

# Expositions aux champs électromagnétiques

## Repères en santé au travail

AUTEUR :

P. Moureaux, département Expertise et conseil technique, INRS

EN  
RÉSUMÉ

Omniprésents dans l'environnement quotidien et en milieu de travail, les champs électromagnétiques (CEM) suscitent des interrogations et parfois des inquiétudes quant aux risques qu'ils peuvent faire encourir aux personnes. Si les effets biophysiques avérés sur l'homme sont bien connus, il reste parfois difficile pour un non-spécialiste de faire la part des choses entre les effets tels qu'ils peuvent être rapportés par les travailleurs et leur relation avec la présence de CEM. Ce texte se propose d'explicitier les différents effets connus des CEM et les limites d'exposition qui leur sont associées. Il présente également des repères permettant aux professionnels de la santé au travail de faire un lien entre le poste de travail et les effets potentiels associés, et inversement de vérifier si un effet tel qu'il est ressenti par un travailleur est bien en lien avec les CEM présents sur son poste de travail. Ces repères sont complétés par des tableaux qui recensent des exemples d'installations couramment rencontrées en milieu de travail et les effets possibles correspondants.

### MOT CLÉS

Rayonnement électromagnétique / Rayonnement non ionisant / Champ électromagnétique

**D**epuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017, les dispositions du décret n° 2016-1074 du 3 août 2016 relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques (CEM) sont applicables. Ce décret transpose, en droit français, la directive européenne 2013/35/UE concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques. Cette directive couvre et décrit l'ensemble des effets biophysiques directs et indirects connus produits par des champs électromagnétiques, et fixe les valeurs limites d'exposition qui protègent les travailleurs de ces effets. Elle ne couvre pas les effets à long terme potentiels. Les effets biophysiques directs et les effets indirects qui résultent d'une exposition aux CEM ne peuvent apparaître que pour des intensités de champ dépassant certains seuils. Des valeurs limites d'exposition (VLE) internes à l'organisme et des valeurs au poste de travail ou valeur déclenchant l'action (VA) (figure 1 page suivante) ont été définies à partir de ces seuils après

application de coefficients de sécurité. Ces VLE et VA sont fondées sur les recommandations de la Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) qui est l'organisation non-gouvernementale officiellement reconnue par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et l'Organisation internationale du travail (OIT) dans le domaine des rayonnements non ionisants. L'ICNIRP a élaboré en 2001 un « Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques – Champs alternatifs de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz » [1], en 2010 les « Lignes directrices relatives aux limites d'exposition aux champs magnétiques statiques » [2] et en 2011 les « Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps pour les fréquences de 1 Hz à 100 kHz » [3]. Par ailleurs, les recommandations de l'ICNIRP en matière de limites d'exposition pour le public ont été reprises au niveau européen et dans le droit français.

## Expositions aux champs électromagnétiques

Repères en santé au travail

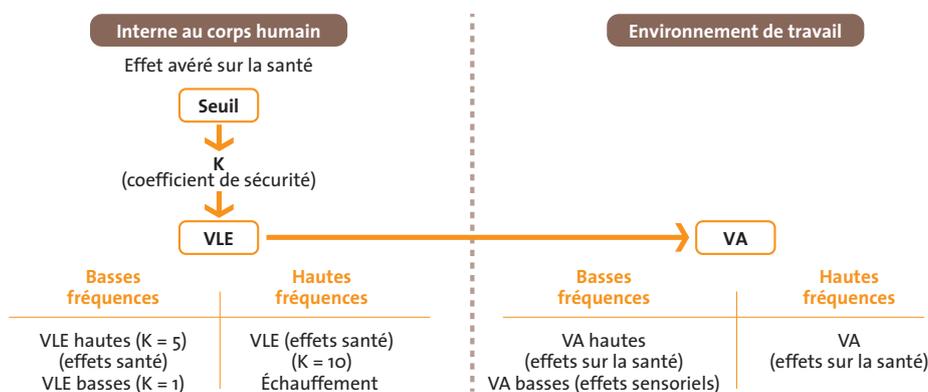


Figure 1. Principes d'élaboration des valeurs limites d'exposition (VLE) et valeurs déclenchant l'action (VA).

L'Union européenne a publié un guide destiné à accompagner la directive « *Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE* » [4] qui donne des conseils relatifs à l'évaluation des risques et fournit des exemples d'analyse des risques pour des cas concrets susceptibles d'être rencontrés en entreprise ou en milieu médical.

### EFFETS ET LIMITES D'EXPOSITION

#### LES EFFETS

La directive décrit les effets directs ou indirects des CEM. Les effets recensés sont de différentes natures et peuvent être répartis en trois catégories.

