

DANS QUELLE MESURE L'EXPOSITION AUX CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES EST-ELLE DANGEREUSE?

MESURE ET EVALUATION DE L'EXPOSITION DES SOUDEURS AUX CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES DANS LE CADRE DE LA NOUVELLE DIRECTIVE EUROPEENNE EMF 2004/40/EC

Ce projet de recherche étalé sur deux ans (2006-2007) est un projet prénormatif subsidié par le SPF Economie, PME, Classes moyennes et Energie. Les partenaires sont: l'Institut Belge de la Soudure (IBS), le Vlaamse Instelling voor Technologische Ontwikkeling (VITO) et le Centre de Perfectionnement des Soudeurs (CPS). Nous nous penchons sur les nouvelles directives et donnons un aperçu des premiers résultats du projet.

Par K. Broeckx – IBS

G. Decat, G. Meynen, L. Deckx, E. Peeters – VITO

K.H. Mild – Nat. Inst. for Working Life, Umeå, Sweden

Traduction: M.C. Ritzen – IBS/BIL

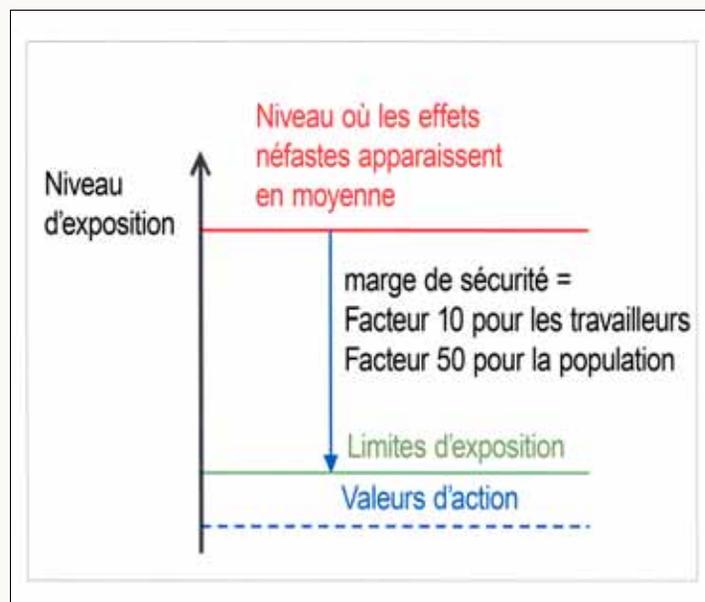


Figure 1: Afin de tenir compte des incertitudes scientifiques, l'ICNIRP a inclus un facteur de sécurité de 10 pour les travailleurs et de 50 pour la population en général

SITUATION

Le 30 avril 2005 a paru une nouvelle directive européenne (EMF 2004/40/EC). Cette directive reprend les

prescriptions de sécurité et d'hygiène minimales à suivre quant à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques. L'éventuelle nocivité de ces

champs magnétiques est étudiée scientifiquement depuis quelques années. Comme dans toute directive sociale, il s'agit ici de prescriptions minimales et les

états européens ont le loisir d'imposer des normes plus sévères.

Les états membres ont jusqu'au 30 avril 2008 pour intégrer les dispositions de cette directive dans leur législation nationale.

Tableau 1: L'enquête a été menée auprès de grandes entreprises et a abouti à une matrice représentative qui sert de base aux essais à réaliser

PROCEDE DE SOUDAGE	ID (*)	TYPE DE COURANT	% (**)	INTENSITE [A]	% (***)
MIG/MAG (131/135) Fil massif	25	DC+	60	150 – 250	47
		Pulsé	40	250 – 350	43
				> 350	10
MIG/MAG (136/137) Fil fourré	30	DC+	88	< 150	10
		DC-	12	150 – 250	57
				250 – 350	33
Electrode enrobée (111)	20	DC+	71	50 – 100	25
		DC-	28	100 – 150	37
		AC	1	150 – 200	24
				> 200	13
TIG (141)	25	DC-	99	< 50	5
		AC	1	50 – 100	30
				100 – 150	50
				150 – 200	14
		> 200	1		

(*) ID: durée d'enclenchement moyenne estimée (temps réel d'allumage de l'arc par rapport au temps de travail total exprimé en %)

(**) pourcentage moyen estimé (%) qu'un certain type de courant est utilisé

(***) pourcentage moyen estimé (%) qu'un certain domaine de courant est utilisé

CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES

Les champs électromagnétiques sont un phénomène naturel. En raison de l'utilisation croissante de l'électricité (courant électrique) tant dans le ménage que dans l'industrie, les personnes sont de plus en plus exposées à des sources artificielles de champs électriques.

