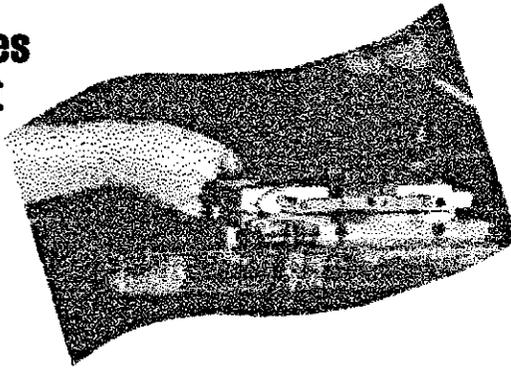


Le blindage comme moyen de contrôle des radiofréquences des machines industrielles chauffant par perte diélectrique



ÉTUDES ET RECHERCHES

Laurent Glatton
Lambert Laliberté

Juin 1995

RF-094



FICHE TECHNIQUE



IRSST
Institut de recherche
en santé et en sécurité
du travail du Québec

La recherche, pour mieux comprendre

L'Institut de recherche en santé et en sécurité du travail du Québec (IRSST) est un organisme de recherche scientifique voué à l'identification et à l'élimination à la source des dangers professionnels, et à la réadaptation des travailleurs qui en sont victimes. Financé par la CSST, l'Institut réalise et finance, par subvention ou contrats, des recherches qui visent à réduire les coûts humains et financiers occasionnés par les accidents de travail et les maladies professionnelles.

Pour tout connaître de l'actualité de la recherche menée ou financée par l'IRSST, abonnez-vous gratuitement au magazine *Prévention au travail*, publié conjointement par la CSST et l'Institut.

Les résultats des travaux de l'Institut sont présentés dans une série de publications, disponibles sur demande à la Direction des communications.

Il est possible de se procurer le catalogue des publications de l'Institut et de s'abonner à *Prévention au travail* en écrivant à l'adresse au bas de cette page.

ATTENTION

Cette version numérique vous est offerte à titre d'information seulement. Bien que tout ait été mis en œuvre pour préserver la qualité des documents lors du transfert numérique, il se peut que certains caractères aient été omis, altérés ou effacés. Les données contenues dans les tableaux et graphiques doivent être vérifiées à l'aide de la version papier avant utilisation.

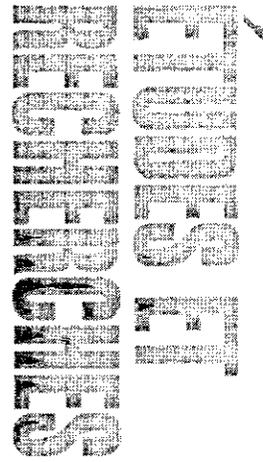
Dépôt légal
Bibliothèque nationale du Québec

IRSST - Direction des communications
505, boul. de Maisonneuve Ouest
Montréal (Québec)
H3A 3C2
Téléphone : (514) 288-1 551
Télécopieur: (514) 288-7636
Site internet : www.irsst.qc.ca
© Institut de recherche en santé
et en sécurité du travail du Québec,

Le blindage comme moyen de contrôle des radiofréquences des machines industrielles chauffant par perte diélectrique

Laurent Gratton
Service de transfert
des applications de la recherche, IRSST

Lambert Laliberté
Programme soutien analytique, IRSST



FICHE TECHNIQUE

Avis au lecteur

Les observations réalisées en industrie par l'IRSST (1) et par d'autres chercheurs ainsi que les publications sur le sujet indiquent que plusieurs types de soudeuses et sècheuses fonctionnant par perte diélectrique peuvent exposer les opérateurs et les opératrices à des niveaux élevés de champs radiofréquences en plus des risques de chocs répétés sur les objets métalliques environnants. Les émissions de champs électriques de machines non-blindées excèdent généralement de beaucoup les valeurs recommandées par les organismes de santé et de sécurité au travail.

Cette fiche d'information technique porte sur les moyens de réduire les risques dus à l'exposition aux radiofréquences durant les opérations de soudage avec des machines industrielles chauffant par perte diélectrique.

Cette fiche permet aux dirigeants d'entreprises possédant ces machines, aux travailleurs et travailleuses les utilisant et aux intervenants en santé et en sécurité du travail de contrer les effets de l'exposition aux radiofréquences.

Elle propose surtout une solution, le blindage, pour réduire au niveau sécuritaire l'exposition aux champs électriques subie par les opérateurs et les opératrices de ces machines.

Le type de blindage proposé dans les prochaines pages n'a pas été conçu par l'IRSST mais il a fait l'objet d'une étude par l'IRSST. Les niveaux d'exposition, de courants induits et de courants de contact mesurés après l'installation d'un tel blindage rencontraient les recommandations des organismes nationaux et internationaux pour des puissances d'usage courant.

