

Champs électromagnétiques : moyens de prévention

L'évaluation du risque lié à l'exposition de salariés aux champs électromagnétiques est le point de départ de la démarche de prévention ([1] à [6]). Cette évaluation passe par :

- la recherche et l'identification des sources susceptibles d'exposer les opérateurs ;
- la collecte de données techniques concernant l'équipement et le procédé (fréquence, principe de fonctionnement, puissance, temps d'émission...);
- la caractérisation de l'exposition (organisation du poste de travail, occurrence du risque, mesurages...).

La recherche de solutions techniques et organisationnelles efficaces doit être menée afin que l'exposition soit réduite au niveau le plus faible possible compte tenu de l'état des techniques et ne dépasse pas les valeurs repères (valeurs déclenchant l'action de la directive 2013/35/UE [7]). Le cas des opérateurs à risques particuliers doit être pris en compte (cas des porteurs d'implants, des femmes enceintes...).

En fonction du type de source et de l'organisation du poste de travail, on s'appuiera sur les principes généraux de prévention pour définir les solutions à mettre en œuvre.

RÉDUCTION À LA SOURCE

Elle doit être 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 souvent envisageables :

- le remplacement de l'équipement par un autre qui génère peu ou pas de champs électromagnétiques (procédé de chauffage,



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

changement de fréquences...). À titre d'exemple, des mesures ont montré que, pour le soudage par résistance, à puissance et application équivalentes, les niveaux d'exposition aux postes de travail sont plus faibles lors de l'utilisation de pinces à souder fonctionnant aux fréquences les plus élevées (par exemple 2 kHz au lieu de 50 Hz) ;

- 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...);
- la maintenance préventive telle que le suivi de l'état des équipements, de la continuité électrique et de la mise à la terre.

PROTECTION COLLECTIVE

La modification de machines est souvent complexe voire impossible et est une affaire de spécialistes. Ainsi, le blindage des creusets de fours 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 préconisations de la directive Machines doit donc être privilégié. Lors de l'appel d'offre, il est nécessaire de rédiger un cahier des charges 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** (voir 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 est réalisé en matériau électriquement conducteur. Il doit être relié à la masse de la machine. Il doit être conçu en fonction de l'atténuation du champ souhaitée, du type de champ (électrique et/ou magnétique), de sa fréquence principale



Figure 2. Schéma d'implantation d'un patin de masse sur une soudeuse haute fréquence

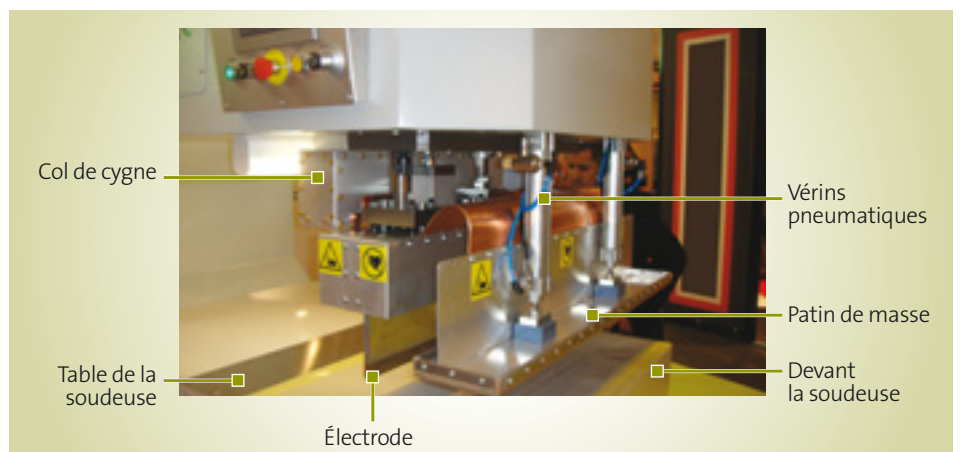
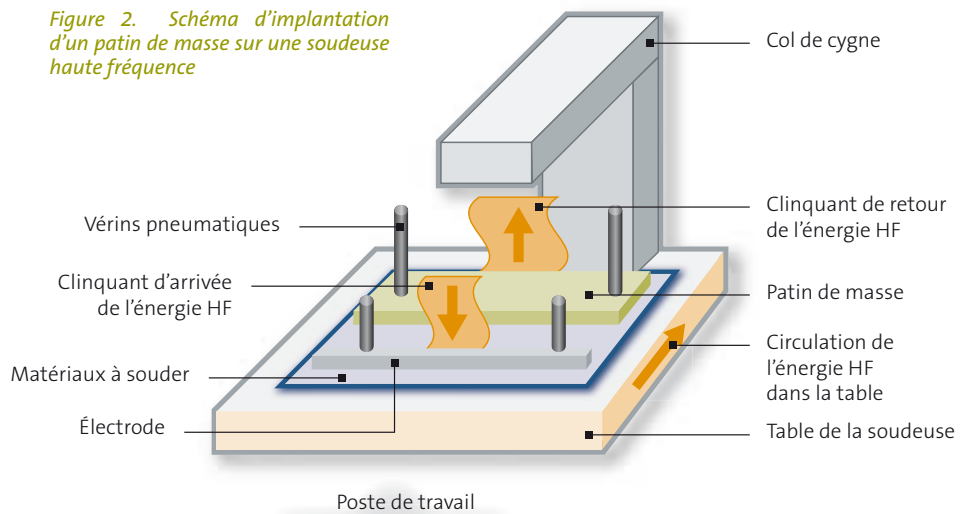


