

CHAMPS  
ELECTROMAGNETIQUES

# Exposition aux champs électromagnétiques émis par une presse de soudage à haute fréquence

**Josselin Fortuné** Contrôleur de sécurité, Centre interrégional de contrôles physiques, Carsat Centre – Val de Loire

Une intervention a été effectuée dans une entreprise pour évaluer l'exposition aux champs électromagnétiques dans l'environnement d'une presse de soudage à haute fréquence. Cette intervention a été réalisée en utilisant le système Captiv développé par l'INRS qui permet de suivre les niveaux d'exposition en lien avec les phases de travail.

L'intervention a consisté à évaluer l'exposition aux champs électromagnétiques dans l'environnement d'une presse de soudage à haute fréquence et à mesurer le courant induit dans les extrémités du corps des deux opératrices lors de l'émission de champs électromagnétiques. Cette intervention a été menée en utilisant le système Captiv (Cf. Encadré), qui permet de :

- présenter le niveau d'exposition des opérateurs en fonction du temps;
- visualiser les phases de travail au moyen d'un enregistrement vidéo;
- corréliser les niveaux d'exposition et les phases de travail.

Dans cet atelier, l'activité principale est le soudage d'éléments

plastiques sur des longueurs variant de quelques centimètres à 5 mètres. Cette opération est réalisée avec une presse de soudage à haute fréquence (HF) de marque SEF, type 7,5 kW, installée dans un local spécifique (Cf. Figures 1 et 2). La fréquence d'émission du champ électrique est de 27,12 MHz. Deux salariés placés de part et d'autre de la machine aident à avancer et à positionner les éléments avant le soudage. Leur rôle est de maintenir constante la largeur d'un rebord.

Le chauffage par pertes diélectriques sous haute fréquence permet l'élévation de la température de matériaux isolants. Les machines utilisant ce type de chauffage génèrent des champs électromagnétiques (principalement des champs électriques). Celles qui n'ont pas de blindage haute fréquence ou dont le blindage est mal conçu peuvent

exposer les opérateurs au-delà des valeurs déclenchant l'action (VA). Les risques connus, liés aux champs électromagnétiques engendrés par ces machines, sont les suivants :

- échauffement corporel;
- brûlures de l'opérateur par contact avec des pièces métalliques (bagues, colliers, lunettes, châssis...) chauffées par la circulation de courants induits;
- perturbation de systèmes électroniques avoisinants (automates programmables, implants biomédicaux actifs...);
- décharges électriques en radiofréquences au contact d'éléments métalliques (lâché d'objet, mouvement réflexe, chute en cas de travail en hauteur...).

D'autres risques existent, tels que les risques électrique, mécanique (écrasement), chimique (émanation toxique...).

## CRITÈRES D'ÉVALUATION

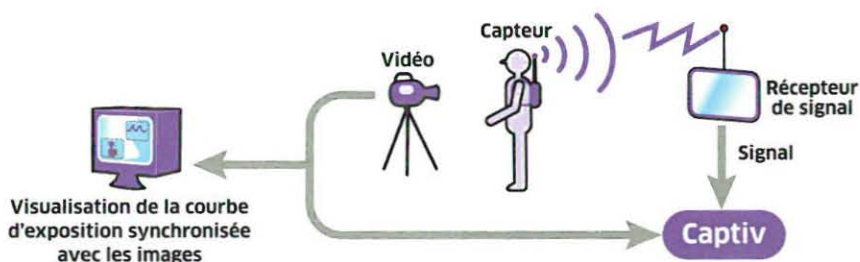
La directive sociale « agents physiques » spécifique aux champs électromagnétiques 2013/35/UE du 26 juin 2013 [1] fixe les prescriptions minimales en matière de protection des travailleurs, c'est-à-dire toute personne en activité professionnelle dès lors qu'elle peut être exposée à une source de champ électromagnétique en relation ou non avec sa propre activité.



ENCADRÉ

**Le système Captiv**

Le système Captiv (Centrale d'acquisition de la pollution au travail informé par vidéo), développé par l'INRS, permet de centraliser et de stocker les informations en provenance de capteurs d'exposition professionnelle et de les coupler à un enregistrement vidéo du poste de travail (Cf. Figure ci-dessous). Cette technique permet d'étudier précisément un poste de travail et, en particulier, de corrélér le geste professionnel avec le niveau d'exposition. Le traitement des informations ainsi collectées, réalisé à l'aide du module d'analyse Captiv, permet d'obtenir une connaissance fine du poste. On peut dès lors proposer des modifications ou des aménagements d'installations existantes et/ou former les opérateurs.



Elles sont établies à partir des effets reconnus nocifs, à court terme, sur le corps humain. Les effets à long terme et les effets sur les implants ne sont pas pris en compte.