#### LES EFFETS SUR LA SANTÉ

Il s'agit des effets thermiques, tels que l'échauffement des tissus dû à l'absorption par ces derniers d'énergie provenant des champs électromagnétiques, et également d'effets non thermiques, tels que la stimulation des muscles, des nerfs. Ils ne peuvent survenir que lorsque l'exposition atteint ou dépasse les VLE relatives aux effets

sur la santé. Ces effets ne sont donc pas présents pour des expositions inférieures aux VLE ou aux VA.

#### LES EFFETS SENSORIELS

La stimulation des organes sensoriels peut occasionner des symptômes passagers tels que vertiges ou phosphènes, goût métallique. Ces effets sont susceptibles de causer une gêne temporaire ou d'altérer de façon mineure les facultés cognitives ou d'autres fonctions cérébrales ou musculaires<sup>1</sup> et peuvent, par conséquent, affecter la capacité du travailleur à travailler en toute sécurité (ex : vertige lors de l'utilisation d'un outil dangereux). Ils peuvent être ressentis dès que l'exposition atteint ou dépasse les VLE réglementaires relatives aux effets sensoriels. Ils ne sont pas réputés représenter un risque pour la santé mais peuvent dans certaines situations de travail présenter un risque pour la sécurité des travailleurs et des tiers à proximité immédiate.

#### LES EFFETS INDIRECTS SUR DES OBJETS OU DES APPAREILS

● Les dispositifs médicaux (DM) actifs, implantés ou non, peuvent être perturbés par des CEM d'in-

tensité inférieure aux VA, voire inférieure aux limites fixées pour le public. Il convient alors de se rapprocher du médecin prescripteur/implanteur et/ou du fabricant du DM afin de vérifier si l'immunité électromagnétique du DM est suffisante au regard du champ présent au poste de travail.

- Les objets ferromagnétiques peuvent être projetés ou attirés à distance sous l'influence d'un champ magnétique statique élevé.
- Les objets conducteurs soumis à un champ peuvent s'échauffer et transmettre cet échauffement aux tissus biologiques au contact (cas de certains DM passifs tels que stents, vis ou dispositifs intra-utérins (DIU) cupro-contraceptifs.
- L'amorçage de dispositifs électro-explosifs.
- Incendies et explosions (production d'étincelles).

### LES VALEURS LIMITES D'EXPOSITION POUR LES PERSONNES

Les valeurs limites s'appliquant pour la protection des personnes sont de 3 types.

- **Les niveaux de références ou limites pour le public** telles que fixées par la recommandation européenne 1999/519/CE et reprises par le décret n°2002-775 du 3 mai 2002.

Ces limites sont utilisées pour protéger :

- l'enfant à naître, la femme enceinte ne devra pas être exposée au-delà de ces limites ;
- certains dispositifs médicaux actifs sont susceptibles de dysfonctionner pour des niveaux de champ inférieurs à ces limites publiques, aussi il convient de toujours se rapprocher du médecin prescripteur / implanteur du dispositif pour vérifier si les caractéristiques d'immunité aux CEM

*1. Certaines études ont mis en évidence qu'entre 10 et 20 Hz, une exposition à des intensités supérieures à celles pouvant provoquer les phosphènes rétinien pouvait affecter légèrement le traitement de l'information visuelle et la coordination motrice (Source ICNIRP 2010).*

sont compatibles avec les champs présents au poste de travail. Les porteurs de dispositifs médicaux actifs récents ne devraient pas voir le fonctionnement de leur DM dégradé sous l'influence d'un champ électromagnétique inférieur à ces limites.

● **Les valeurs limites d'exposition (VLE)** définies réglementairement pour protéger les travailleurs.

Ces VLE sont internes à l'organisme et difficilement vérifiables sauf pour :

- le champ magnétique statique qui est identique à l'intérieur et à l'extérieur de l'organisme ;
- les champs électromagnétiques de fréquence ( $f$ )  $\geq 6$  GHz qui provoquent un échauffement en surface (peau, œil).

Ces valeurs sont établies sur la base de considérations biophysiques et biologiques, notamment sur la base des effets directs aigus et à court terme scientifiquement établis, c'est-à-dire des effets thermiques et de la stimulation électrique des tissus.

Dans la partie basse du spectre ( $f < 10$  MHz), on distingue les VLE relatives aux effets sensoriels (dites VLE sensorielles) destinées à protéger le travailleur contre les effets sensoriels et les VLE relatives aux effets sur la santé (dites VLE santé) qui protègent contre les risques d'effets sur la santé.

Dans la partie haute du spectre ( $f \geq 100$  kHz), les VLE sont destinées à protéger contre les risques d'échauffement des tissus.

