



***Rayonnements électromagnétiques
au travail
« De l'exposition à la prévention »
[0 – 300 GHz]***

**SO.ME.TRAV - PACA
Réunion du 13 mars 2018**

Jean-Michel SCOTTO d'ANIELLO
Contrôleur de sécurité
Direction des Risques Professionnels

**MINISTÈRE DU TRAVAIL, DE L'EMPLOI, DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE
ET DU DIALOGUE SOCIAL**

**Décret n° 2016-1074 du 3 août 2016 relatif à la protection des travailleurs
contre les risques dus aux champs électromagnétiques**

NOR : ETST1611714D

***Publics concernés :** entreprises et établissements régis par la quatrième partie du code du travail dont les travailleurs sont exposés aux champs électromagnétiques.*

***Objet :** protection de la santé et de la sécurité des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques.*

***Entrée en vigueur :** le décret entre en vigueur le 1^{er} janvier 2017.*

***Notice :** le décret définit les règles de prévention contre les risques pour la santé et la sécurité des travailleurs exposés aux champs électromagnétiques, notamment contre leurs effets biophysiques directs et leurs effets indirects connus. Il vise ainsi à améliorer la protection de la santé et de la sécurité des travailleurs, qui reposait jusqu'alors sur les seuls principes généraux de prévention, et intègre une approche graduée des moyens de prévention et du dialogue interne à mettre en œuvre en cas de dépassement des « valeurs d'action » et des « valeurs limites ».*

***Références :** le décret est pris pour la transposition de la directive 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil du 26 juin 2013 concernant les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) (vingtième directive particulière au sens de l'article 16, paragraphe 1, de la directive 89/391/CEE) et abrogeant la directive 2004/40/CE. Les dispositions du code du travail modifiées par le présent décret peuvent être consultées, dans leur rédaction résultant de cette modification, sur le site Légifrance (<http://www.legifrance.fr>).*

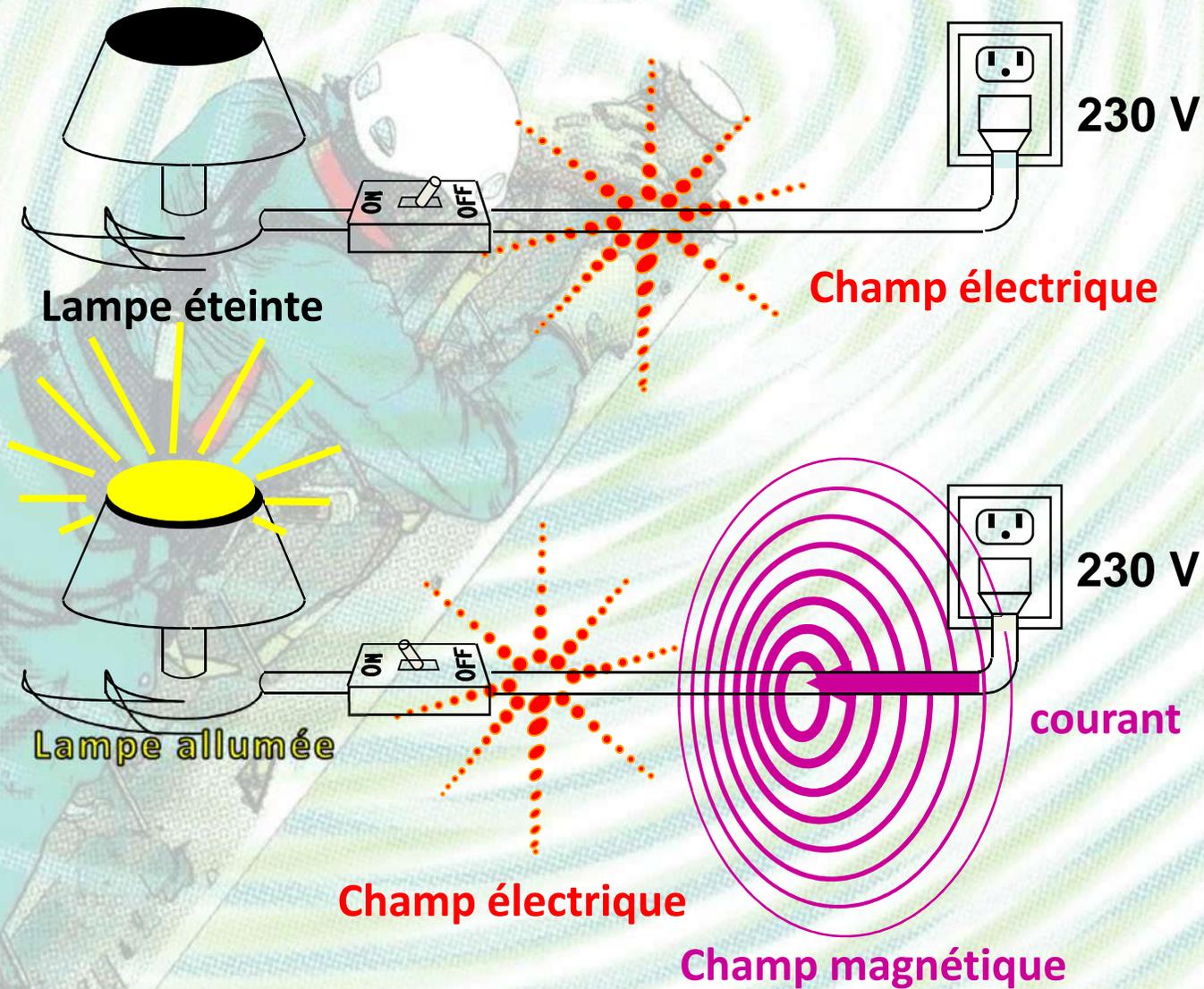
Aucun de nos sens ne permet de déceler les champs
électromagnétiques