Dans le cas présent, pour une fréquence de 27,12 MHz, la valeur déclenchant l'action est de 61 V/m pour la valeur efficace de l'intensité de champ électrique et 100 mA pour le courant induit dans les extrémités. Dans le cas où la durée d'exposition est inférieure à 6 minutes, le niveau de champ électrique mesuré est pondéré par application de la formule suivante (en référence à la norme C18-610 de novembre 1995 page 14 [2]):

$$E_{\text{pondéré}} = E_{\text{soudure}} \times (T_{\text{soudage}} + T_{\text{préparation}})^{0,5}$$

E: niveau de champ électrique (V/m)

T: temps (s)

**MÉTHODE DE MESURAGE**

Le champ électrique ainsi que le courant induit qui traverse l'opérateur lors de la phase de soudage ont été mesurés aux postes de travail (à hauteur des mains et du tronc des opérateurs). Les mesures ont été réalisées dans les configurations de soudage du jour avec les opérateurs à leur poste de travail en permanence.

Le matériel utilisé comprenait une base PMM 8053, une sonde EP 330 pour le mesurage des champs électriques (0 - 300 V/m, 100kHz - 3 GHz), un calibre 8053 CAL, un mesureur de courant induit Holaday HI3702 et un trépied en bois.

Le traitement des informations collectées a été réalisé à l'aide du système Captiv (Cf. Encadré 1).

Pour chacun des enregistrements réalisés, l'opérateur a été équipé du capteur permettant d'enregistrer en temps réel le courant induit qui traverse son corps.

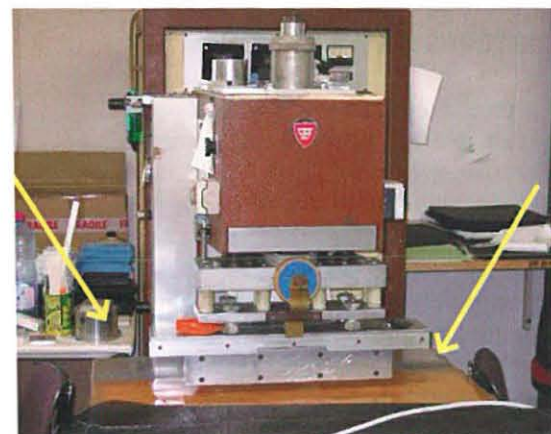
**RÉSULTATS DES MESURES ET DES OBSERVATIONS**

**Mesure du courant induit à un poste de travail**

Des mesures de l'intensité du champ électrique et des courants induits

Cette directive comporte plusieurs spécifications, notamment les valeurs limites d'exposition (VLE) et les valeurs déclenchant l'action (VA). Les VLE correspondent aux restrictions de base définies par l'ICNIRP<sup>1</sup> (commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants). Non directement quantifiables et dépendantes de la fréquence, les VLE sont les limites en dessous desquelles il n'y aurait pas d'effets nocifs connus sur la santé.

Les VA correspondent aux niveaux de référence définis par l'ICNIRP. Ce sont des grandeurs mesurables, obtenues à partir des VLE, utilisées pour évaluer les expositions pratiquement. Au-dessus de ces niveaux, il convient de mettre en œuvre des mesures de prévention. Le respect des VA garantit le respect des VLE.



← FIGURE 1

Vue de la presse et des deux postes de travail (gauche et droit).





↑ FIGURE 2

Vue de l'électrode et du clinquant de la presse.

dans les extrémités ont été réalisées sur une opératrice. Les valeurs dépassant les VA figurent en grisé dans le tableau.

Rappel: pour une fréquence de 27,12 MHz, la valeur déclenchant l'action est de:

- 61 V/m pour la valeur efficace de l'intensité de champ électrique;
- 100 mA pour le courant induit dans les extrémités.

### Évolution temporelle du courant induit

L'opératrice réalise deux cycles de soudage. Les figures 3 et 4 montrent les valeurs de courant induit traversant son corps, respectivement aux postes de gauche et de droite. Ces valeurs sont différentes d'un cycle à l'autre. On constate que lors du premier cycle de soudage, alors que l'opératrice est accoudée sur la

table qui comporte un mètre ruban métallique, le courant induit atteint 76 mA pour le poste de droite et 154 mA puis s'atténue à 120 mA pour le poste de gauche (Cf. Figure 3). Lors du deuxième cycle, l'opératrice n'est plus accoudée à la table, elle a son bras près du corps et le courant induit n'est plus que de 50 mA pour le poste de droite et 65 mA pour le poste de gauche (Cf. Figure 4).