Dessins : Gilles Laflamme

Remerciements à Maska Sports et Système HF

(1) Laiberté, Lambert, Machines industrielles chauffant par perte diélectrique ou par effet d'induction - nature, méthode de mesure et contrôle des radiofréquences, IRSST, juillet 1992

Table des matières

	pages
INTRODUCTION	IV
LES RADIOFRÉQUENCES ET LEURS EFFETS SUR LA SANTÉ	IV
LES NORMES D'EXPOSITION ET LES RECOMMANDATIONS EN VUE DE PROTÉGER LA SANTÉ	V
LE BLINDAGE COMME MOYEN DE CONTRÔLE DU CHAMP ÉLECTRIQUE	V
UN MODÈLE DE BLINDAGE	VI
A - LE MATÉRIEL REQUIS.	VI
B - L'INSTALLATION	VI
L'EFFICACITÉ DU BLINDAGE	VIII
AUTRES RECOMMANDATIONS	IX
INFORMATIONS	IX

LISTE DES FIGURES

	pages
FIGURE 1 : Exemple de machine industrielle chauffant par perte diélectrique sans blindage.	X
FIGURE 2 : Exemple de blindage d'une machine industrielle chauffant par perte diélectrique.	XI
FIGURE 3 : Assemblage d'un exemple de blindage.	XII
FIGURE 4 : Exemple d'assemblage des machettes de laiton.	XIII
FIGURE 5 : Exemples de plaques horizontales de retenue.	XIV
FIGURE 6 : Exemple d'installation de la plaque horizontale de retenue.	XV

INTRODUCTION

La vaste majorité des machines faisant appel au principe de chauffage par perte diélectrique sont des soudeuses de matériaux à base de polymères. Les autres sont des sécheuses de fibres textile, de contreplaqués, etc. Ces machines sont utilisées pour sécher, chauffer, fondre ou traiter thermiquement les plastiques, les fibres, le caoutchouc ou les colles thermodurcissables.

Les machines chauffant par perte diélectrique créent des champs électriques puissants dont le but est d'agir sur certains matériaux, nommés diélectriques, en générant des attractions et des répulsions au niveau des particules électriques négatives ou électrons. Ces machines sont pourvues d'une source d'énergie, l'oscillateur, dont la fréquence est de 27,12 MHz. Cette fréquence est celle le plus souvent rencontrée mais il est possible aussi de trouver des machines fonctionnant à des fréquences variant de 2 à 120 MHz. La tension elle, varie entre 800 et 1500 volts. En fait, plus la tension est élevée et plus le champ électrique est élevé.

L'objectif de la fiche est d'abord de comprendre la nature du risque et de proposer un moyen de contrôler les ondes électriques pour éviter d'y être exposé par l'installation d'un blindage tel que décrit plus loin.

2. LES RADIOFRÉQUENCES ET LEURS EFFETS SUR LA SANTÉ

Plusieurs études ont examiné les effets des champs électriques et magnétiques sur le corps humain. Parmi les résultats qui font l'unanimité, mentionnons que les champs électriques excédant la recommandation de l'American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) peuvent entraîner une élévation de la température du corps par l'absorption de l'énergie des radiofréquences.

Les risques reliés au réchauffement d'organes existent lors de l'utilisation de machines chauffant par perte diélectrique. Ces risques augmentent avec l'intensité du champ électrique. L'élévation de la température du corps au-delà de ses capacités thermorégulatrices peut entraîner des effets pouvant aller jusqu'à des brûlures, des hémorragies et des nécroses tissulaires.

Plusieurs chercheurs ont démontré un lien entre l'exposition aux champs électromagnétiques et les risques de cancer et des effets sur le système nerveux ou sur le système de reproduction ou des effets neurophysiques comme des maux de tête, de l'irritabilité, des vertiges, etc. Ce lien n'est pas pour l'instant reconnu à l'unanimité par la communauté scientifique.

3. LES NORMES D'EXPOSITION ET LES RECOMMANDATIONS EN VUE DE PROTÉGER LA SANTÉ

Actuellement, en Amérique du Nord, il n'existe pas de norme limitant la durée ou l'intensité des expositions aux radiofréquences créées par les machines chauffant par perte diélectrique. Par ailleurs, plusieurs organismes professionnelles et gouvernementaux tels l'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists), ANSI (American National Standard Institute) et Santé et Bien-être social Canada ont fait des recommandations. Elles concernent le niveau d'exposition aux champs électriques et magnétiques, du courant induit dans le corps ainsi que du courant de contact avec des objets chargés par un champ électrique.

Les recommandations des organismes en ce qui concerne les machines chauffant par perte diélectrique qui opèrent à 27.12 MHz sont de 4 600 V²/m² pour la valeur au carré du champ électrique, de 0,032 A²/m² pour la valeur au carré du champ magnétique, de 200mA pour l'intensité du courant induit mesuré à la base des pieds et de 100 mA pour l'intensité du courant de contact mesuré à la paume de la main. (1) (2) (3)

(1) ACGIH, Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices 1994-1995, Cincinnati, Ohio, 45211-4438.

(2) ANSI C95.1-1992, Standard for Safety Levels with Respect to Human Exposure to Radio Frequency Electromagnetic Fields, 3 KHz to 300 GHz, New-York, New-York.

(3) Santé et Bien-être social, Canada. Code de sécurité - 6. Limites d'exposition à des champs de radiofréquences de la gamme de 10 KHz - 300 GHz, No. EHD-TR-160. Catalogue No. H46-2/90-160F, Ottawa, 1991.

4. LE BLINDAGE COMME MOYEN DE CONTRÔLE DU CHAMP ÉLECTRIQUE

Le blindage est simple à réaliser et le matériel requis pour le blindage est peu coûteux. Il peut être installé sur des machines déjà utilisées en milieu de travail et permet de protéger les opérateurs et opératrices suffisamment pour respecter les recommandations des expositions. En général, le blindage sera installé sur le dessus, la face avant et sur les deux côtés de la matrice de travail de la machine.