(sauf dans l'étroit domaine de la lumière visible)

Ils sont donc indétectables sans appareils appropriés, d'où la
nécessité de connaître leurs principales applications

I - Généralités sur les Champs électromagnétiques (CEM)

Comment apparaissent les champs électromagnétiques ?

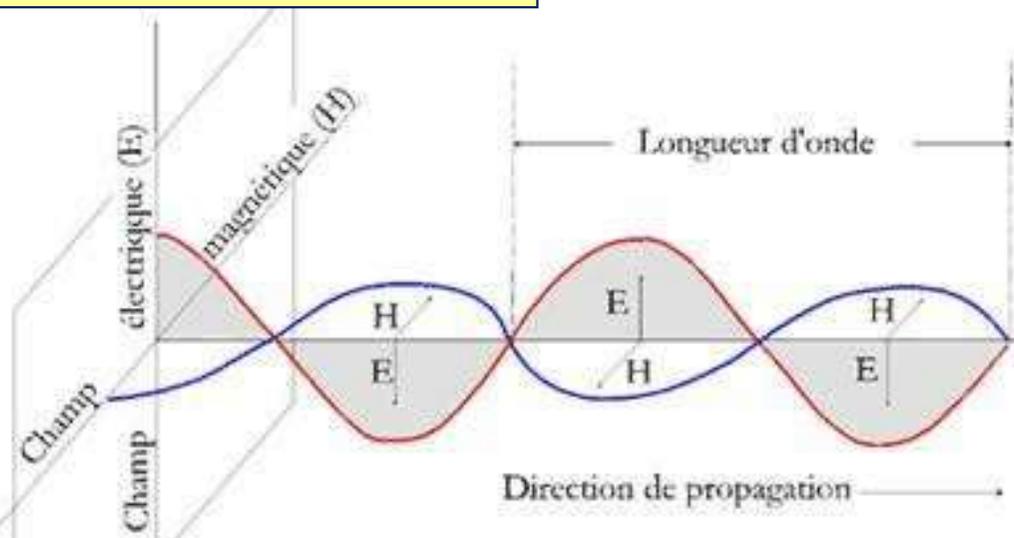


I - Généralités sur les Champs électromagnétiques (CEM)

Qu'est-ce qu'une onde électromagnétique ?

Elle se compose de 2 champs :

- *Un champs électrique (E)*
- *Un champs magnétique (H)*



Ces 2 champs :

- *sont indissociables, même lorsqu'une des composantes est prépondérante*
- *oscillent à la même fréquence (f)*
- *sont perpendiculaires l'un par rapport à l'autre*
- *se déplacent dans un milieu selon une direction orthogonale*
- *se déplacent à une vitesse proche de celle de la lumière ($3 \cdot 10^8$ m/s) dépendant du milieu considéré*

