

# Comment évaluer l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques

**Préventica Bordeaux 2018**

Le 03 Octobre 2018

*LAURENT Pierre*  
*Contrôleur de sécurité*

# SOMMAIRE

- L'évaluation approfondie par la mesure
- Quelques exemples pratiques
- Le cas des porteurs de dispositifs médicaux

# L'évaluation approfondie par la mesure

A l'issue de l'évaluation de premier niveau, certaines situations de travail vont nécessiter une analyse plus poussée, basée sur la réalisation de mesures de champs électromagnétiques.

Des sociétés spécialisées peuvent vous aider dans cette démarche.

# L'évaluation approfondie par la mesure

Il n'y a pas encore d'organisme accrédité pour les mesures de l'exposition professionnelle aux champs électromagnétiques.

Une liste d'organismes accrédités pour les mesures de l'exposition du public (radiofréquence et basse fréquence 50 Hz) est disponible sur le site du COFRAC ([www.cofrac.fr](http://www.cofrac.fr)).



# L'évaluation approfondie par la mesure

## Au niveau régional

Le Centre Interrégional de Mesures Physiques de la Caisse d'Assurance Retraite et de Santé au Travail (CARSAT) Centre-Ouest peut vous conseiller et vous accompagner sur ce sujet, pour les 12 départements de la région Nouvelle Aquitaine.

# L'évaluation approfondie par la mesure

## Au niveau régional

- Cette activité existe depuis 1999.
- Des moyens de mesurages adaptés aux situations de travail industrielles.
- Mais un seul intervenant !!!