Le blindage consiste à entourer la matrice de travail (source du champ électrique intense) avec des plaques conductrices (ex. aluminium) reliées au châssis de la machine. Des manchettes, faites de feuillard de laiton replié sur lui-même, installées au bas des plaques viennent compléter le blindage. L'ensemble du blindage doit être isolé de la matrice de travail pour ne pas nuire au fonctionnement de la soudeuse. La mise au châssis de l'ensemble du blindage est essentielle à son bon fonctionnement. Lorsque la matrice s'abaisse vers la table de travail en comprimant les pièces à souder, les manchettes de laiton qui bordent le bas des plaques d'aluminium établissent un contact flexible avec la table qui est reliée au châssis. Le champ électrique parasite émis par la matrice de travail sera ainsi capté par le blindage et retourné au générateur de radiofréquence par le châssis de la soudeuse.

La figure 1 montre une machine industrielle chauffant par perte diélectrique sans le système de blindage tandis que la figure 2 nous montre cette même soudeuse avec le blindage en place.

5 UN MODÈLE DE BLINDAGE

Les figures 3 et 4 illustrent en détail les composants du blindage installés sur une soudeuse à col de cygne. Pour réaliser ce blindage, nous proposons les démarches suivantes :

- 1) préparation et fixation de la plaque de retenue horizontale;
- 2) préparation et fixation des plaques verticales coulissantes sur la plaque de retenue;
- 3) préparation et fixation des manchettes de laiton sur les plaques verticales;
- 4) ajustement de la hauteur des plaques verticales;
- 5) vérification de l'isolement électrique entre la matrice de travail et le blindage et vérification de la continuité électrique entre chaque plaque du blindage et le châssis de la soudeuse.
- 6) vérification de la puissance et du circuit d'accord de la soudeuse

A - LE MATÉRIEL REQUIS.

Le matériel requis pour blinder une machine est énuméré ci-bas ainsi qu'aux figures 4 à 6 :

- La plaque de retenue horizontale est formée par une plaque d'aluminium d'une épaisseur de 6 à 13 mm (1/4" à 1/2"), dont les dimensions excèdent la surface de la matrice de travail sans toutefois être plus grandes que la table de travail;
- les plaques verticales coulissantes sont taillées à même une feuille d'aluminium de 3 mm (1/8") d'épaisseur, d'une dimension suffisante pour fabriquer toutes les plaques d'une longueur égale aux cotés de la plaque de retenue et d'une hauteur d'environ 25 cm (10");

- les manchettes sont taillées dans un feuilard de laiton (généralement d'une largeur standard de 30 cm (12") dont les dimensions permettront de fabriquer des manchettes de 15 cm X 15 cm (6" X 6");
- des fer-angles de largeur non-symétrique en aluminium d'une longueur égale à celle des plaques verticales coulissantes; et
- du caoutchouc mousse isolant pour tuyau de cuivre de 13 mm (1/2") qui sera inséré à l'intérieur de chaque manchette afin qu'elles conservent leur forme.

B - L'INSTALLATION

Les étapes de l'installation du blindage sont décrites en partant d'une soudeuse non blindée illustrée à la figure 1 pour se terminer par une soudeuse complètement blindée illustrée à la figure 2.

Étape 1 :

Préparation et fixation de la plaque de retenue horizontale.

- a) Découper une plaque d'aluminium de dimension suffisante de façon à ce que ses dimensions excèdent celles de la matrice de travail sans toutefois être plus grandes que la table de travail (figure 5);
- b) percer les trous appropriés sur le dessus de la plaque afin d'y laisser passer les boulons de retenue de l'isolant de la matrice de travail, les trous pour fixer la plaque de retenue à l'isolant de la matrice de travail. Découper un espace au centre de la plaque pour permettre l'accès aux boulons de la matrice de travail (figure 5);

N.B. : Les trous percés dans la plaque de retenue qui laissent passer les boulons de l'isolant de la matrice de travail, doivent avoir un espacement d'au moins 1/2" tout le tour afin de prévenir tout arc électrique (figure 6);

- c) percer et fileter les trous nécessaires sur les 3 côtés de l'épaisseur de la plaque de retenue afin d'y recevoir les vis de retenue des plaques verticales (Étape 2b et figure 5);
- d) percer et fileter les trous nécessaires dans l'isolant de la matrice de travail puis y visser la plaque de retenue (figure 6);

Étape 2 :

Préparation et fixation des plaques verticale coulissantes

- a) Dans une feuille d'aluminium de 3 mm (1/8") d'épaisseur, tailler un rectangle d'environ 25 cm (10") de hauteur et d'une longueur égale au côté de la plaque de retenue où elle y sera fixée. Percer trois à quatre fentes de dimension suffisante pour pouvoir la coulisser au besoin. Le système de blindage doit pouvoir s'ajuster selon l'épaisseur des pièces à souder ou chauffer. Percer également les trous pour y fixer le fer-angle qui retiendra les manchettes de laiton (figure 4).
- b) Sur le côté de la plaque de retenue, visser la plaque verticale coulissante dans les trous déjà percés à l'étape 1c. Des vis à oreilles de lapin faciliteront l'ajustement de la hauteur de cette plaque (figures 3 et 4).