● **Les valeurs déclenchant l'action (VA)** fixées par la réglementation sont des valeurs de champ électrique ou magnétique directement vérifiables au poste de travail. Le respect des VA assure le respect des VLE. En revanche, il conviendra de prendre les me-

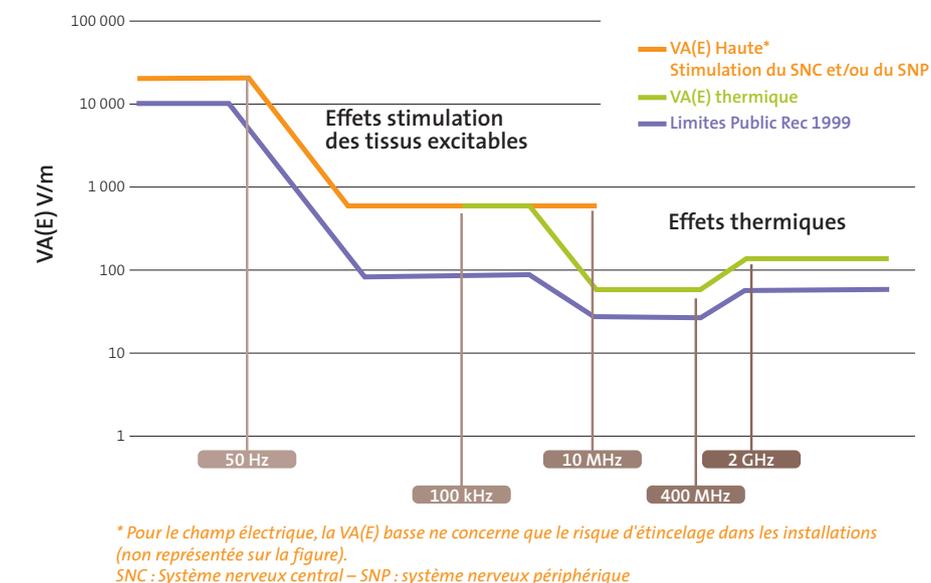


Figure 2. Valeurs déclenchant l'action pour le champ électrique selon le décret n°2016-1074.

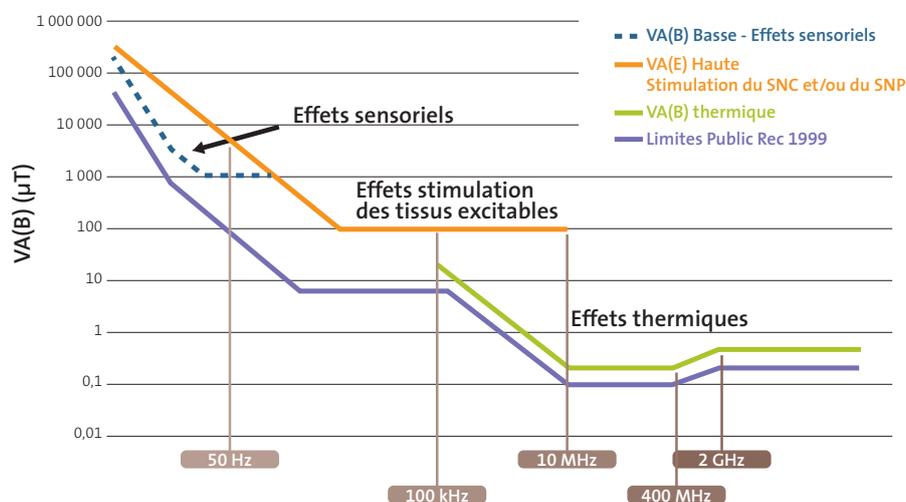


Figure 3. Valeurs déclenchant l'action pour le champ magnétique selon le décret n°2016-1074.

sures de protection ou de prévention appropriées si elles ne sont pas respectées.

Pour l'exposition aux champs magnétiques, on distingue les VA basses, dont le respect assure le non dépassement des VLE sensorielles, et les VA hautes, dont le respect assure le non dépassement des VLE santé.

Une VA spécifique pour le champ statique est fixée pour les travail-

leurs à risques particuliers comme les porteurs de dispositifs médicaux actifs ou passifs. Pour les femmes enceintes, les limites d'exposition définies pour le public ne doivent pas être dépassées.

Les figures 2 et 3 montrent le positionnement respectif de ces différentes limites ainsi que les effets associés aux zones du spectre en fonction de la fréquence.

## Expositions aux champs électromagnétiques

### Repères en santé au travail

#### RÔLE DU MÉDECIN DU TRAVAIL

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2017, pour les travailleurs exposés aux CEM, le suivi de l'état de santé est organisé par l'intermédiaire des visites d'information et de prévention (VIP). Cette VIP a lieu lors de l'embauche puis de façon périodique (au maximum tous les 5 ans). Elle est effectuée par un professionnel de santé du service de santé au travail (médecin du travail ou, sous son autorité, collaborateur médecin, infirmier, interne). La VIP a pour objet d'interroger le salarié sur son état de santé, de l'informer sur les risques éventuels auxquels il est exposé et de le sensibiliser sur les moyens de prévention à mettre en œuvre. Par ailleurs, dès lors que son poste de travail est susceptible d'exposer le travailleur au-delà des VLE réglementaires, la VIP initiale est effectuée avant l'affectation au poste de travail.