Tant à la maison qu'au travail, chacun est exposé à un mélange complexe de champs électriques et magnétiques ayant une grande variété de fréquences.

Les champs électromagnétiques sont répartis en différents types en fonction de la bande de fréquence:

- champs statiques (DC),
- champs ELF (Extra Low Frequency),
- champs RF (Radio Frequency)
- champs micro-ondes (hautes fréquences).

Les champs électromagnétiques produits lors du soudage sont principalement des champs ELF et RF.

CONSEQUENCES

Les conséquences de l'exposition du corps humain ou des cellules à des champs électromagnétiques dépendent principalement de leur fréquence et de leur intensité ou résistance. Dans le cas de basses fréquences radio, les champs sont partiellement absorbés et ne s'introduisent dans les tissus que sur une courte distance. Les champs à basse fréquence influencent la répartition des charges électriques à la surface des tissus conducteurs et provoquent un courant électrique dans le corps. L'intensité de ce courant induit dépend de la fréquence, de l'intensité du champ externe et de la grandeur du cycle que suit le courant.

Les effets éventuels des champs électromagnétiques mènent depuis de nombreuses années à des tensions sociales et des discussions. On a démontré un certain nombre d'effets des champs (rayonnement non ionisant) connus et acceptés comme étant nocifs pour la santé de l'homme. De plus, il existe encore de nombreuses suppositions sur d'autres effets nocifs de ces champs mais ceux-ci n'ont pas encore été prouvés scientifiquement.

En général, on peut dire que les personnes qui travaillent à proximité d'installations et qui utilisent du courant électrique de grande intensité, sont exposées à des champs magnétiques de fortes intensités. Lors du soudage, on utilise des courants relativement élevés, pulsés ou non pulsés. Le soudage est une activité très usitée et indispensable dans l'industrie métallique mais également dans d'autres secteurs comme par ex. l'industrie chimique (travaux d'entretien, ...). L'importance du champ électromagnétique généré durant le soudage dépend de l'intensité de courant et de la fréquence du courant.

Ce champ est produit à hauteur des câbles parcourus par le courant, des électrodes de soudage et dans



Figure 2: Le courant et la tension ont été mesurés de deux façons: au moyen d'un appareil de mesure (ALX) spécialement mis au point pour mesurer les paramètres de soudage (on a travaillé ici avec une pince électrique) et au moyen d'un shunt connecté en série avec le câble de masse. Le signal venant du shunt a été visualisé sur un oscilloscope

une moindre mesure, à hauteur du transformateur. Etant donné que durant le soudage, l'électrode et le conducteur de courant sont à proximité (et dans de nombreux cas, en contact avec) du corps du soudeur, ce seront surtout le tronc, le cou et la tête du soudeur qui seront exposés à un champ fortement électromagnétique

METHODES DE CALCUL

Au niveau européen, on développe depuis quelques années des méthodes de calcul permettant d'évaluer l'importance des champs électromagnétiques générés par le soudage. Une évaluation sérieuse de ces méthodes de calcul avec des

mesures pratiques est nécessaire.

PROJET

L'objectif de ce projet est d'évaluer l'exposition réelle du soudeur (population active) à des champs électromagnétiques dans le cadre de la directive européenne. De plus, les problèmes ou difficultés rencontrés lors de l'application de la nouvelle directive EMF seront étudiés et inventoriés spécifiquement pour les entreprises ayant des activités de soudage. Les résultats de ce projet doivent permettre aux entreprises de faire une bonne évaluation

pour savoir dans quels cas des mesures doivent être prises pour protéger les travailleurs des champs

LES RESULTATS DE CE PROJET DOIVENT PERMETTRE AUX ENTREPRISES DE FAIRE UNE BONNE EVALUATION POUR SAVOIR DANS QUELS CAS DES MESURES DOIVENT ETRE PRISES POUR PROTEGER LES TRAVAILLEURS DES CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES ET SATISFAIRE A LA NOUVELLE DIRECTIVE EMF

électromagnétiques et satisfaire à la nouvelle directive EMF. Les résultats du projet éviteront donc que chaque entreprise de soudage doive réaliser une telle évaluation. Les moyens financiers de l'entreprise de soudage peuvent ainsi être utilisés efficacement et être consacrés à la résolution de problèmes éventuels.

DIRECTIVE EMF 2004/40/EC

La nouvelle directive est basée sur des directives établies par l'ICNIRP (International Commission for Non-Ionizing Radiation Protection). Pour la protection des travailleurs, l'ICNIRP part des restrictions de base où un effet biologique est induit. Durant le soudage, des champs ELF et RF sont principalement générés. L'exposition de l'homme à un champ ELF de 100 mA/m^2 (restriction de base pour les champs ELF) provoque un effet sur le système nerveux de l'homme. Une exposition à un champ RF avec un SAR (Specific Absorption Rate) de 4 W/kg (restriction de base du rayonnement RF) provoque une augmentation de température de 1°C dans le corps.

