilisation de véhicules ou machines dangereuses) ;
- les moyens de prévention et de protection mis en œuvre ;
- les précautions à prendre par les travailleurs pour assurer la protection de leur santé ;
- les obligations réglementaires pour protéger les travailleurs à risques particuliers (porteurs de dispositifs médicaux actifs ou passifs, implantés ou non, femmes enceintes) et les jeunes travailleurs.

Cas particuliers

Lors de l'établissement du plan de prévention, signaler aux intervenants des entreprises extérieures la présence de zones à risques électromagnétiques afin que d'éventuels porteurs de dispositifs médicaux soient informés.

Dans le cas d'un salarié ayant déclaré le port d'un dispositif médical, l'employeur doit évaluer avec l'aide du médecin du travail la compatibilité de cet équipement en comparant les spécifications du fabricant avec les niveaux de champs rencontrés. Dans l'attente des résultats de cette évaluation, il est recommandé, par précaution, de soustraire les porteurs d'implants au risque.

Pour aller plus loin : fiche INRS ED 4267 sur les dispositifs médicaux implantables

POUR EN SAVOIR PLUS

- Articles R. 4453-1 à R. 4453-34 du Code du travail.
- Décret n° 2002-775 du 3 mai 2002 relatif à l'exposition du public aux champs électromagnétiques émis par les équipements utilisés dans les réseaux de télécommunication et les installations radioélectriques.
- Guides non contraignants de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques ». Disponibles sur www.ec.europa.eu/social :
Volume 1 : Guide pratique
Volume 2 : Études de cas
Volume 3 : Guide à l'intention des PME
- Fiches thématiques INRS de la collection « Champs électromagnétiques ». Disponibles sur le site de l'INRS.
- Norme NF EN 50527-2-1 et 2 de février 2017 et mai 2018 sur l'évaluation de l'exposition électromagnétique des travailleurs porteurs d'implants.

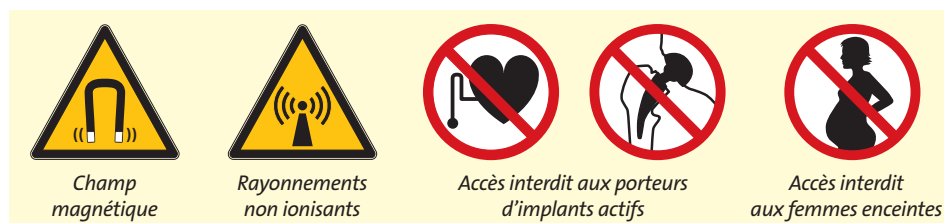


Figure 3. Exemples de signalétiques pour les risques électromagnétiques

Groupe de travail : A. Deleau (CMP Montpellier) ■ N. Morais (CMP Toulouse) ■ B. Gallin (CIMPE Nancy) ■ P. Laurent (CIMP Limoges) ■ G. Le Berre (CIMPO Rennes) ■ L. Hainoz (CMP Paris) ■ S. Tirlemont (CMP Lille) ■ C. Bissierix (CMP Clermont-Ferrand) ■ J. Fortuné (Circop Orléans) ■ M. Bouldi, A. Bourdieu, M. Donati, L. Hammen, R. Mouillseaux, P. Moureaux (INRS).

Contacts : L. Hammen, P. Moureaux, INRS