De plus, pour ce qui concerne la prise en compte des effets potentiels de CEM par le médecin du travail, l'article R. 4453-19 du Code du travail prévoit que lorsqu'un effet indésirable ou inattendu sur la santé, susceptible de résulter d'une exposition à des CEM, est signalé par un travailleur, celui-ci bénéficie d'un examen médical complémentaire.

La difficulté pour le professionnel de santé est de s'assurer que l'effet signalé par le travailleur peut être en lien avec une exposition aux CEM. Et inversement, le professionnel de santé doit être capable de rechercher un effet potentiel associé à un type d'installation émettrice de CEM. De plus dans le cadre de sa mission de veille, il devra en garder la trace

dans le dossier médical en santé au travail.

Aussi, il est apparu intéressant de proposer aux professionnels de la santé des repères pour les guider dans le cadre du suivi en santé au travail des travailleurs exposés aux CEM.

#### REPÈRES EN SANTÉ AU TRAVAIL

Les repères proposés vont permettre d'orienter les échanges entre le professionnel de santé au travail et le travailleur potentiellement exposé aux CEM. Ils pourraient être utiles dans le cadre de l'élaboration des protocoles établis par le médecin du travail.

Les données y figurant concernent les effets avérés et à court terme des CEM en l'état actuel des connaissances scientifiques et n'intègrent pas les manifestations en lien avec une éventuelle hypersensibilité aux CEM. Elles s'entendent en conditions normales de travail. Il est à noter que le Centre international de recherche sur le cancer a classé les extrêmement basses fréquences et les radiofréquences en catégorie 2B (peut-être cancérigène pour l'homme) mais, faute d'éléments scientifiques probants qui permettraient d'établir un lien de causalité entre l'exposition aux CEM et les effets à long terme, y compris des effets cancérigènes potentiels, la réglementation ne traite pas de ces effets.

Dans tous les cas, il est important de rappeler que :

- l'exposition des femmes enceintes doit être maintenue aussi basse que possible et toujours inférieure aux valeurs limites fixées pour le public ;

- l'exposition des jeunes travailleurs de moins de 18 ans est interdite au-delà des VLE (sensorielles ou santé) ;

- les VLE santé ne doivent jamais être dépassées sauf pour le cas particulier de l'IRM (imagerie par résonance magnétique) qui est encadré par les dispositions dérogatoires précisées par la réglementation ;

- les VLE sensorielles ne doivent jamais être dépassées sauf pour des cas particuliers encadrés par des dispositions réglementaires ;

- tout travailleur qui signale un effet indésirable ou inattendu sur la santé susceptible de résulter d'une exposition aux champs électromagnétiques, bénéficie d'un examen médical ;

- la formation et l'information des travailleurs sur les risques des CEM doivent être assurées dès lors que l'exposition est susceptible de dépasser les limites fixées pour le public ;

- l'évaluation des effets indirects (explosion ou incendie, déclenchement de détonateur, déplacement d'objets ferromagnétiques...) ne doit pas être omise.

#### CORRESPONDANCE ENTRE EFFETS ET FRÉQUENCES (tableau I)

C'est la fréquence du rayonnement émis par l'installation qui détermine le type d'effet.

Tout appareil ou machine raccordé au réseau électrique (f = 50 Hz) va produire un champ électrique et magnétique à 50 Hz (ex : perceuse, four à résistance).

Toute machine qui transforme l'énergie du réseau électrique (50 Hz) en une énergie utile pour une application spécifique qui nécessite une fréquence différente va produire un champ électrique et magnétique à 50 Hz mais aussi

↓ Tableau I

> RELATION ENTRE FRÉQUENCE DU CHAMP ET EFFET

Fréquence du rayonnement	Effets sensoriels possibles si exposition > seuils des effets sensoriels	Effets sur la santé possibles si exposition > seuils des effets sur la santé
0 Hz (champ statique)	Vertige, nausée, goût métallique dans la bouche Favorisés par les déplacements	Modification possible de l'ECG
1 Hz à 400 Hz	Phosphènes rétinien ou modifications passagères mineures de certaines fonctions cérébrales si exposition de la tête à un champ magnétique	Stimulation du SNC et/ou du SNP
400 Hz à 100 kHz	–	Stimulation du SNC et/ou du SNP
100 kHz à 10 MHz	–	Stimulation du SNC et/ou du SNP Échauffement des tissus exposés
10 MHz à 6 GHz	« Clic » auditif entre 300 MHz et 6 GHz si exposition de la tête à un champ impulsionnel	Échauffement des tissus exposés
6 GHz à 300 GHz	–	Échauffement en surface (œil, peau)

ECG : électrocardiogramme – SNC : Système nerveux central – SNP : Système nerveux périphérique

un champ électrique et magnétique à la fréquence spécifique (ex : presse haute fréquence 27 MHz ou four micro-ondes à 2 450 MHz).