Étape 3 :

Préparation et fixation des manchettes de laiton

- a) Dans une feuille de laiton, tailler des pièces de 15 X 15 cm (6" X 6"). À noter que les pièces pourraient être plus larges, par exemple 15 X 25 cm (6" X 10").
- b) Rabattre les extrémités des pièces de laiton sur elles-même et les fixer aux plaques verticales coulissantes à l'aide du fer-angle non-symétrique en plaçant son côté le plus large à la verticale (figure 4). Noter que les vis de retenue ne traversent pas les manchettes afin que celles-ci puissent s'ouvrir et se fermer pour recevoir la mousse de rétention de forme. Les vis doivent passer

de chaque côté des manchettes et s'insérer dans les trous préalablement percés et filetés à l'étape 2a.

- c) Pour permettre aux manchettes de laiton de garder leur forme arrondie, insérer à l'intérieur une section de mousse isolante de tuyau. Une fois la mise en forme des manchettes terminée, serrer les vis du fer-angle. Couper le surplus de feuillard qui dépasse au dessus du fer-angle si nécessaire (figure 3).

ATTENTION!

Le blindage achemine l'énergie radiante captée vers le châssis de la soudeuse par l'entremise du contact des manchettes avec la table de travail. Lors de la production, si des pièces de vinyle à souder excèdent les dimensions de la table de travail, le coincement des matériaux en vinyle entre les manchettes et la table pourrait entraîner leur fusionnement. Dans un tel cas, la surface de contact entre la manchette et la table devrait être élargie pour répartir l'énergie radioélectrique sur une plus grande surface du matériau et ainsi abaisser l'intensité de l'énergie qui le traverse de sorte que le matériau ne puisse fusionner.

Étape 4:

Ajustement des plaques verticales coulissantes.

Pour que le blindage soit au maximum de son efficacité, les manchettes de laiton devraient faire contact avec la table de travail.

Il faut ajuster chaque plaque verticale coulissante de sorte qu'en abaissant la matrice de travail chaque manchette de laiton vient s'écraser légèrement sur la table de travail (figure 2).

Étape 5:

Vérification de l'isolement électrique entre la matrice de travail et le blindage et vérification de la continuité électrique entre chaque plaque du blindage et le châssis de la soudeuse.

Couper l'alimentation de la soudeuse. Court-circuiter la matrice de travail au châssis de la soudeuse à l'aide d'un cavalier afin qu'il ne reste plus de charge sur la matrice de travail. Retirer le court-circuit.

À l'aide d'un ohmmètre placé à l'échelle la plus haute (maximum de tension appliquée) vérifier l'isolement électrique entre la matrice de travail et le blindage. Avant d'effectuer ce test, il est préférable de débrancher le lien entre la matrice de travail et la sortie du générateur. En effet, certains circuits d'accord branchés en parallèle avec la sortie du générateur seront interprétés comme un court-circuit par le ohmmètre.

Vérifier à l'aide d'un ohmmètre placé à l'échelle la plus basse, la continuité électrique entre chaque plaque du blindage et le châssis de la soudeuse.

Nécessité possible d'une mise à la terre de radio-fréquence.

Une fois le blindage installé si des tensions parasites persistent, il faut court-circuiter ces différences de potentiel par l'utilisation de conducteurs métalliques plats (cavaliers de shuntage) et le plus court possible en les reliant

au point de retour de masse le plus près du générateur ou à une mise à la terre r.f. si la tension sur la courroie est trop élevée.

Pour une description détaillée d'une mise à la terre de radio-fréquence consulter le document :

Laliberté, Lambert, Machines industrielles chauffant par perte diélectrique ou par effet d'induction - nature, méthode de mesure et contrôle des radiofréquences, IRSST, juillet 1992

Étape 6 :

Vérification de la puissance et du circuit d'accord de la soudeuse

Comme le blindage constitue une capacité parasite additionnelle du générateur de la soudeuse, il se pourrait que vous ayez à ajuster légèrement la puissance de sortie et le circuit d'accord du générateur de radiofréquence.

6. L'EFFICACITÉ DU BLINDAGE

Le tableau qui suit indique les valeurs obtenues lors de mesures du champ électrique émis par une machine chauffant par perte diélectrique avant et après le blindage recommandé.

Champs électriques mesurés en V^2/m^2						
Hauteur des mesures (cm)	Cotés de la machine			Devant de la machine		
	Sans blindage	Avec blindage	Recommandation	Sans blindage	Avec blindage	Recommandation
46	30 000	1 500	4 600	90 000	3 000	4 600
71	50 000	1 000	4 600	150 000	4 000	4 600
137	35 000	1 500	4 600	150 000	800	4 600
175	35 000	300	4 600	150 000	1 500	4 600

Les résultats nous démontrent l'efficacité du blindage proposé contre les champs électriques émis par les machines industrielles chauffant par perte diélectrique. En effet, qu'elles aient été prises sur le devant ou sur les côtés de la machine, toutes les valeurs obtenues sans blindage dépassent largement les recommandations tandis que toutes les valeurs des mesures des champs électriques obtenues avec le blindage rencontrent toutes les recommandations.

De plus, des mesures de courant de contact et de courant induit ont été prises également avant et après l'installation de blindage. En moyenne, le courant de contact excède de 40% la valeur de la recommandation tandis qu'avec blindage, le courant de contact est de 40% inférieur à la recommandation. De même, le courant induit est presque totalement éliminé avec le blindage de la machine.

7. AUTRES RECOMMANDATIONS

Outre le blindage, d'autres précautions contribuent à faire diminuer l'exposition aux champs électromagnétiques.