# L'évaluation approfondie par la mesure

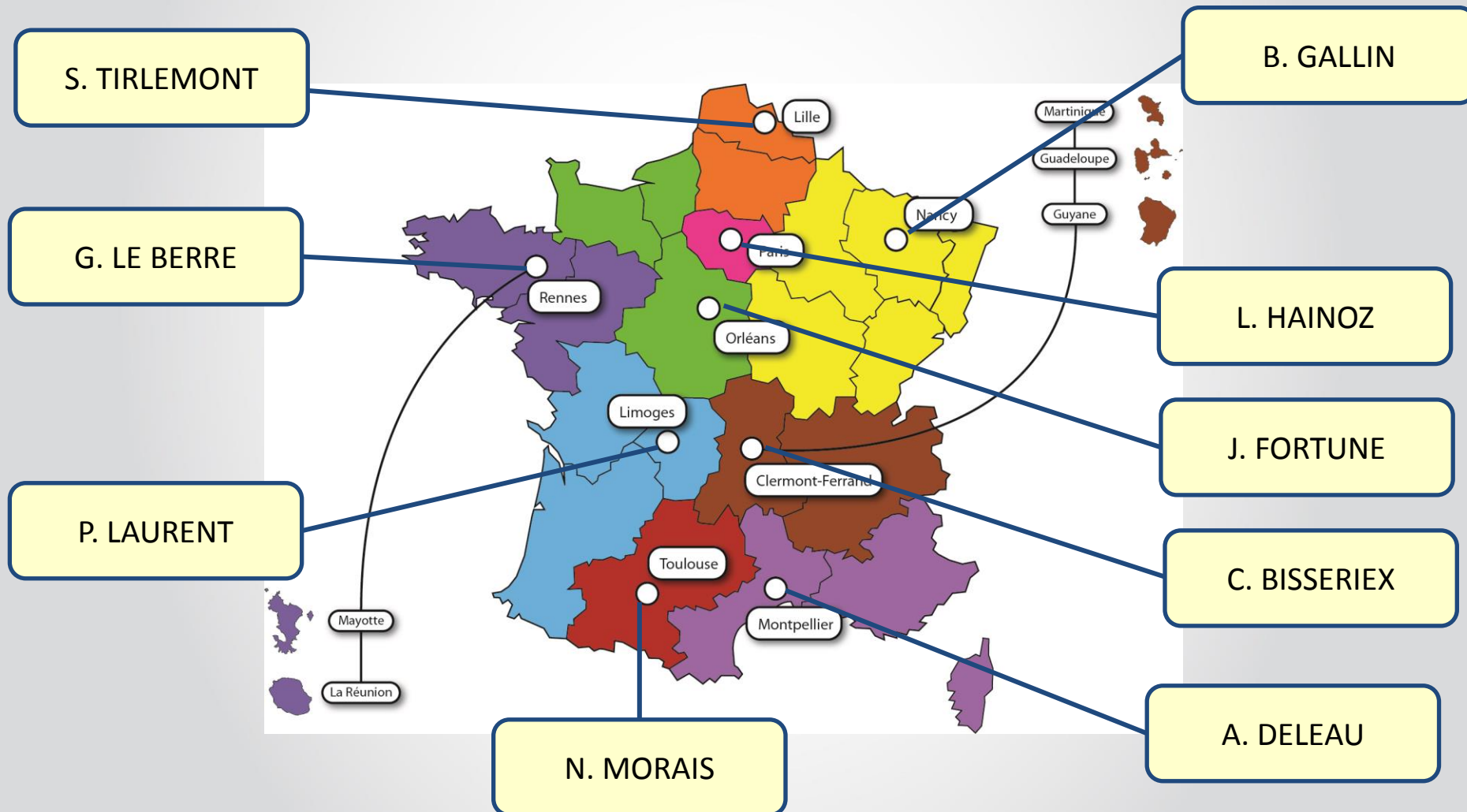
## Au niveau régional





# L'évaluation approfondie par la mesure

## Au niveau national





# L'évaluation approfondie par la mesure

Au niveau national

## Vandœuvre :

- M. DONATI (responsable labo EVO)
- M. BOULDI (labo EVO)
- L. HAMEN (labo EVO)



## Paris :

- P. MOUREAUX (département ECT)
- A. BOURDIEU (département EAM)

# L'évaluation approfondie par la mesure

Les mesures serviront à vérifier le dépassement des valeurs d'action (VA) :

- Au poste de travail.
- Dans le pire cas d'exposition.
- En tenant compte de la durée d'exposition pour les fréquences supérieures à 100 kHz (6 mn).
- En réalisant des moyennes spatiales si l'exposition est inhomogène, pour pouvoir comparer avec les VA corps entier.

# L'évaluation approfondie par la mesure

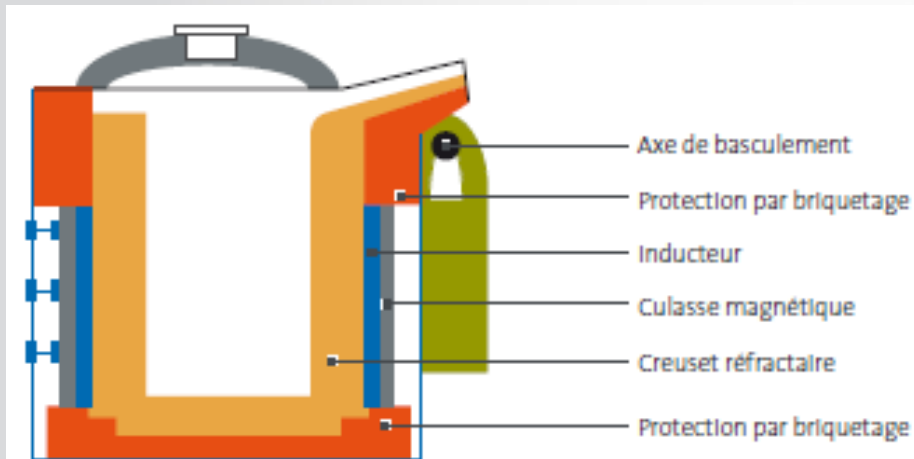
L'objectif final est bien de supprimer et/ou réduire les risques concernant :

- **Les effets directs** : maintenir/ramener les expositions sous les valeurs déclenchant l'action;
- **Les effets indirects** : maintenir/ramener les expositions sous les valeurs déclenchant l'action, valeurs pour le public, salariés implantés...