Il est important de noter que les porteurs de dispositifs médicaux actifs, implantés ou non, et passifs peuvent ressentir des effets dus :

- au mauvais fonctionnement de leur dispositif médical si celui-ci est actif et soumis à un CEM d'intensité supérieure à l'immunité électromagnétique du dispositif (à vérifier avec le médecin prescripteur ou implanteur) ;
- à un échauffement du dispositif actif ou passif (s'il est conducteur) qui est traversé par des courants induits par la présence d'un CEM d'intensité élevée. Cet échauffement est transmis aux tissus biologiques au contact (ex : sondes de DMIA, matériel d'ostéosynthèse, DIU cupro-contraceptif...) ;
- au déplacement d'un dispositif passif ferromagnétique lors d'une exposition à un champ statique élevé (clips, stents...).

**CORRESPONDANCE ENTRE EFFETS ET LIMITES RÉGLEMENTAIRES**

C'est la fréquence qui détermine le type de l'effet éventuel, mais, afin que l'effet se produise, il faut aussi que l'intensité du champ exposant le travailleur soit suffisamment élevée pour produire l'effet en question.

En matière de champs électromagnétique, les effets se produisent à partir de certains seuils et afin de fournir une marge de sécurité, la réglementation, basée sur les recommandations de l'ICNIRP, fixe des valeurs limites, VLE à ne pas dépasser et des valeurs repères, VA à partir desquels il convient de mettre en œuvre des actions de prévention dans le but de réduire l'exposition.

Concernant les effets sensoriels, le coefficient de sécurité entre le seuil d'apparition des effets et les VLE/VA est nulle ou faible.

Concernant les effets de stimulation du SNC/SNP, le coefficient de sécurité entre le seuil d'apparition de ces effets et les VLE est de 5.

Concernant les effets d'échauffement des tissus, le coefficient de sécurité entre le seuil d'apparition de ces effets et les VLE est de 10.

En pratique :

- si l'exposition de la tête est supérieure à la VLE sensorielle (2 T) lors d'une exposition à un **champ statique**, les effets sensoriels décrits peuvent se produire. Certaines études ont montré qu'une faible proportion de la population pouvait ressentir des effets pour des niveaux de champs un peu inférieurs (1 à 1,5 T) ;
- si l'exposition de la tête est supérieure aux VA basses lors d'une exposition à un **champ magnétique entre 1 Hz et 400 Hz**, alors l'effet correspondant peut se produire. En effet, au-delà de la VA basse, la VLE sensorielle peut être rapidement atteinte et cette dernière correspond au seuil d'apparition de l'effet ;
- si l'exposition de toute partie du corps à un **champ électrique ou magnétique entre 1 Hz et 300 GHz** est supérieure à la VA haute, alors l'effet ne peut se produire que si la

## Expositions aux champs électromagnétiques

Repères en santé au travail

VLE santé est très largement dépassée pour atteindre le seuil d'apparition de l'effet qui, pour mémoire, est affecté d'un coefficient de sécurité (voir figure 1). En conséquence, un dépassement de la VA haute ne conduit pas nécessairement à l'apparition de l'effet, mais la régle-

mentation prévoit de mettre en œuvre dans ce cas des moyens de protection ou de prévention pour réduire l'exposition. En revanche, si l'effet est ressenti par le travailleur, alors il est très probable que la VA et la VLE soient très largement dépassées et les mesures de protec-

tion doivent être mise en place en urgence.

### SI UN TRAVAILLEUR SIGNALA AVOIR RESENTI UN EFFET

● Soit l'effet ressenti ne correspond pas à ceux identifiés comme liés aux CEM (cf. Tableau I), alors