Grandeurs physiques caractérisant une onde électromagnétique

E (V/m) : Intensité du champ électrique

H (A/m) : Intensité du champ magnétique

B (Tesla) : Induction magnétique

S (W/m²) : Densité de puissance surfacique

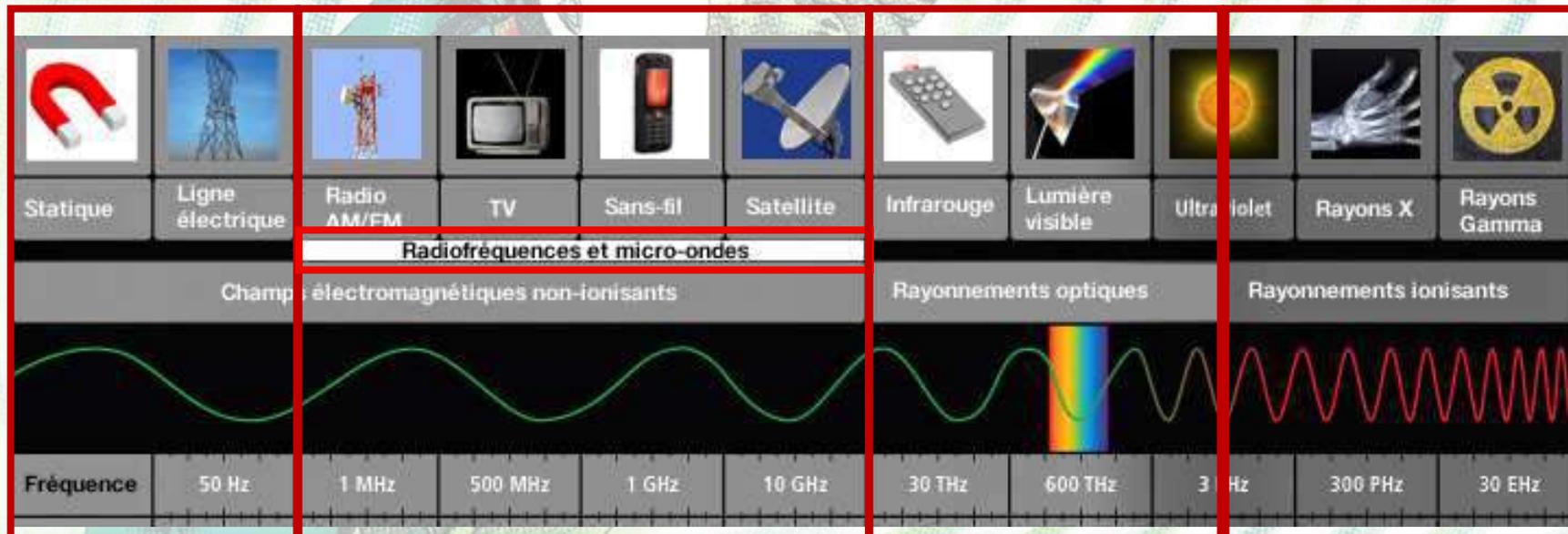
Énergie photonique

$$E_p \text{ (J)} = h \times f \text{ (Hz)}$$

Une onde électromagnétique correspond à un transfert énergétique
sous la forme

d'un *champ électrique (E)* couplé à un *champ magnétique (H)*

Le spectre électromagnétique



Frontière énergétique des rayonnements non ionisants

$$\lambda = 100 \text{ nm} / f = 3 \cdot 10^{15} \text{ Hz} / E = 12,4 \text{ eV}$$

Effets avérés à court terme

Un effet est avéré (certain) quand :

- ⇒ *il est identifié,*
- ⇒ *il peut être répliqué,*
- ⇒ *Il est cohérent.*

Conséquences d'une exposition à un champ électromagnétique :

- ⇒ *Effets directs,*
- ⇒ *Effets indirects.*

Effets avérés à court terme

CHAMPS ELECTRIQUE STATIQUE (f = 0 Hz)

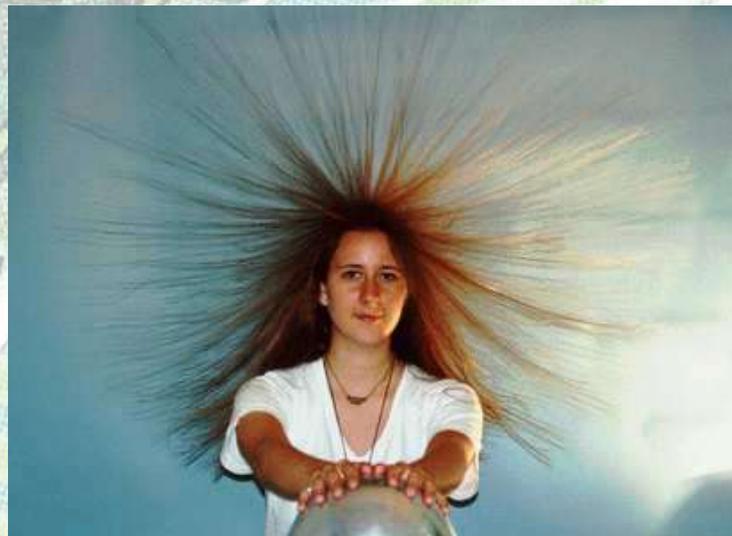
Type d'effet dominant : sensoriel

Effet direct

- Sensation de picotement désagréable par accumulation de charges électriques sur la peau

Effet indirect

- Courant de décharge entre le corps isolé et un objet dont le potentiel est différent ou à la terre



Effets avérés à court terme

CHAMPS MAGNETIQUE STATIQUE (f = 0 Hz)