Le niveau d'exposition le plus bas doit toujours être recherché.

# Quelques exemples pratiques

## Fonderie : four de fusion à creuset, induction



# Quelques exemples pratiques

## Fonderie : four de fusion à creuset, induction



Four de 750 kW - Fréquence 1 kHz

- $VA = 300 \mu T$  (corps entier).
- Puissance nominale 750 kW = **300**  $\mu T$ .
- Puissance 200 kW (maintien) = **150**  $\mu T$ .

# Quelques exemples pratiques

## Maintenance : chauffe roulements, induction



- Fréquence de chauffe = 50 Hz.
- Mesure au poste = **10 000**  $\mu\text{T}$ .
- Mesure à un mètre = **1 000**  $\mu\text{T}$ .
- VDA = 1 000/6 000/18 000  $\mu\text{T}$ .

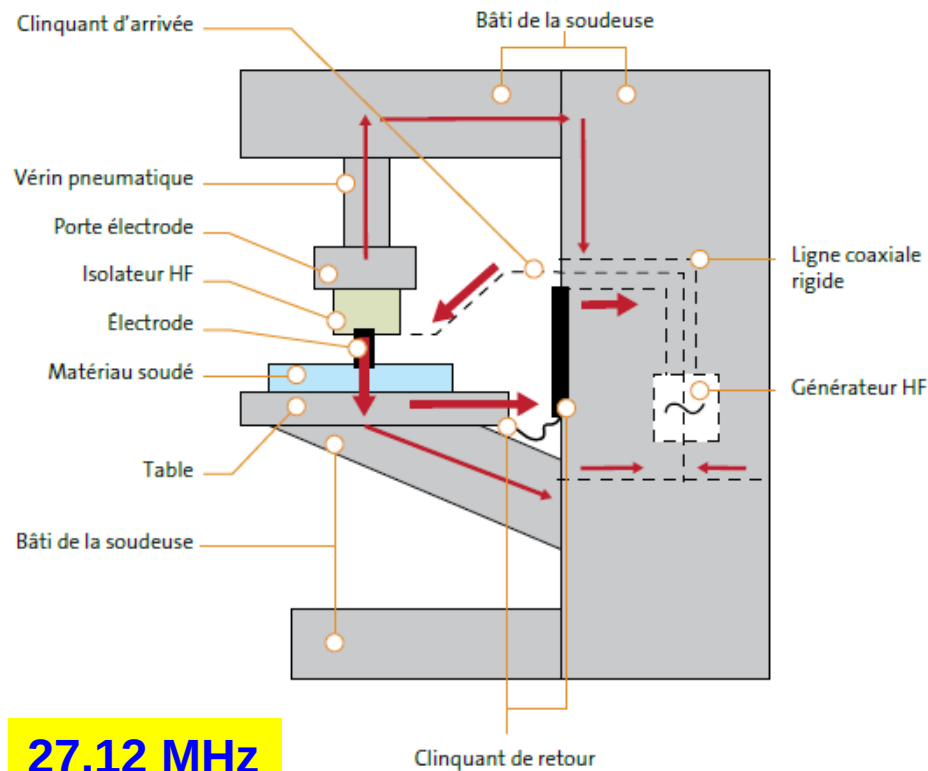


- Fréquence de chauffe = 10 à 25 kHz.
- Mesure au poste = **80**  $\mu\text{T}$ .
- Mesure à un mètre = **1**  $\mu\text{T}$ .
- VDA = 100/300  $\mu\text{T}$ .