↓Tableau II

### > EXEMPLES POUR DES EXPOSITIONS À DES CHAMPS STATIQUES

Types d'équipement ou de lieux de travail	Types de champ Fréquence (f)	Effets sensoriels possibles si exposition > VLE	Effets sur la santé possibles si exposition > VLE	Autres effets possibles
Toute installation utilisant du courant continu de très forte intensité	Magnétique (B) statique f = 0 Hz	Vertige, nausée, goût métallique dans la bouche si exposition de la tête > 2 T Favorisés par les déplacements	Si exposition ensemble du corps > 8 T	- Dysfonctionnement DM actif si B > 0,5 mT - Déplacement d'implants passifs ferromagnétiques si B > 3 mT
Électrolyse industrielle	Magnétique (B) statique f = 0 Hz	Vertige, nausée, goût métallique dans la bouche si exposition de la tête > 2 T Favorisés par les déplacements	Si exposition ensemble du corps > 8 T	- Dysfonctionnement DM actif si B > 0,5 mT - Déplacement d'implants passifs ferromagnétiques si B > 3 mT
IRM 1,5 T (dans la salle d'examen)	Magnétique (B) statique f = 0 Hz	– *	–	- Dysfonctionnement DM actif si B > 0,5 mT - Déplacement d'implants passifs ferromagnétiques si B > 3 mT
	Radiofréquences f = 64 MHz	–	–	- Dysfonctionnement DM actif si intensité du CEM > seuil d'immunité du DM - Risque de brûlure des tissus au contact des implants conducteurs
IRM 3 T ou plus (dans la salle d'examen)	Magnétique (B) statique f = 0 Hz	Vertige, nausée, goût métallique dans la bouche si exposition de la tête > 2 T Favorisés par les déplacements	Si exposition ensemble du corps > 8 T	- Dysfonctionnement DM actif si B > 0,5 mT - Déplacement d'implants passifs ferromagnétiques si B > 3 mT
	Radiofréquences f = 128 MHz	–	–	- Dysfonctionnement DM actif si intensité du CEM > seuil d'immunité du DM - Risque de brûlure des tissus au contact des implants conducteurs
RMN	Magnétique (B) statique f = 0 Hz	Vertige, nausée, goût métallique dans la bouche si exposition de la tête > 2 T Favorisés par les déplacements	Si exposition ensemble du corps > 8 T	- Dysfonctionnement DM actif si B > 0,5 mT - Déplacement d'implants passifs ferromagnétiques si B > 3 mT

\* Certaines études ont montré qu'une faible proportion de la population pouvait ressentir les effets sensoriels (vertige, nausée, goût métallique) pour des niveaux de champ un peu inférieur à 2T, soit entre 1 et 1,5T.

IRM : Imagerie par résonance magnétique – RMN : Résonance magnétique nucléaire

l'effet en question n'est très probablement pas en lien avec une exposition aux champs électromagnétiques.

- Soit l'effet ressenti est répertorié comme pouvant être dû à la présence d'un CEM, mais aucune installation présente au poste de travail ou dans l'environnement du travailleur ne fonctionne à une des fréquences susceptibles de provoquer l'effet, alors la source responsable n'a pas été identifiée ou l'effet en question n'est très probablement pas en lien avec une exposition à des CEM au poste de travail.

- Soit l'effet peut correspondre à la fréquence émise par l'installation du poste de travail, il est alors probable que le champ électromagnétique présent soit bien à l'origine de l'effet sous réserve que l'intensité de ce champ soit suffisante pour provoquer l'effet

(exposition > seuil d'apparition de l'effet).

### EXEMPLES POUR QUELQUES INSTALLATIONS

Les **tableaux II à IV** présentent des exemples d'installations utilisant de l'énergie à différentes fréquences.

Dans le tableau II relatif aux installations émettant du champ statique, les colonnes 3 et 4 donnent les limites en termes de VLE puisque celles-ci sont aisément vérifiables au poste de travail.

Dans les tableaux III et IV, les valeurs de champ magnétique ou électrique données correspondent aux VA définies par la réglementation. Les effets cités ne devraient pas apparaître lorsque le champ atteint cette VA mais uniquement si celle-ci est dépassée pour atteindre ou dépasser la VLE.

## PRÉVENTION ET PROTECTION

Si un effet sensoriel est ressenti et que la fréquence du champ émis par la source correspond à un effet en lien avec les CEM (voir tableau I), il s'agira de faire réaliser des mesures au poste de travail afin de connaître l'intensité du champ présent et vérifier si celle-ci est supérieure ou non aux VA/VLE correspondantes.

Dans tous les cas, lorsque les VA ou les VLE sont susceptibles d'être dépassées, des actions de prévention et de protection doivent être mises en œuvre afin de réduire l'exposition.

La réglementation prévoit des dispositions particulières en cas de dépassement des VLE sensorielles et pour ce qui concerne le travail près d'installations d'IRM, le dé-

↓ **Tableau III**

### ➤ EXEMPLES POUR DES EXPOSITIONS À DES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES À LA FRÉQUENCE DU RÉSEAU ÉLECTRIQUE (50 HZ)