Limites d'exposition

Afin de tenir compte des incertitudes scientifiques, l'ICNIRP a inclus un facteur de sécurité de 10 pour les travailleurs et de 50 pour la population en général (figure 1). Ces valeurs qui tiennent compte des facteurs de sécurité respectifs, sont appelées limites d'exposition. Lorsqu'on dépasse ces limites, on suppose que des effets néfastes pour la santé peuvent apparaître. Une limite d'exposition est par exemple la quantité de puissance de rayonnement par kg de tissu (SAR). Une telle grandeur est cependant difficile à mesurer.

Valeurs d'action

Pour remédier à ce problème, on a

Figure 3: Spectre du courant et de la tension lors du soudage short arc

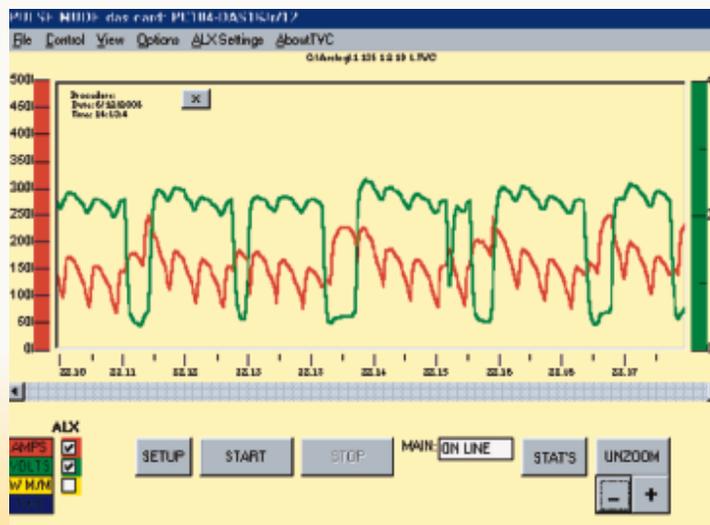
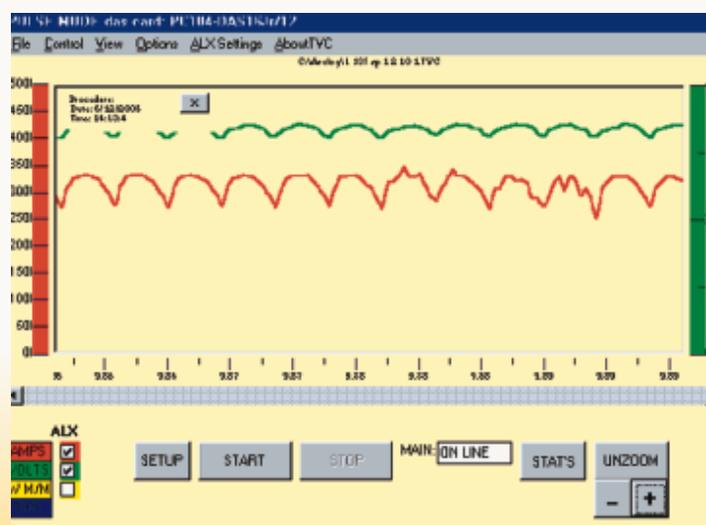


Figure 4: Spectre du courant et de la tension lors du soudage spray arc



déterminé des valeurs d'action. Ce sont des valeurs mesurables. Un exemple est l'intensité de champ électromagnétique à l'endroit de l'exposition.

Si les valeurs mesurées ou calculées dépassent les valeurs d'action, une évaluation doit être faite afin d'examiner si les limites d'exposition sont oui ou non dépassées.

PREMIERS RESULTATS DE PROJET

Afin de s'assurer que les essais réalisés sont représentatifs de la pratique, une étude du marché a été réalisée à l'aide d'une enquête.

Enquête

L'enquête a été menée auprès de grandes entreprises et a abouti à une matrice représentative (tableau 1) qui sert de base aux essais à réaliser. La matrice d'essai contient les données suivantes:

- procédés de soudage,
- intensités de courant les plus utilisées,
- durée estimée (exprimée en %) d'utilisation d'une certaine intensité de courant,
- type courant (courant continu, courant alternatif, courant pulsé),
- durée estimée (exprimée en %) d'utilisation d'un certain type de courant (continu, alternatif, pulsé),
- durée d'enclenchement estimée (% du temps total de travail durant lequel l'arc de soudage est allumé), etc.

L'inventaire de l'intensité de courant et du type de courant par procédé de soudage est nécessaire afin de réaliser des essais représentatifs durant le projet.

