

## Exemples d'utilisation de forts champs statiques dans l'industrie et la recherche

Emmanuel NICOLAS

BUREAU VERITAS

PARIS LA DEFENSE

Emmanuel.nicolas@bureauveritas.com

Les champs électromagnétiques intenses sont étudiés ici à travers deux applications dans les domaines de la recherche et de l'industrie. La première concerne la résonance magnétique nucléaire (RMN) qui permet l'étude des composés chimiques, notamment pour l'industrie pharmaceutique. La seconde concerne la détection de défauts dans les pièces métalliques par un procédé de contrôle non destructif appelé magnétoscopie.

Ces deux techniques utilisent des champs magnétiques de forte intensités (jusqu'à plusieurs Tesla pour la RMN) générés par des courants électriques de forte intensité (jusqu'à plusieurs milliers d'ampères pour la magnétoscopie).

A la différence d'un IRM qui expose le corps ou une partie du corps d'un patient en vue d'un diagnostic médical, la RMN confine un champ magnétique intense dans une enceinte blindée à l'intérieur de laquelle un échantillon chimique est analysé. Aucune partie interne de cette enceinte n'est accessible à un opérateur et par conséquent l'exposition de l'opérateur résulte uniquement d'un rayonnement de fuite.

Le procédé d'analyse nécessite et utilise un champ magnétique intense et permanent d'une dizaine de Tesla (jusqu'à 18 T). Cet aimant est créé lors de la mise en service, par un courant circulant dans des bobines supraconductrices refroidies par de l'hélium liquide (- 269°C). Ainsi cet aimant devenu permanent grâce aux propriétés de la supraconductivité, délivre un champ magnétique intense dans un petit volume d'analyse. Le champ magnétique sert à aligner les protons des noyaux des atomes (champ longitudinal), alors qu'un champ magnétique variable transverse, d'une amplitude mille fois plus faible (quelques mT) est appliqué de manière transitoire. Ce dernier, de quelques centaines de MHz et de courte durée (100 ms à quelques secondes), ne présente généralement pas de risque à l'extérieur de l'enceinte.

Comme nous le verrons, les courbes isogauss fournies par le constructeur (ici Bruker), prouvent que la décroissance du champ magnétique est très rapide. La ligne isogauss à 0,5 mT est située dans notre exemple à 50 cm du centre de l'enceinte. A un mètre le champ magnétique extérieur n'est plus de que 100  $\mu$ T soit 5 fois plus faible. Le rapport d'atténuation champ extérieur / champ intérieur (0,5 mT / 18 T) représente un facteur d'atténuation de 36000 (soit 91 dB) !

Des mesures de champ magnétique, réalisées lors d'une évaluation des risques, permettent de confirmer les courbes isogauss données par le fabricant aux différentes distances de l'enceinte. Dans cette démarche de mesurages aux lieux et postes de travail il ne faudra pas oublier certains emplacements comme la partie supérieure de l'enceinte qui reçoit généralement l'éprouvette contenant l'échantillon à analyser

(surtout si celle-ci est introduite manuellement), ainsi que sous l'enceinte où les câbles électriques et radiofréquences sont raccordés.

Des exemples de mesures réalisées à divers emplacements montrent que les niveaux d'exposition localisée au niveau de la tête ou des membres ne peuvent jamais atteindre les valeurs réglementaires des limites d'exposition (VLE) respectivement de 2T et 8T. Par contre, concernant les effets indirects comme le risque d'interférence avec des dispositifs médicaux actifs implantés (pacemaker ou défibrillateur), la valeur déclenchant l'action (VA) de 0,5 mT est dépassée sous l'enceinte (110 mT) et à moins de 50 cm de l'enceinte (3 mT à 20 cm), ce qui est cohérent avec la courbe isogauss du constructeur.

Ainsi ces mesures confirment un possible risque d'interférence avec des dispositifs médicaux actifs implantés. L'évaluation des risques doit être prise en compte pour établir l'aptitude médical d'un salarié à son poste de travail qui relève de la seule compétence du médecin du travail. Une phase d'accompagnement et de surveillance du salarié peut être mise en œuvre sur site si besoin.

Rappelons qu'avertir de la présence d'un risque est une obligation de l'employeur. Ainsi la mise en place d'un ou plusieurs pictogrammes d'avertissement de la présence d'une source de champ magnétique statique intense est nécessaire (pictogramme triangle jaune et noir avec un aimant à l'intérieur). Cet avertissement est complété par la mise en place d'un périmètre d'interdiction de franchissement pour les porteurs d'un dispositif médical actif implanté. Il est matérialisé par un zonage au sol et des chaînettes autour de l'enceinte, accompagné par le pictogramme d'accès interdit pour les porteurs de pacemaker/défibrillateur.

Enfin, il est important de rappeler que l'information et la formation des travailleurs exposés à un risque particulier, comme celui induit par un champ magnétique intense, est une obligation de l'employeur. Cette formation ne se limitera pas aux champs magnétiques mais à tous les risques présents dans les lieux et postes de travail, nous pouvons en citer quelques-autres comme le risque électrique, le risque chimique de contamination interne, le risque d'anoxie en cas de fuite de l'hélium liquide, etc.

Dans un second exemple, je déclinerai cette même approche sur un procédé de contrôle non destructif par magnétoscopie, une technique qui utilise les propriétés de la magnétisation pour vérifier l'absence de défauts dans les pièces métalliques.