Types d'équipement ou de lieux de travail	Types de champ Fréquence (f)	Effets sensoriels possibles	Effets sur la santé possibles	Autres effets possibles
Toute installation ou câble raccordé au réseau électrique dans lequel circulent de forts courants (> 100 Ampères)	Magnétique (B) f = 50 Hz	Phosphènes rétiens si exposition de la tête > 1 mT	Stimulation du SNC ou du SNP si exposition de la tête ou du tronc > 6 mT ou exposition des membres > 18 mT	Dysfonctionnement de DM actifs si B > immunité du DM à 50 Hz (à vérifier avec le fabricant / notice / médecin prescripteur ou implanteur)
Banc de magnétoscopie	Magnétique (B) f = 50 Hz			
Magnétiseur/démagnétiseur	Magnétique (B) f = 50 Hz			
Source électrique avec courant > 100 Ampères (câbles, local transformateur...)	Magnétique (B) f = 50 Hz			
Soudage électrique Soudage à l'arc (TIG, MIG...)	Magnétique (B) f = 50 Hz			

SNC : Système nerveux central – SNP : Système nerveux périphérique – DM : dispositif médical

Expositions aux champs électromagnétiques  
Repères en santé au travail

↓ Tableau IV

➤ EXEMPLES POUR DES EXPOSITIONS À DES CHAMPS ÉLECTROMAGNÉTIQUES DE FRÉQUENCES ÉLEVÉES

Types d'équipement ou de lieux de travail	Types de champ Fréquence (f)	Effets sensoriels possibles	Effets sur la santé possibles	Autres effets possibles
Chauffage, séchage, cuisson par induction	Magnétique (B) f = quelques kHz à quelques centaines de kHz	Pas d'effet sensoriel pour ces fréquences	• Stimulation du SNC ou du SNP pour les fréquences < 10 MHz • Échauffement pour les fréquences ≥ 100 kHz	Dysfonctionnement de DM actifs si B > immunité du DM (à vérifier avec le fabricant / notice / médecin prescripteur ou implanteur)
Presse à souder les matières plastiques – presse HF Soudage par perte diélectrique	Champ électrique (E) et magnétique (B) f = 27 MHz	Pas d'effet sensoriel pour ces fréquences	Échauffement Premiers signes au niveau des chevilles ou du cou <sup>1</sup>	• Dysfonctionnement de DM actifs si E > immunité du DM à 27 MHz (à vérifier avec le fabricant / notice / médecin prescripteur ou implanteur) • Échauffement des tissus au contact des matériaux conducteurs des DM
Fours de cuisson ou séchage par micro-ondes (seulement si le champ n'est pas confiné)	Champ électrique (E) f = 2 450 MHz ou 915 MHz	Pas d'effet sensoriel pour ces fréquences	Échauffement	• Dysfonctionnement de DM actifs si E > immunité du DM à 2 450 ou 915 MHz (à vérifier avec le fabricant / notice / médecin prescripteur ou implanteur) • Échauffement des tissus au contact des matériaux conducteurs des DM
Radars	Champ électrique (E) f = 1 GHz à plusieurs dizaines de GHz	« Clic » auditif possible pour l'exposition de la tête aux fréquences entre 300 MHz et 6 GHz	Échauffement/brûlure • des tissus en profondeur pour f < 6 GHz • de la peau et des yeux pour f ≥ 6 GHz	Dysfonctionnement de DM actifs si E > immunité du DM à la fréquence du radar (à vérifier avec le fabricant / notice / médecin prescripteur ou implanteur)

(1) : Les courants induits dans le corps et les organes par le champ électromagnétique tendent à s'écouler vers le sol et c'est en traversant les tissus qu'ils peuvent provoquer un échauffement. Les premiers signes d'échauffement sont en général ressentis dans les zones de faible section (cheville, cou...) où la densité de courant est la plus importante.

passement des VLE santé peut être autorisé si les conditions dérogatoires prévues sont respectées. Les dispositions réglementaires applicables aux situations de dépassement des VA ou des VLE sont précisées aux articles R. 4453-1 à R. 4453-34 du Code du travail ainsi qu'à l'article R. 4152-7-1 du même Code pour ce qui concerne les femmes enceintes.

**CONCLUSION**

Les professionnels de santé qui assurent le suivi en santé au travail des travailleurs exposés aux

CEM peuvent être confrontés à une symptomatologie qu'il est important de rattacher, ou non, à des effets connus de l'exposition à des champs électromagnétiques afin, si besoin, de rassurer le salarié, de l'orienter vers un bilan ou une prise en charge spécialisée, de compléter l'évaluation des risques et de renforcer les mesures de protection et de prévention. Les repères décrits pour quelques exemples dans cet article pourront les aider dans leurs activités. Il conviendra dans tous les cas de mentionner dans le dossier médical en santé au travail ces événements afin d'en assurer la traçabilité et de répondre à la mission de veille sanitaire qui incombe

à ces professionnels. Ces repères pourraient également faciliter, lors de la VIP, l'orientation vers le médecin du travail dans le cadre du protocole établi par ce dernier. Enfin, il convient de rappeler le rôle important de l'information et de la formation des travailleurs sur les risques liés à l'exposition à des CEM, et d'avoir une attention particulière pour les femmes enceintes, les jeunes de moins de 18 ans et les porteurs de dispositifs médicaux.