Figure 3. Patin de masse implanté sur une soudeuse haute fréquence

Le blindage du champ magnétique basse fréquence est plus complexe et nécessite l'utilisation de matériaux épais et bons conducteurs.

Patins de masse

Pour certaines applications telles que le soudage par pertes diélectriques de matériaux de grandes dimensions (soudage de bâches), la mise en place d'un blindage n'est pas compatible avec l'activité. Dans ce cas, l'installation d'un patin de masse a montré son efficacité [8] (voir figures 2 et 3).

Éloignement

Les champs électromagnétiques décroissent rapidement avec la distance par rapport à la source. Une solution pour diminuer l'exposition de l'opérateur est donc de l'éloigner des sources d'émission. D'une manière générale lors de la conception d'une installation, on veillera à implanter les machines émettrices de façon à éviter leur proximité avec les postes de travail et les zones de circulation. Une attention particulière sera portée aux positions des câbles véhiculant des courants de forte intensité.

Exemples : panneau de commande déporté, magnétiseur éloigné du poste de contrôle sur un banc de magnétoscopie, position des



Figure 4. Exemples de carrousel sur une soudeuse « haute fréquence » et de table de transfert sur un banc de magnétoscopie

câbles de puissance des soudeuses ajustés de façon à ne pas être en contact avec le corps de l'opérateur...

Autres moyens de protection collective

D'autres mesures complémentaires peuvent être mises en œuvre.

Éloigner les machines des parois métalliques

On évitera d'installer les équipements susceptibles d'émettre des champs électriques importants (soudeuses haute fréquence par exemple) à proximité de parois métalliques qui pourraient réfléchir les champs électriques émis.

Éviter la présence d'objets métalliques

Des objets métalliques situés à proximité de sources et non reliés à la masse ou à la terre peuvent se charger électriquement et occasionner des décharges électriques avec ou sans génération d'étincelles vers une personne ou un objet. Les objets métalliques portés (outils, bijoux, boucles de ceinture, fermetures à glissière...) peuvent aussi s'échauffer et occasionner des brûlures.

Isoler l'opérateur

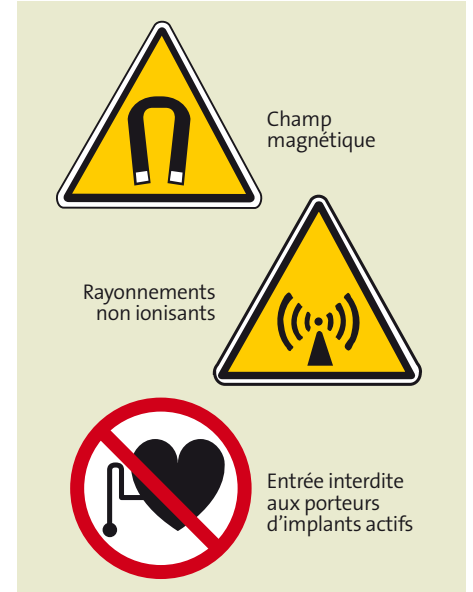
Pour les rayonnements « hautes fréquences » (presse HF), isoler la personne du sol et des surfaces métalliques soumises au champ permet de réduire l'exposition aux courants induits.

Éviter les perturbations électromagnétiques

Pour des valeurs de champ électrique supérieures à 10 V/m, le champ peut 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 ou robots, chariots automoteurs ou nacelles, organes de détection incendie ou de sécurité...) ne sont pas perturbés aux valeurs de champ ambiant.

En ce qui concerne les personnes porteuses d'implants actifs (stimulateurs cardiaques, pompes à insuline, prothèses auditives...), une vigilance particulière est de rigueur. Les champs électromagnétiques ambiants peuvent interférer sur leur fonctionnement. Cela peut concerner les visiteurs et les interventions d'entreprises extérieures.