POSITION DU PIED DROIT	POSITION DU PIED GAUCHE	TYPE D'ÉLECTRODE	POSITION ET EMBLACEMENT DE L'OPÉRATRICE	COURANT INDUIT MAXI (mA)	CHAMP ÉLECTRIQUE MAXI (V/m)
Chaise	Chaise	Large	Au poste de travail	77	713
Chaise	Chaise	Étroite	Au poste de travail	50	488
Chaise	Chaise	Large	Assise reculée	77	596
Chaise	Sol	Large	Debout reculée	140	602
Sol	Machine	Large	Au poste de travail	160	710
Sol	Chaise	Large	Au poste de travail	181	689
Machine	Chaise	Large	Au poste de travail	182	661
Machine	Chaise	Étroite	Au poste de travail	50	519

Absence réelle d'opérateur

Présence nécessaire d'un opérateur

Mesure du champ E

 $E = E_{\text{mes}} \pm 45\%$  $E = E_{\text{mes}} \times 1,1 \pm 45\%$ 

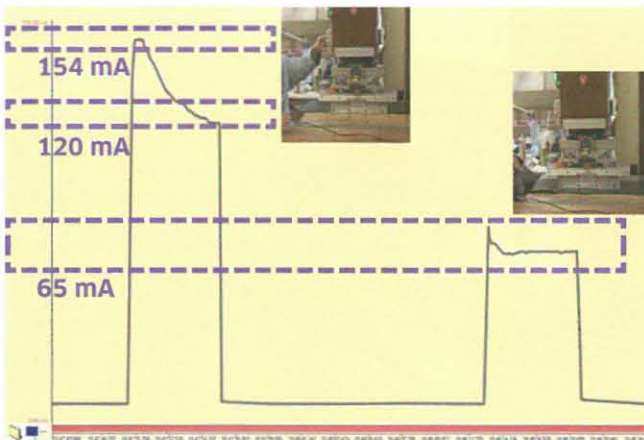
E mes = indication donnée par le champmètre

Mesure du courant induit

 $I_L = I_{L \text{ mes}} \pm 30\%$ I<sub>L</sub> mes = indication donnée par l'appareil de mesure de courant induit

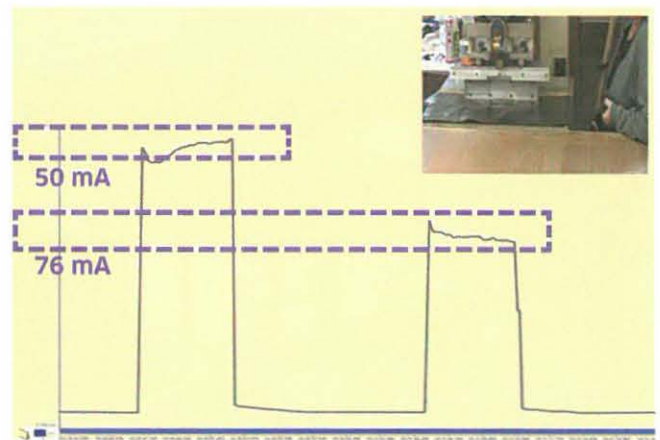
## ↑ TABLEAU

Résultats des mesures de courant induit et de champ électrique au poste de l'opératrice. Ci-contre: incertitudes sur les mesures.



↑ FIGURE 3

Mesure du courant induit au poste de gauche.



↑ FIGURE 4

Mesure du courant induit au poste de droite.



↑ FIGURE 5

Signalisation à mettre en place à proximité des installations émettant des champs électromagnétiques importants.

Pour réduire les intensités des courants induits dans les extrémités, notre expérience nous permet de conseiller, lorsque cela est possible:

- d'éloigner l'opérateur de la table lors de la phase de soudage;
- de ne pas être en contact avec la table, lors de la phase de soudage;
- de déporter les boutons de commande pour éviter l'effet « antenne ».

De plus, au regard du principe de précaution, des panneaux signalétiques (Cf. Figure 5) concernant les implants doivent être installés. ●

1. International Commission on Non-ionizing Radiation Protection.

La gestuelle a donc une importance sur le niveau de courant induit auquel est exposée l'opératrice et l'effet « antenne » est à proscrire.

### CONCLUSION

Dans l'environnement de la presse, proche du poste de travail:

- les valeurs efficaces du champ électrique sont toutes supérieures à la VA (61 V/m à 27,12 MHz);
- les valeurs des courants induits dans les extrémités sont supérieures à la valeur de référence (100 mA à 27,12 MHz) lorsqu'une électrode large est utilisée et qu'un pied de l'opératrice touche le sol ou la machine.

Les mesures et les vidéos nous permettent de constater qu'il y a une corrélation entre les niveaux des

courants induits dans les extrémités, le type d'électrode et la position de l'opératrice.

Parmi les aménagements envisageables, la première solution consiste à réduire les valeurs efficaces du champ électrique:

- en réalisant des patins de masse;
- en améliorant les blindages et les tresses de masse.

Ces aménagements ne peuvent être réalisés que par des entreprises spécialisées en se fixant un objectif de résultats.

### Pour en savoir +

- Dossier web « Champs électromagnétiques » sur [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)



## BIBLIOGRAPHIE

[1] Directive 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 dus aux agents physiques (champs électromagnétiques). J.O. du 26 juin 2013.

[2] Norme française. Exposition humaine aux champs électromagnétiques hautes fréquences (10 kHz à 300 GHz), norme C18-610, novembre 1995.