**Remerciements**

L'auteur remercie le Dr Anne Bourdieu pour ses conseils et sa relecture attentive.

## POUR EN SAVOIR +

- Champs électromagnétiques. (INRS, 2017, [www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/ce-qu-il-faut-retenir.html](http://www.inrs.fr/risques/champs-electromagnetiques/ce-qu-il-faut-retenir.html))
- BISSERIEUX C, LAURENT P, CABARET P, BONNET C ET AL. – Téléphones mobiles et stations de base. 2<sup>e</sup> édition. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4200. Paris : INRS ; 2013 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, DELEAU A, FORTUNÉ J ET AL. – Généralités sur les champs électromagnétiques jusqu'à 300 GHz. 2<sup>e</sup> édition. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4201. Paris : INRS ; 2017 : 3 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, CABARET P, BONNET C ET AL. – Les sources de rayonnements non ionisants (jusqu'à 60 GHz). Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4202. Paris : INRS ; 2004 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, DELEAU A, FORTUNÉ J ET AL. – La réglementation en milieu professionnel. 2<sup>e</sup> édition. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4204. Paris : INRS ; 2015 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, DELEAU A, FORTUNÉ J ET AL. – Les presses utilisant le chauffage par pertes diélectriques. 2<sup>e</sup> édition. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4205. Paris : INRS ; 2015 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, DELEAU A, FORTUNÉ J ET AL. – Les réseaux sans fil de proximité. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4207. Paris : INRS ; 2017 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, SIERRA N, BONNET C ET AL. – Les radars. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4212. Paris : INRS ; 2013 : 3 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, SIERRA N, BONNET C ET AL. – Les équipements de chauffage industriels par micro-ondes. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4213. Paris : INRS ; 2014 : 3 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, CABARET P, BONNET C ET AL. – Champs électromagnétiques : moyens de prévention. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4214. Paris : INRS ; 2014 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, CABARET P, BONNET C ET AL. – Les mécanismes d'interaction avec le corps humain. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4215. Paris : INRS ; 2008 : 3 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, CABARET P, BONNET C ET AL. – La RFID (radio frequency identification). Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4217. Paris : INRS ; 2010 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, BONNET C, FORTUNÉ J ET AL. – Contrôle par magnétoscopie Démagnétiseurs. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4218. Paris : INRS ; 2014 : 4 p.
- BISSERIEUX C, LAURENT P, DELEAU A, FORTUNÉ J ET AL. – Soudage par résistance. 2<sup>e</sup> édition. Champs électromagnétiques. Édition INRS ED 4219. Paris : INRS ; 2017 : 4 p.

## BIBLIOGRAPHIE

- 1 | Commission internationale pour la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) - Guide pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques, magnétiques et électromagnétiques. Champs alternatifs (de fréquence variable dans le temps, jusqu'à 300 GHz). Note documentaire ND 2143. *Cah Notes Doc. Hyg Sécur Trav.* 2001 ; 182 : 19-48.
- 2 | Commission internationale de la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) - Lignes directrices relatives aux limites d'exposition aux champs magnétiques statiques. Point de repère PR 43. *Hyg Sécur Trav. Cah Notes Doc.* 2010 ; 218 : 59-72.
- 3 | Commission internationale de la protection contre les rayonnements non ionisants (ICNIRP) - Lignes directrices pour l'établissement de limites d'exposition aux champs électriques et magnétiques variables dans le temps (fréquences de 1 Hz à 100 kHz). Point de repère PR 47. *Hyg Sécur Trav. Cah Notes Doc.* 2011 ; 222 : 35-50.
- 4 | Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques ». Volume 1 Guide pratique, Volume 2 Étude de cas. Bruxelles : Commission européenne Direction générale de l'emploi, des affaires sociales et de l'inclusion ; 2015 : 226 p., 146 p.

**LYON**

29>31 MAI 2018

**BORDEAUX**

SUD OUEST

02>04 OCT 2018

LES CONGRÈS/SALONS DE RÉFÉRENCE EN FRANCE

● **SANTÉ/SÉCURITÉ & QUALITÉ DE VIE AU TRAVAIL**



**Préventica**

CONFÉRENCES / EXPOSITION / EXPERTS / ANIMATIONS / ATELIERS DÉMOS



Sous le Patronage\* du Ministère des Solidarités et de la Santé ainsi que du Ministère du Travail.



Carsat

inrs



Anact/Aract



fncog



EXPOSER +33 (0)5 57 54 12 65 • DEVENIR PARTENAIRE +33 (0)5 57 54 38 26

INFORMATIONS & INSCRIPTION GRATUITE  
[www.preventica.com](http://www.preventica.com) • CODE

**LBM71T**