Effets directs

Type d'effet dominant : sensoriel

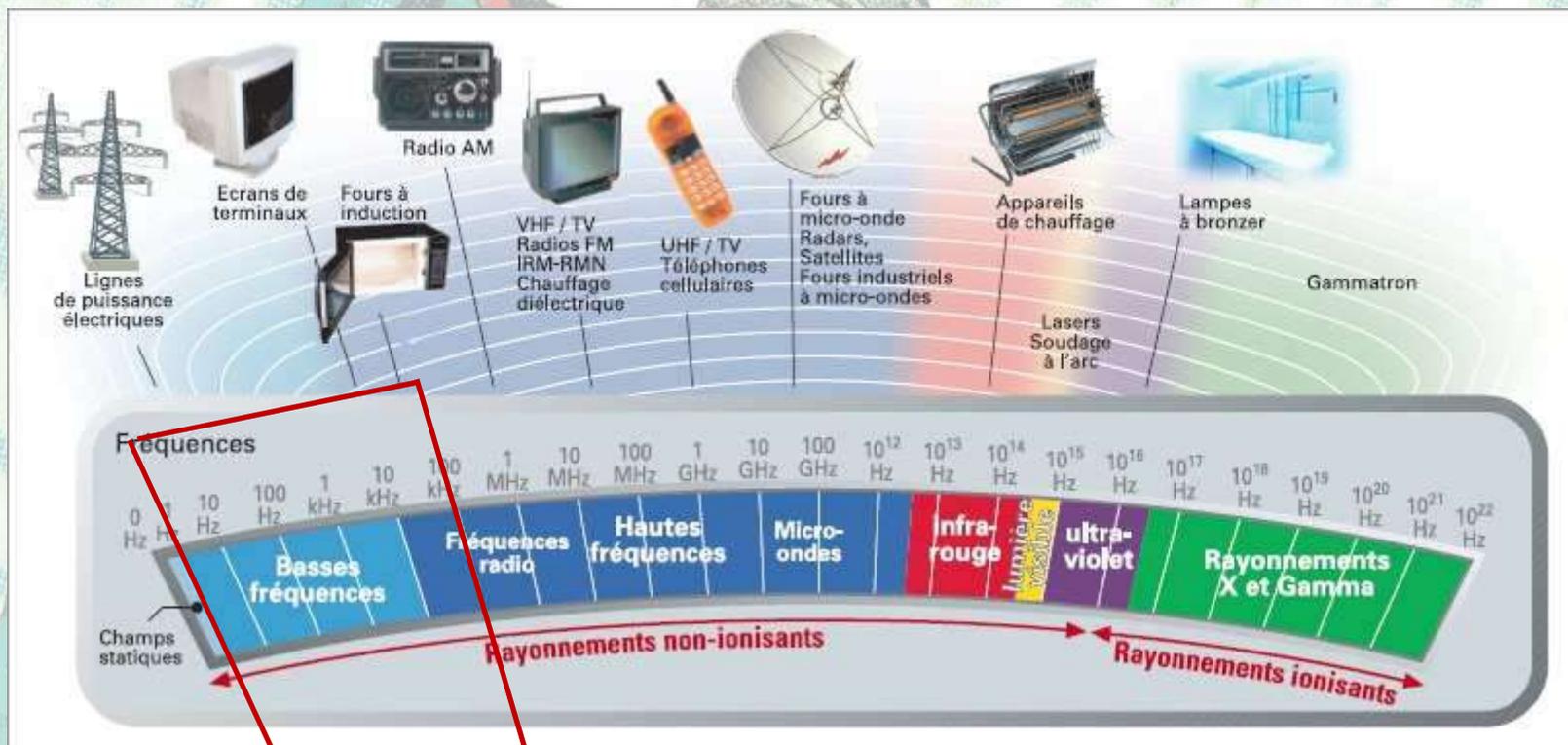
- Vertiges, nausées, goût métallique, phosphènes rétinien...

Effets indirects

- Projection d'objets ferromagnétiques
- Déplacement ou descellement des implants passifs ferromagnétiques (broche, vis...)
- Dysfonctionnement et dérèglement des dispositifs médicaux implantables actifs (Stimulateurs cardiaques, pompes à insuline, prothèses auditives...)

Fréquences basses

[1 Hz - 100 KHz]



Effets avérés à court terme

Fréquences basses

[1 Hz - 100 KHz]