- **Recommandation 1.**
L'opérateur(trice) devrait éviter d'entrer en contact avec une surface mise à la terre par une estrade construite d'un matériau isolant tel que de la mousse de polystyrène (au moins 10 cm d'épaisseur) surmonté de bois*.
- **Recommandation 2.**
Pour les opérateurs(trices) travaillant assis, maintenir une séparation de 10 cm entre les genoux et le châssis de la machine par l'ajout de matériau isolant tel la mousse de polystyrène, du caoutchouc ou autre matériau isolant (pas de bois*).

* Le bois est conducteur aux hautes fréquences. On l'évitera s'il est employé seul.

- **Recommandation 3.**
Éviter de porter des boucles de ceinture de métal, bracelets en métal, montre, stylos avec pièces métalliques, lunette avec rebord métallisé ou tout autre objet métallique. En effet, ces objets métalliques concentrent le champ électrique et accentuent son effet thermique. Cet effet est d'autant plus grand que la durée d'exposition est longue.
- **Recommandation 4.**
Utiliser des tabourets, tables de travail, supports ou autres en plastique plutôt qu'en métal.

8. INFORMATIONS

Toute demande de renseignements concernant les mesures des champs électriques et la conception et l'installation de blindage peut être acheminée à l'adresse suivante:

Service de transfert des applications
de la recherche
IRSSST
505, boul. de Maisonneuve ouest
Montréal, Qc
H3A 3C2

Téléphone : (514) 288-1551
Télécopieur : (514) 288-6097

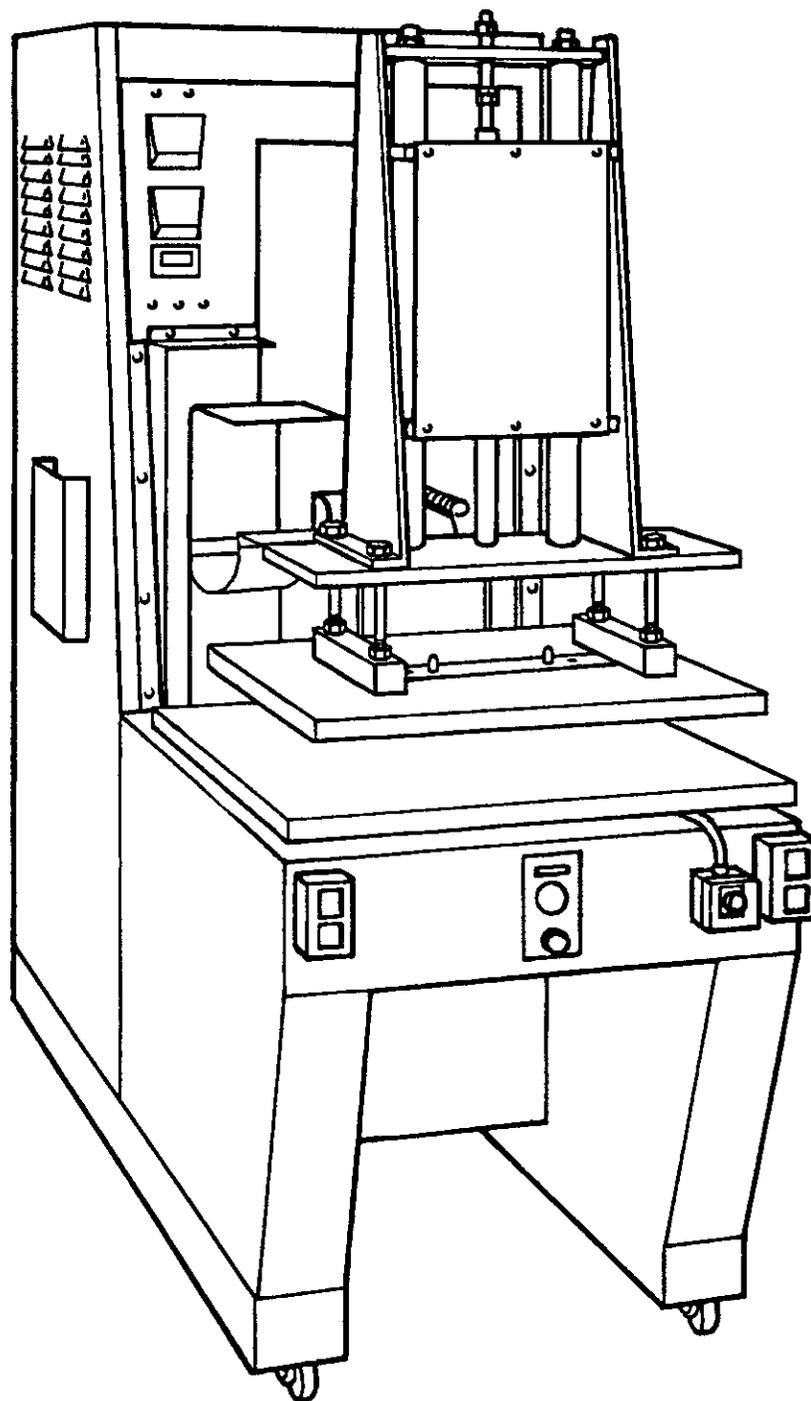


FIGURE 1:
Exemple de machine industrielle chauffant par perte diélectrique sans blindage.