# Quelques exemples pratiques

## Soudage haute fréquence



27,12 MHz

- Circulation principale du courant HF
- Circulation secondaire du courant HF dans les masses métalliques
- Masses métalliques reliées entre elles





# Quelques exemples pratiques

## Soudage haute fréquence



|                           | Durée de la soudure (s) | E (V/m) | B ( $\mu$ T) | I (mA) |
|---------------------------|-------------------------|---------|--------------|--------|
| Petite électrode          | 6                       | 285     | 0,59         | 200    |
| Electrode droite de 70 cm | 6                       | 406     | 1            | 230    |
| Electrode droite de 70 cm | 6                       | 442     | 1,34         | 605    |



- VDA champ électrique = 61 V/m.
- VAD induction magnétique = 0,2  $\mu$ T.
- VDA = 100 mA.

27,12 MHz

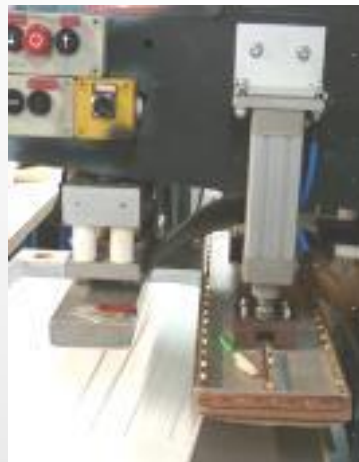
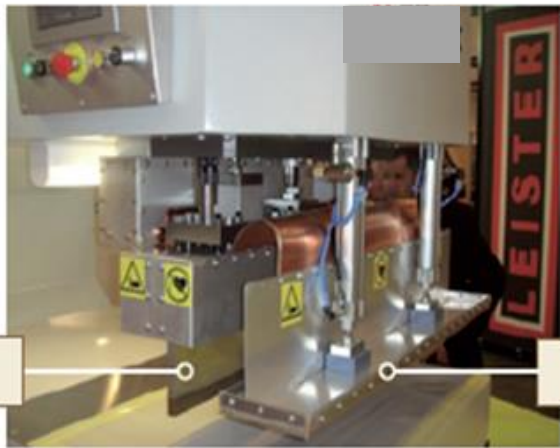
# Quelques exemples pratiques

## Soudage haute fréquence

27,12 MHz

Électrode

Patin de masse



# Quelques exemples pratiques

## Soudage haute fréquence



|                                       | Durée de la soudure (s) | E (V/m) | B ( $\mu$ T) | I (mA) |
|---------------------------------------|-------------------------|---------|--------------|--------|
| Electrode droite de 140 cm (mesure 1) | 5                       | 36      | 0,14         | 9      |
| Electrode droite de 140 cm (mesure 2) | 5                       | 46      | 0,16         | /      |