Effet direct

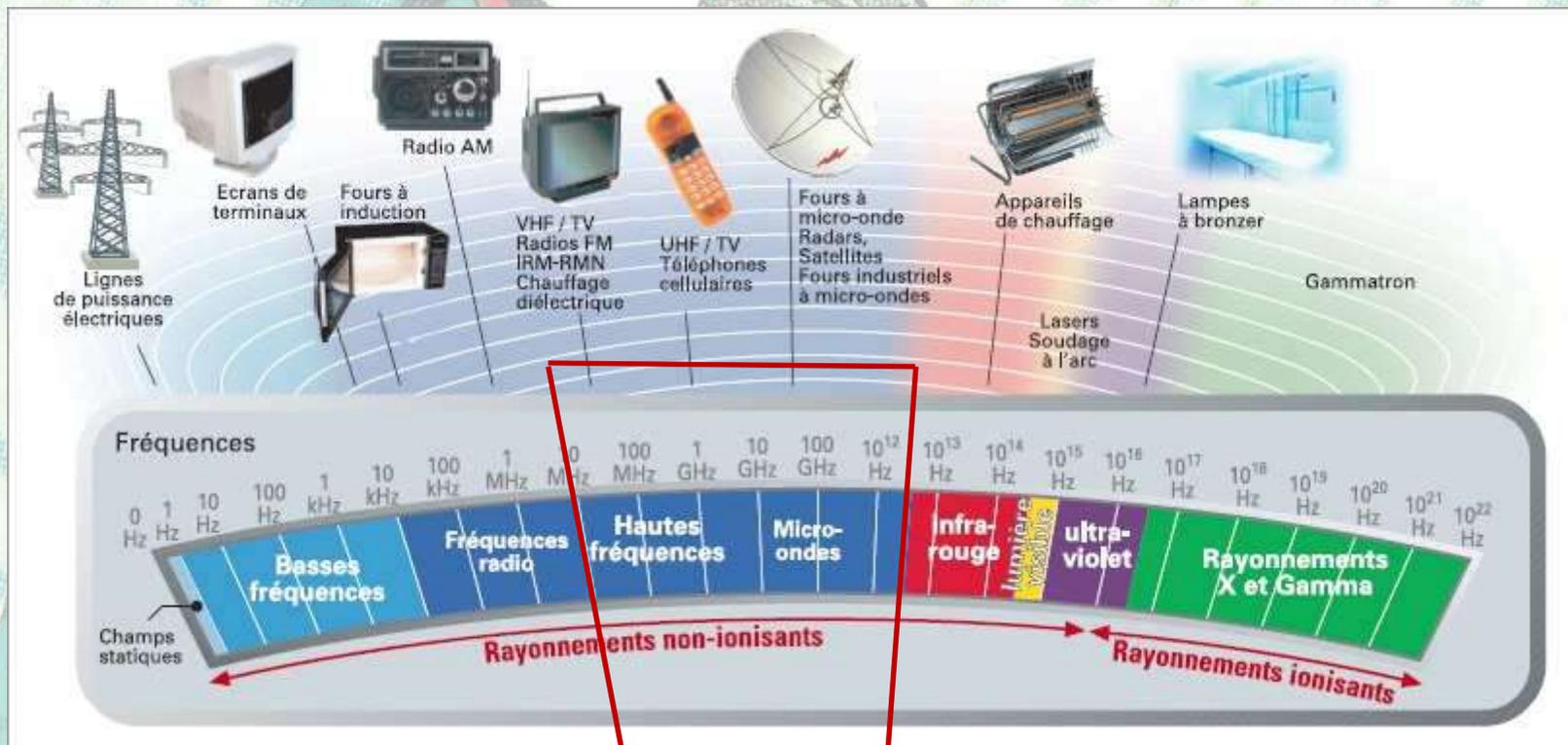
Type d'effet dominant : non thermique

- Courants induits dans le corps

Effets indirects

- Courants de contact entre la personne exposée et un objet métallique hors tension
- Dysfonctionnement et dérèglement des dispositifs médicaux implantables actifs (Stimulateurs cardiaque, pompes à insuline, prothèses auditives...)
- Amorçage de dispositifs électriques de mise à feu (détonateurs)
- Incendies et explosions
- ...

Fréquences hautes [10 MHz - 300 GHz]



Effets avérés à court terme

Fréquences hautes

[10 MHz - 300 GHz]

Type d'effet dominant : thermique

- Augmentation de la température du corps lorsque les limites de la thermorégulation sont dépassées (t > 6 mn)