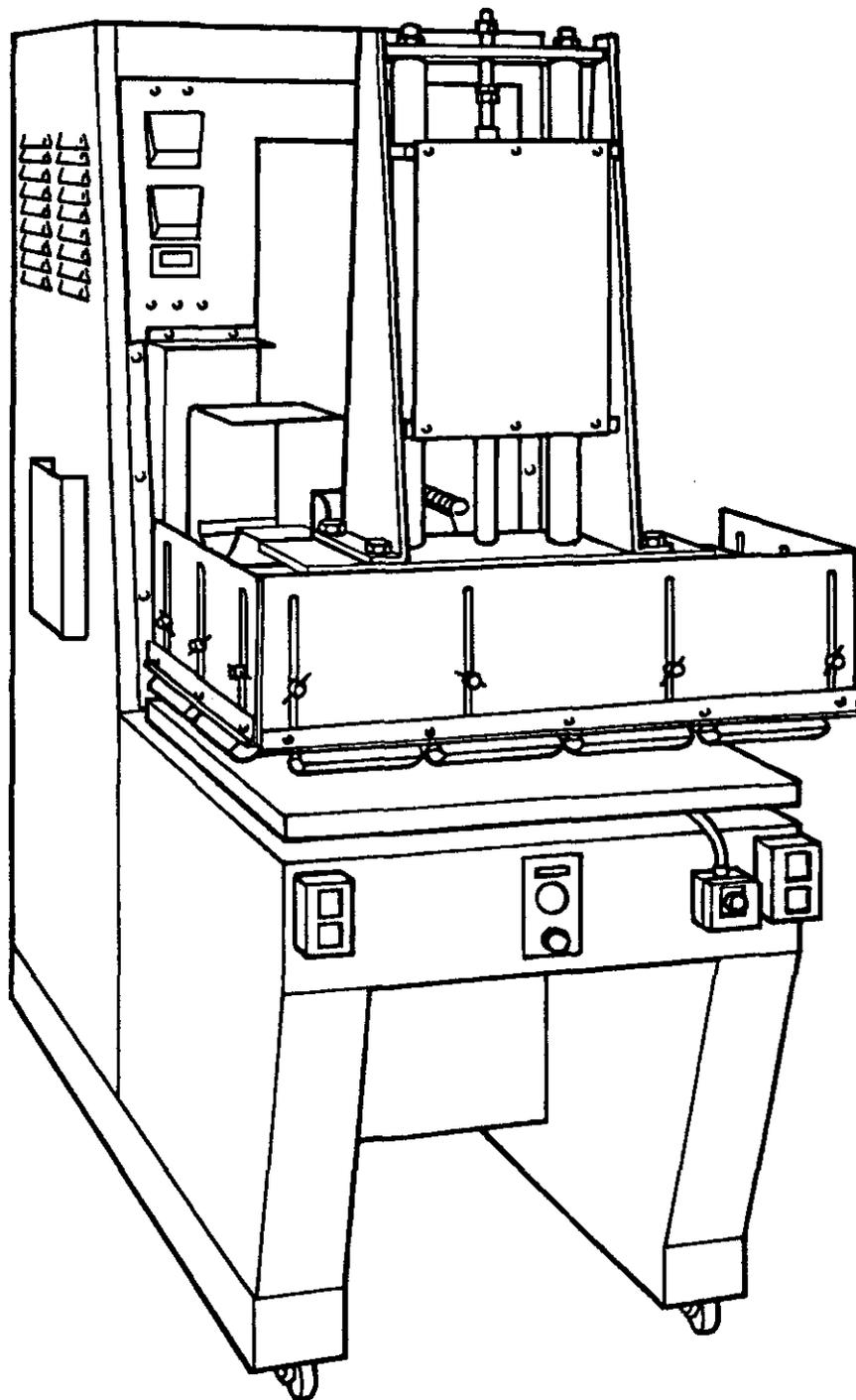


FIGURE 2 :
Exemple de blindage d'une machine industrielle chauffant par perte diélectrique.