27,12 MHz

# Quelques exemples pratiques

## Soudage par résistance



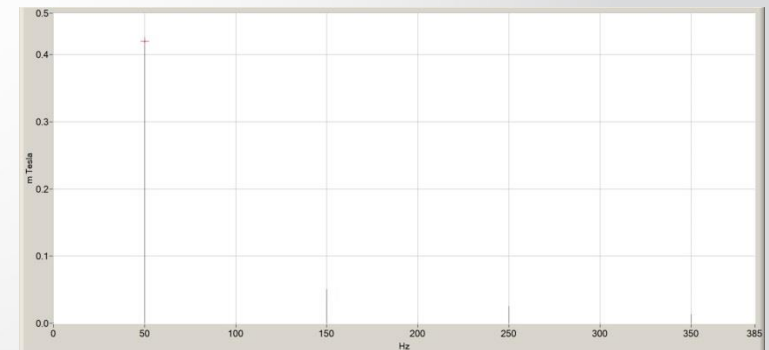
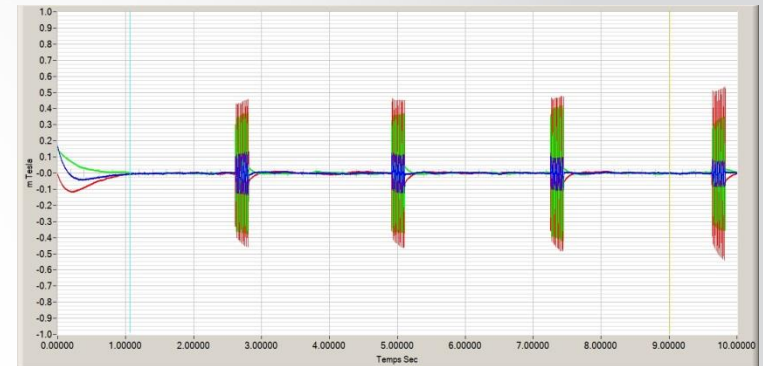
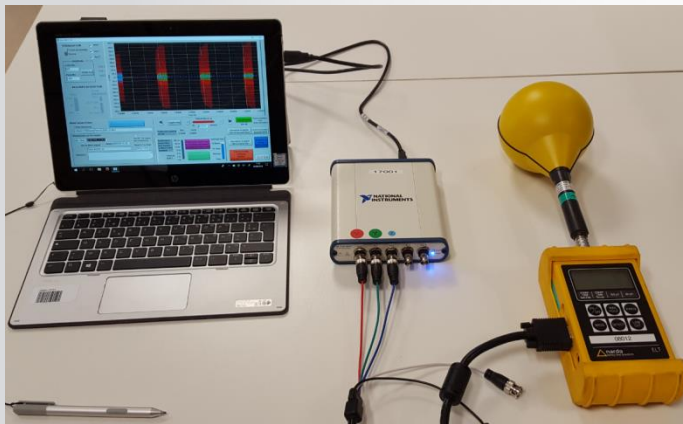
- Environ 100 000 équipements.
- Champ magnétique basse fréquence (50 Hz).
- Courants forts et impulsionnels (kA, ms).
- Nécessite un appareillage spécifique.
- Matériel mutualisé INRS et CARSAT Bretagne.





# Quelques exemples pratiques

## Soudage par résistance

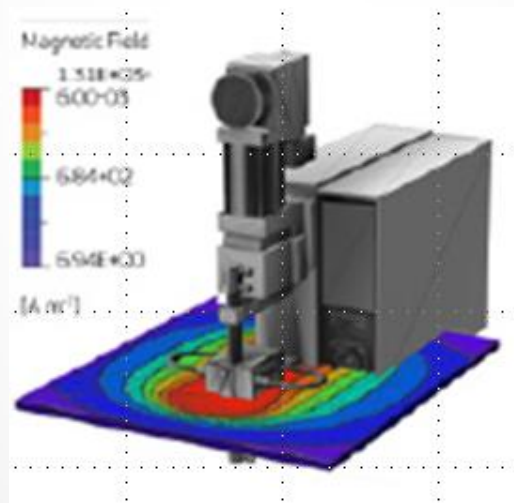


- Le protocole de mesurage est normalisé mais reste complexe.
- Plusieurs VDA : membres, tête, corps entier.

# Quelques exemples pratiques

## Soudage par résistance

En cas de dépassement des VDA, un réaménagement du poste de travail peut être envisagé (effet protecteur de la distance) en intégrant les bonnes pratiques.





# Quelques exemples pratiques

Retrouvez la collection de fiches pratiques sur le site [www.inrs.fr](http://www.inrs.fr)

**inrs**  
Institut National de Recherche et de Sécurité

CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES **ED 4211** juin 2012



### Le chauffage par induction électromagnétique

**PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

Le chauffage par induction électromagnétique est une technique électrothermique permettant de chauffer des matériaux conducteurs d'électricité, sans contact matériel avec une source électrique.