Effets particuliers

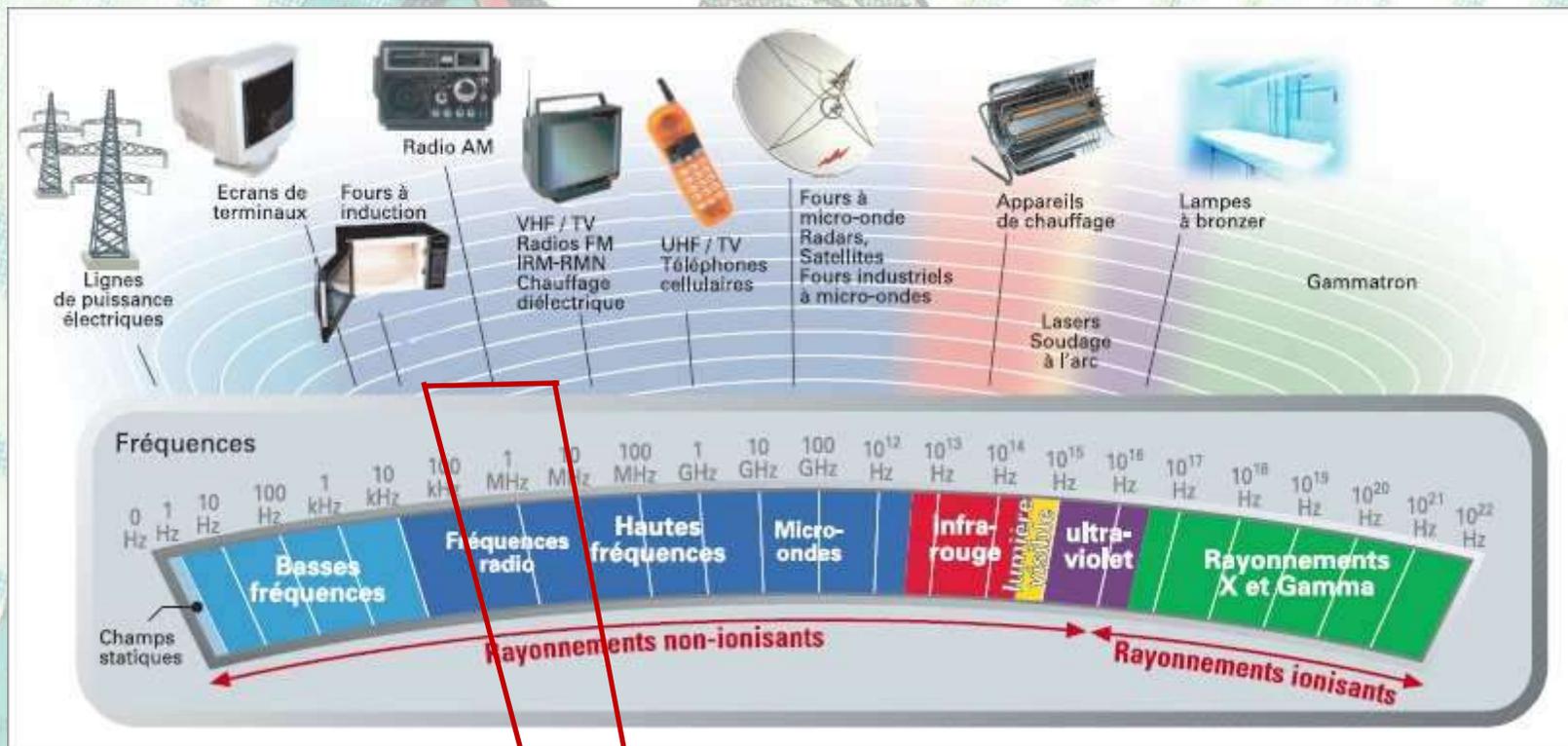
Effets directs

- Clic micro-onde [425 MHz – 6,5 GHz] suite à absorption d'une onde pulsée par le liquide céphalo-rachidien
- Intolérance environnementale idiopathique (Electro-Hypersensibilité)

Effets indirects

- Tous les effets indirects de la gamme précédente [1 Hz – 100 KHz]
- *Échauffement des implants passifs ferromagnétiques ou création de micro décharges entraînant des picotements ou une coagulation locale (Broche, vis...)*

Fréquences intermédiaires [100 KHz - 10 MHz]



Effets avérés à court terme

Fréquences intermédiaires [100 KHz - 10 MHz]