La durée d'enclenchement estimée est indispensable afin d'avoir une bonne estimation du temps d'exposition réel d'un soudeur aux champs électromagnétiques.



Figure 5: En plus de la mesure du courant, le champ magnétique est mesuré. Ce champ est mesuré, suivant la norme, au point central d'un conducteur de courant courbé (câble de masse) ayant un rayon de 20 cm

Tests de soudage préliminaires

Durant la première année du projet, des tests de soudage

préliminaires ont été réalisés afin d'optimiser, dans un premier temps, dans la pratique, un protocole de mesure et de tester l'appareillage de mesure. Le courant et la tension ont été mesurés de deux façons (figure 2):

- au moyen d'un appareil de mesure (ALX) spécialement mis au point pour mesurer les paramètres de soudage. On a travaillé ici avec une pince électrique.
- au moyen d'un shunt connecté en série avec le câble de masse. Le signal venant du shunt a été visualisé sur un oscilloscope. Les figures 3 et 4 montrent respectivement les courbes d'intensité et de tension mesurées

pour le soudage short arc et spray arc (à l'aide de l'ALX).

LA CONCLUSION PROVISOIRE DES ESSAIS PRELIMINAIRES EST QU'IL EXISTE UNE TENDANCE QUE LES VALEURS D'ACTION DE LA DIRECTIVE EUROPEENNE 2004/40/EC SOIENT DEPASSEES DURANT LE SOUDAGE

La forme de l'onde de courant peut également être mesurée au moyen d'un shunt. Le signal provenant du shunt est alors visualisé sur un oscilloscope.

Un champ électromagnétique est constitué d'un champ magnétique (champ B) et d'un champ électrique (champ E). C'est le champ B qui présente les plus

grandes oscillations.

En même temps, le champ magnétique est difficile à parer et c'est le champ, selon la littérature, qui est l'élément déterminant le risque du champ électromagnétique.

C'est pourquoi le protocole de mesure est axé sur la mesure du

champ B.

Le protocole de mesure est basé sur les normes européennes en vigueur et sur la "Good Measurement Practice".

En plus de la mesure du courant, le champ magnétique est mesuré. Ce champ est mesuré, suivant la norme, au point central d'un conducteur de courant courbé (câble de masse) ayant un rayon de 20 cm (figure 5).

Comme dans la réalité, lors du soudage, le conducteur de courant est, dans de très nombreux cas, en contact avec le soudeur, le champ juste à côté du conducteur de courant a également été mesuré durant les essais.

La figure 6 montre un spectre de fréquence du champ magnétique lors du soudage spray arc. Ce spectre contient des harmoniques (pics du champ moyen à des fréquences déterminées).

La figure 7 montre les harmoniques du champ magnétique.

Sur base des harmoniques du champ magnétique, on peut calculer si le champ dépasse oui ou non les valeurs prescrites par la directive.

Le développement complet de ce calcul nous mènerait trop loin. Dans ce cas-ci, le calcul montre que les valeurs d'action sont dépassées.

Une évaluation des courants induits (limites d'exposition) est par conséquent nécessaire.

CONCLUSION PROVISOIRE

La conclusion provisoire des essais préliminaires est qu'il existe une tendance que les valeurs d'action de la directive européenne 2004/40/EC soient dépassées durant le soudage.

Il est nécessaire d'étayer cette conclusion provisoire à l'aide de nombreuses mesures contradictoires. □

Figure 6: Un spectre de fréquence du champ magnétique lors du soudage spray arc

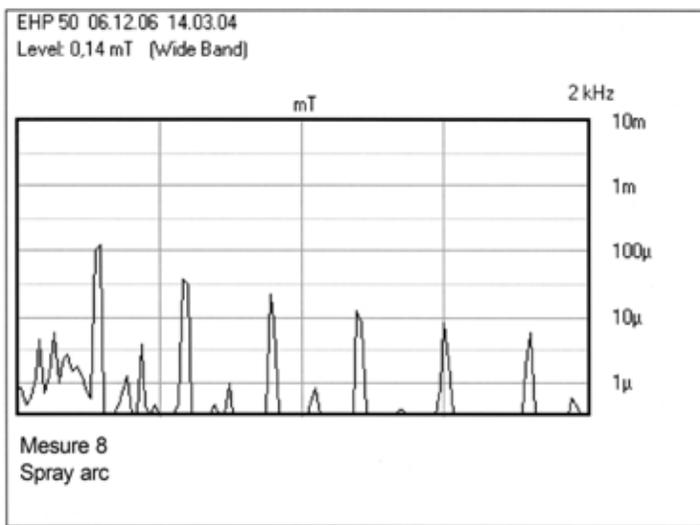


Figure 7: Les harmoniques du champ magnétique