Lorsqu'un conducteur électrique est placé dans un champ magnétique statique, un courant électrique s'établit dans cet objet. C'est le phénomène d'induction. De la même manière, on induit un courant dans un conducteur placé dans un champ magnétique variable. Un courant alternatif parcourant un bobinage (ou solénoïde) génère en effet un champ magnétique oscillant à la même fréquence dont l'intensité est maximale à l'intérieur de celui-ci (loi d'Ampère).

Si une pièce conductrice est placée à l'intérieur d'une bobine, les courants induits par le champ magnétique s'y développent (loi de Lenz) et chauffent la pièce par effet Joule.

Un équipement de chauffage par induction comprend essentiellement un ou plusieurs inducteurs de chauffage (avec parfois un concentrateur de champ), une alimentation électrique, un système de refroidissement de l'inducteur et de l'alimentation électrique et un système de contrôle-commande.

Les configurations d'inducteurs, les fréquences (de 1 Hz à 5 MHz) et les puissances électriques mises en œuvre sont très variables et dépendent de l'application (chauffage dans la masse ou superficielle, cuisson, fusion...). Le matériau et sa forme (billes, lopins, coudes...)

**inrs**  
Institut National de Recherche et de Sécurité

CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES **ED 4205** août 2015



### Les presses utilisant le chauffage par pertes diélectriques

**PRINCIPE DU CHAUFFAGE PAR PERTES DIÉLECTRIQUES**

Les presses utilisant le chauffage par pertes diélectriques hautes fréquences (HF) permettent de souder, marquer, cintrer ou coller différents matériaux isolants (bois, plastiques...). Dans ce procédé, la perte diélectrique est élargie par le champ électrique alternatif haute fréquence pour polariser les molécules au sein des matériaux. La friction intermoléculaire développe une chaleur permettant le travail (soudage, marquage, cintrage ou collage, etc.) de ces matériaux selon l'application. L'écoulement est proportionnel à la fréquence utilisée et au carré de l'intensité du champ électrique.

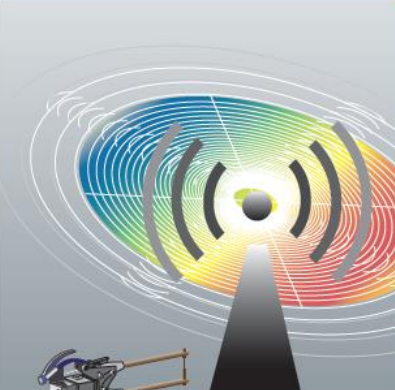
Ces machines comportent essentiellement :  
- un générateur électrique haute fréquence qui crée à ses bornes de sortie une tension haute fréquence (HF). Dans l'industrie, la fréquence (MHz) autorise la plus couramment rencontrée est de 27,12 MHz (24,067 MHz < f < 27,283 MHz), mais d'autres sont aussi utilisées :

6,78 MHz (6,765 MHz < f < 6,795 MHz), 13,56 MHz (13,553 MHz < f < 13,567 MHz) ou 40,68 MHz (40,660 MHz < f < 40,700 MHz) ;  
- un pont d'utilisation bousculé constitué de deux électrodes (ou applicateurs). Le matériau diélectrique à chauffer, souder, cintrer, sécher, former, imprimer est placé entre ces deux électrodes dont une seule est mobile.

3. Inducteur, solénoïde, bobine, bobine de chauffage, solénoïde, bobine de chauffage.

**inrs**  
Institut National de Recherche et de Sécurité

CHAMPS ELECTROMAGNETIQUES **ED 4219** mai 2017



### Soudage par résistance

**PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT**

Le soudage par résistance est un procédé de soudage de pièces métalliques sans métal d'apport. Un cycle de soudage se décompose en trois phases. Les pièces à souder sont traversées par un courant intense qui provoque une forte élévation de température par effet Joule.