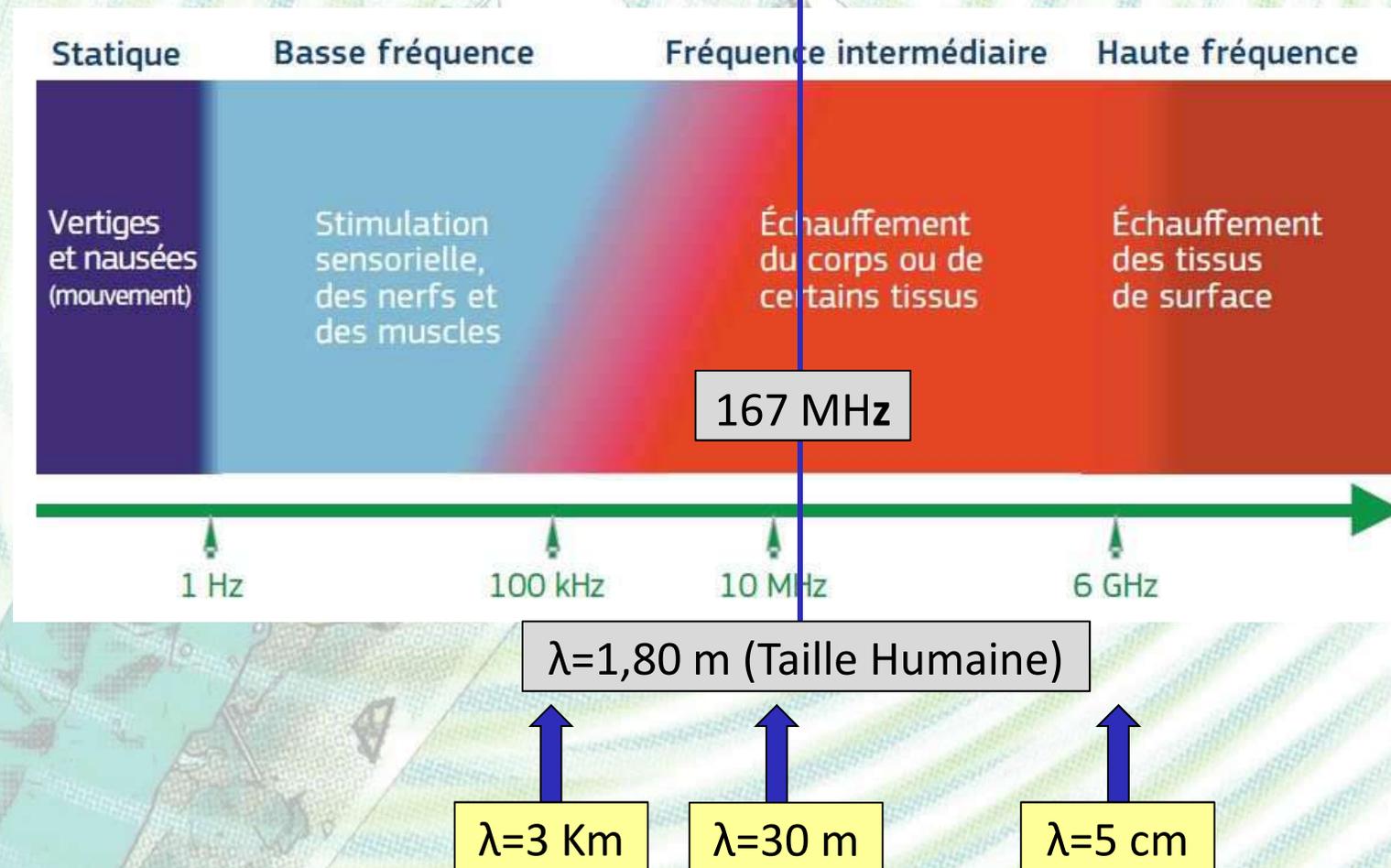
Effets directs

- Coexistence des effets observés pour les fréquences d'exposition [1 Hz - 100 KHz] et [10 MHz – 300 GHz]

Effets indirects

- Coexistence des effets observés pour les fréquences d'exposition [1 Hz - 100 KHz] et [10 MHz – 300 GHz]

Effets avérés à court terme : *Ce qu'il faut retenir (1/4)*



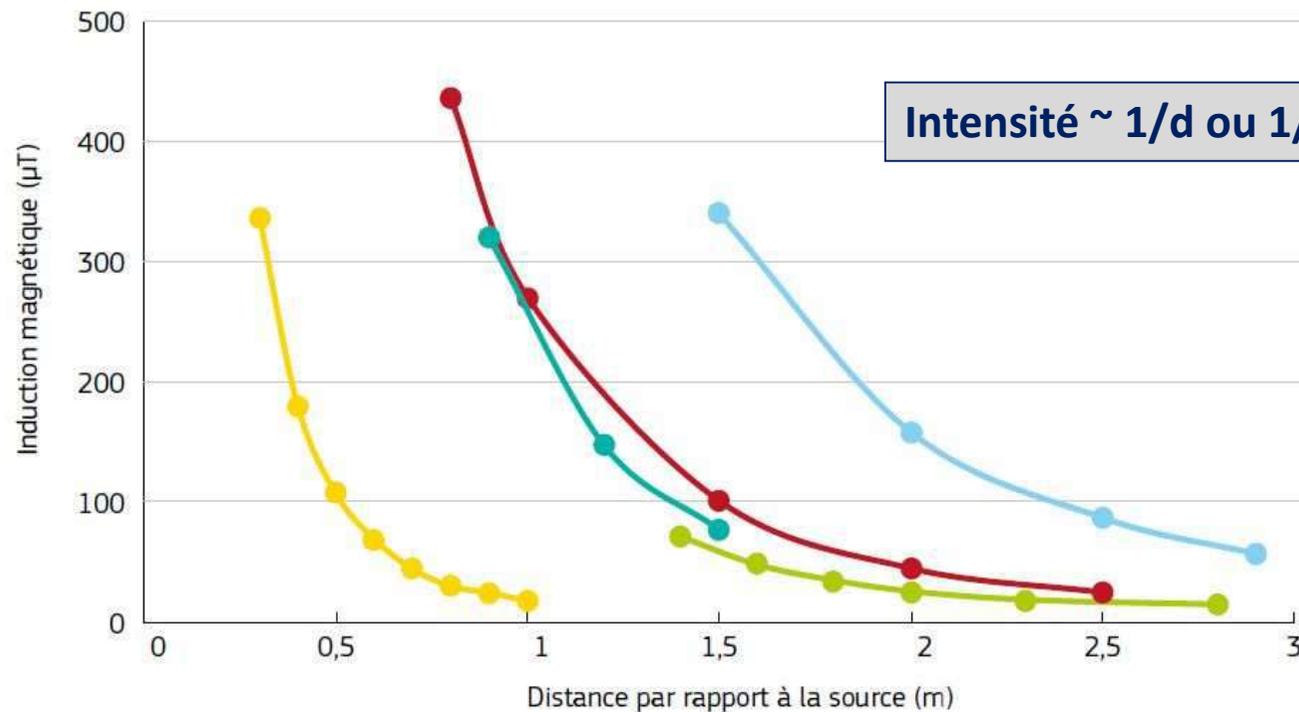
Effets avérés à court terme : *Ce qu'il faut retenir (2/4)*