Mettre en place une signalisation adéquate dans les zones concernées



Signaler aux porteurs d'implants la présence de champs électromagnétiques lors de l'établissement du plan de prévention

Dans le cas de salariés de l'entreprise, il convient de s'assurer avec l'aide du fabricant et du médecin du travail de la compatibilité de ces équipements avec les niveaux de champs rencontrés (voir normes d'exposition pour les porteurs d'implants EN 50 527-1, EN 50 527-2). Dans l'attente de cette confirmation et lorsque le champ excède les valeurs limites « public » dans un périmètre, il est recommandé, par précaution, d'éloigner les porteurs d'implants de cette zone.

Le tableau de la figure 5 résume les moyens de prévention envisageables en fonction des catégories d'équipements de travail.

Catégorie	Type de réduction 1	Type de réduction 2	Exemples de moyens
Soudage par résistance	Réduction à la source	Réduction par éloignement	Blindage des amenées de courant, position de l'opérateur par rapport à la boucle
Magnétiseurs	Réduction par éloignement	Réduction à la source	Aménagement du poste (éloignement par rapport à la boucle, commande déportée, convoyeur...)
Chauffage et soudage par induction	Protection collective	Réduction par éloignement	Commande déportée, blindage, réduction de la puissance lors d'interventions humaines
Magnétoscopie	Réduction par éloignement	Réduction par éloignement	Aménagement du poste (éloignement par rapport à la boucle, commande déportée, convoyeur), cabine de contrôle...
Chauffage, soudage par pertes diélectriques	Réduction à la source, protection collective	Réduction par éloignement	Maintenance, table isolante... Blindage Patin de masse
Électrolyse	Réduction par éloignement	Réduction à la source	Câbles d'alimentation torsadés, signalisation
IRM/RMN	Réduction par éloignement	Réduction par éloignement	Salle de contrôle extérieure
Fours micro-ondes	Réduction à la source	Réduction par éloignement	Blindage/Signalisation

Figure 5. Exemples de solutions de réduction en fonction de la catégorie de machine

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).

Figure 6. Exemple de vêtement de protection contre le champ électrique

L'atténuation étant fonction de la fréquence du champ, il convient de se renseigner auprès du fabricant.

Les seules EPI disponibles sur le marché atténuent le champ électrique entre 80 et 1000 MHz.

FORMATION ET INFORMATION DES SALARIÉS

Une formation et une information sur les risques liés à l'exposition aux champs électromagnétiques seront dispensées à l'ensemble

des opérateurs utilisant ces équipements. Celles-ci leur permettront d'avoir connaissance du risque et des effets sur la santé et d'être conscients de la nécessité d'adapter le réglage de la machine afin de minimiser l'exposition, d'éviter de se surexposer en restant inutilement à proximité des sources.

Aux fréquences très basses (< 400 Hz), des effets sensoriels passagers peuvent être ressentis. Il importe d'en informer les travailleurs et de s'assurer que ces effets ne peuvent conduire à un risque pour la sécurité (ex : vertige lors de l'utilisation de machines dangereuses).

POUR EN SAVOIR PLUS

- [1] NF EN 50499, *Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques*, février 2009.
- [2] NF EN 50527-1 et NF EN 50527-2, *Procédure pour l'évaluation de l'exposition des travailleurs porteurs de dispositifs médicaux implantables actifs aux champs électromagnétiques*. Partie 2-1 : Spécification d'évaluation pour les travailleurs avec un simulateur cardiaque, août 2011.
- [3] Fiches de la collection « Champs électromagnétiques », INRS, ED 4200 et suivantes.
- [4] Site www.inrs.fr, en particulier le dossier « Champs électromagnétiques » : www.inrs.fr/dossiers/Rni.html.
- [5] *Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques. Guide d'évaluation des risques*, INRS, ED 6136.
- [6] *Intégrer le risque « rayonnements électromagnétiques » dans le document unique d'évaluation des risques professionnels*, ND 2350, 2011.
- [7] Directive européenne 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 juin 2013 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques physiques (champs électromagnétiques).
- [8] *Réduction du rayonnement électromagnétique des soudeuses haute fréquence de conception ancienne, à l'aide de patin de masse*, ND 2360, 2012.

Référents : Groupe RNI Carsat-Cram/INRS
Ch. Bissériex, Carsat Auvergne ■ P. Laurent,
Carsat Centre-Ouest ■ C. Bonnet, J. Fortuné, Carsat
Centre ■ E. Marteau, Cram Île-de-France ■ G. Le Berre,
Carsat Bretagne ■ S. Tirlémont, Carsat Nord-Picardie
■ H. Castro, Carsat Midi-Pyrénées ■ A. Becker,
Ph. Demaret, M. Donati, INRS Lorraine ■
P. Moureaux, INRS Paris

Contacts : Ph. Demaret, INRS : 03 83 50 85 32
P. Moureaux, INRS : 01 40 44 31 09
Services Prévention des Carsat,
Cramif et CGSS