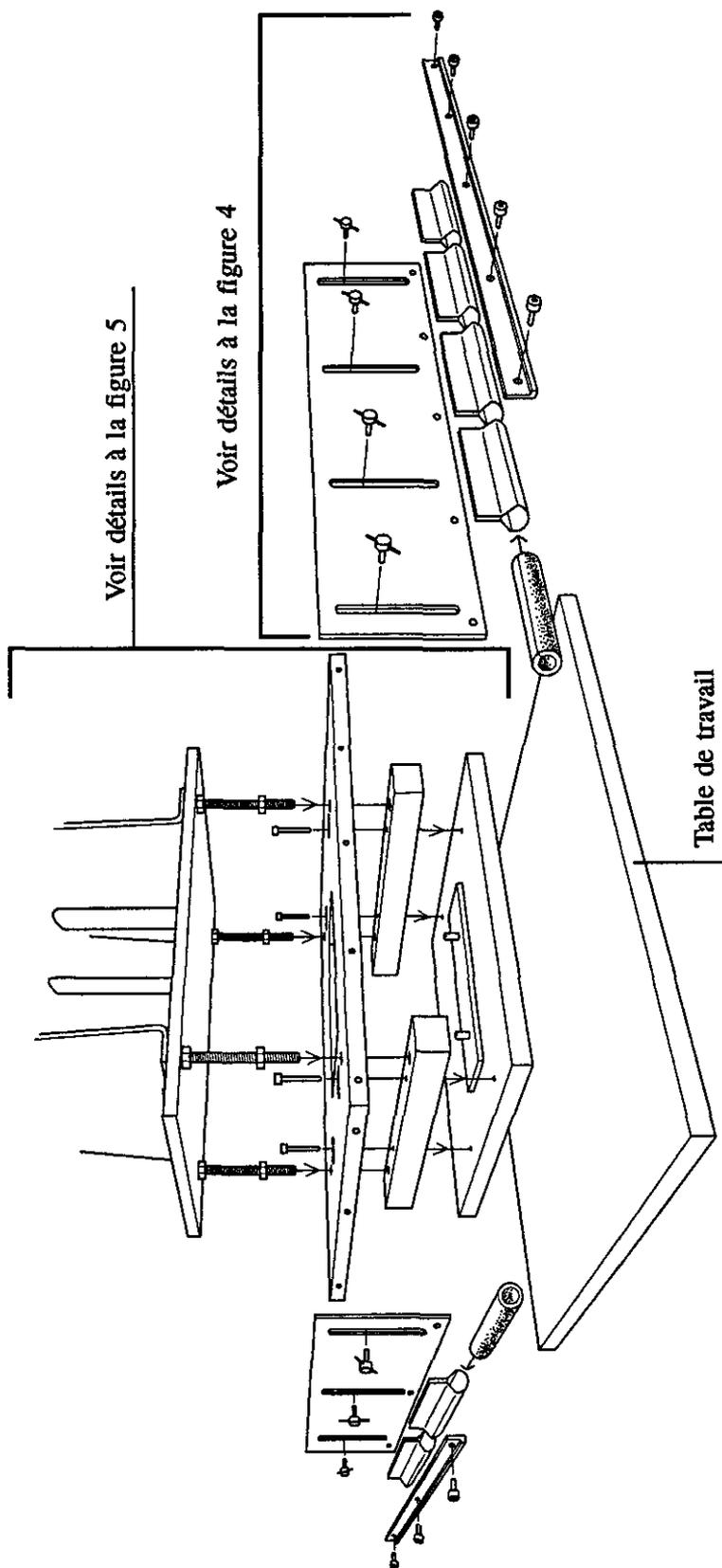


FIGURE 3 :
Assemblage d'un exemple de blindage.

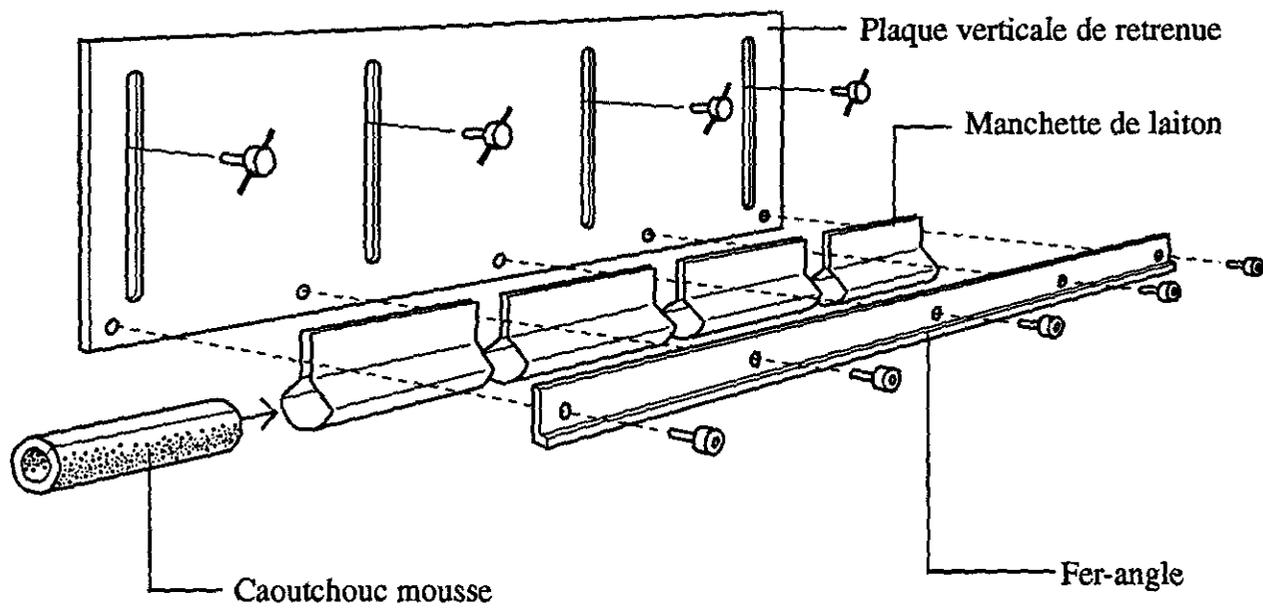


FIGURE 4 :
Exemple d'assemblage des machettes de laiton.