Selon la norme française NF ISO 4063 (Mars 2011), il existe une vingtaine de procédés de soudage. Les plus usuels sont représentés sur la figure 1 page suivante :

- le soudage par point permet d'obtenir une soudure par recouvrement discontinu. Une pression de serrage élevée, un temps de soudage très bref et un courant de soudage intense caractérisent cette technique. La forme des électrodes détermine la concentration du courant ;
- le soudage à la molette permet d'obtenir une soudure par recouvrement continu étanche. À l'apport d'électrodes, ce procédé demande des courants plus intenses et des pressions plus fortes que le soudage par point ;
- le soudage par bossage (des protubérances sont préparées sur l'une des pièces aux emplacements des points de soudure) est une méthode utilisée en chaîne sur des pièces de petites dimensions ;
- le soudage par frappe nécessite de serrer les pièces à souder entre des électrodes en étai. La préparation des surfaces à souder est très importante car elles doivent être absolument parallèles, lisses et décapées. Le matériau et la forme des pièces doivent être identiques afin que le chauffage soit symétrique ;

# Le cas des porteurs de dispositifs médicaux

Certains salariés peuvent porter un dispositif médical « passif » : vis, broches, clips, stents, agrafes, etc... Cet implant peut interagir avec des champs électromagnétiques importants :

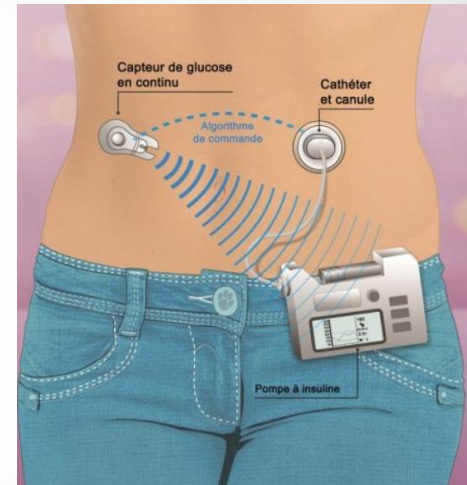
- **Déplacement ou rotation** pour un champ magnétique statique supérieur à 3 mT (implant ferromagnétique).
- **Echauffement** pour des champs électromagnétiques intenses (implant conducteur).



**Stent**

# Le cas des porteurs de dispositifs médicaux

D'autres peuvent porter un dispositif médical « actif » implanté ou porté près du corps.



En présence de champs électromagnétiques intenses ces dispositifs peuvent être perturbés (inhibition, déprogrammation, etc...).

# Le cas des porteurs de dispositifs médicaux

Je réalise environ 6 interventions par an sur ce sujet, majoritairement pour des porteurs d'implants actifs (défibrillateur ou stimulateur cardiaque).

La question qui se pose alors est la suivante : **le salarié peut-il réintégrer son poste de travail sans risque?**

Pour pouvoir répondre à cette question, il faut une bonne collaboration entre le laboratoire de mesure, le médecin du travail, le cardiologue, le fabricant de l'implant et l'employeur.

Ces interventions sont souvent urgentes.

# Le cas des porteurs de dispositifs médicaux

## Démarche d'analyse du risque

- ☐ Je réalise des mesures de l'environnement électromagnétique au poste de travail du salarié.
- ☐ Je communique les résultats au médecin du travail et à l'entreprise.
- ☐ Le médecin du travail se rapproche du cardiologue et/ou du fabricant de l'implant pour obtenir les caractéristiques d'immunité.
- ☐ Le médecin du travail et le préventeur recherchent ensemble des solutions afin de réduire l'exposition si besoin.
- ☐ Le médecin du travail peut alors statuer sur l'aptitude du salarié à ce poste de travail.



# Merci de votre attention

Pour télécharger cette présentation  
et les ressources bibliographiques sur ce thème :

**[www.preventica.com](http://www.preventica.com)**

**Bordeaux 2018 / Conférences Carsat**

---

**Retrouvez-nous sur notre Stand Principal (E82)**