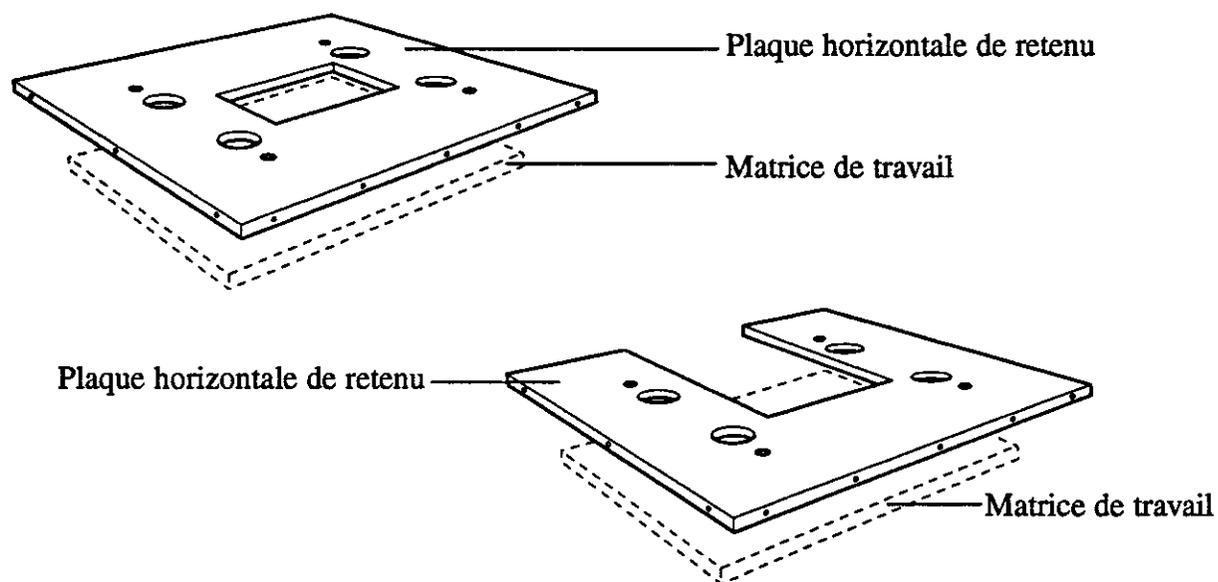


FIGURE 5 :
Exemples de plaques horizontales de retenue.

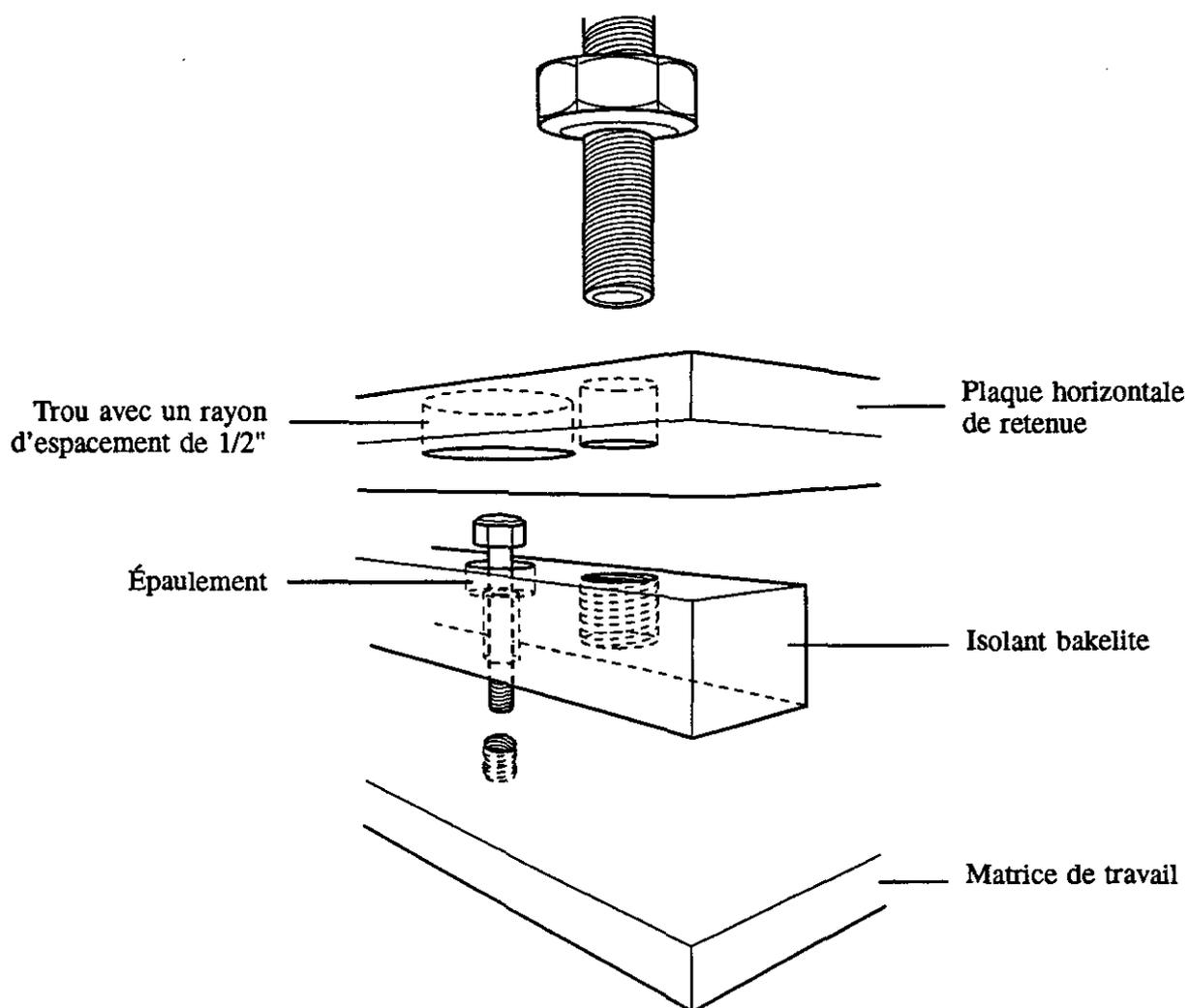


FIGURE 6 :
Exemple d'installation de la plaque horizontale de retenue.