- 1. *C'est la fréquence d'émission de la source de champ qui détermine le type d'effet***
- 2. *C'est l'intensité du champ reçu lors de l'exposition qui détermine l'ampleur du risque***
- 3. *C'est cette intensité de champ mesurée ou calculée qui est comparée aux limites d'exposition (VA et VLE)***

Effets avérés à court terme : *Ce qu'il faut retenir (3/4)*

4. L'intensité du champ décroît rapidement avec la distance

Graphique 3.2 — Baisse de l'induction magnétique en fonction de la distance pour différentes sources de fréquence électrique: machine à souder par points (●—●); bobine de démagnétisation de 0,5 m (●—●); four à induction de 180 kW (●—●); machine à souder au galet de 100 kVA (●—●); bobine de démagnétisation à 1 m (●—●)



Intensité $\sim 1/d$ ou $1/d^2$ ou $1/d^3$

*Effets avérés à court terme : **Ce qu'il faut retenir (4/4)***

5. Dans la pratique, les conséquences d'une exposition dépendent :

- des caractéristiques de la source (Géométrie ; Fréquence ; Intensité)**
- de la distance source/opérateur**
- de la présence ou non de moyens de protection**

Quid des effets à long terme ?

Gamme de fréquences	Classification CIRC
Champs ELF (ou EBF) f < 10 KHz <i>(Classification OMS)</i>	2B (2002) « Peut-être cancérogène pour l'homme » <i>en raison de l'association statistique entre l'exposition aux champs magnétiques 50 Hz et la leucémie de l'enfant</i>
Champs radiofréquences 10 KHz < f < 300 GHz <i>(Classification OMS)</i>	2B (2011) « Peut-être cancérogène pour l'homme » <i>Sur la base d'un risque accru de gliome (tumeur du cerveau) associé à l'utilisation du téléphone portable</i>

Malgré des données expérimentales insuffisantes sur les mécanismes biologiques plausibles de ces cancérogenèses

III - Une réglementation à seuils



Code du travail 2017
Exposition des
travailleurs

**TOUTES LES RECOMMANDATIONS DE LA DIRECTIVE ONT ÉTÉ REPRISES
IN EXTENSO DANS LE CODE DU TRAVAIL**

- *Elle couvre l'ensemble des effets biophysiques connus, directs et indirects produits par les champs électromagnétiques*
- *Elle couvre la gamme spectrale des rayonnements [0 Hz – 300 GHz]*
- *Les valeurs limites d'exposition (VLE) ne couvrent que les effets biophysiques à court terme*
- *Elle **ne couvre pas** les effets potentiels à long terme (Cancer...)*
- *Elle **ne couvre pas** les risques découlant d'un contact avec des conducteurs sous tension*

Valeurs limites d'exposition (VLE)

Effets sur la santé → *Seuils variables avec la fréquence et l'intensité*

Pour garantir que les seuils ne sont jamais atteints, des VLE ont été définies



VLE relatives aux effets sur la santé [0 Hz – 300 GHz] :

Valeurs **au-dessus** desquelles les travailleurs sont susceptibles de subir des effets nocifs pour la santé

VLE relatives aux effets sensoriels [1 Hz – 10 MHz] :

Valeurs **au-dessus** desquelles les travailleurs sont susceptibles de présenter des troubles passagers des perceptions sensoriels, ainsi que des changements mineurs des fonctions cérébrales

III - Une réglementation à seuils

Liens entre VLE et effets biologiques

	J (A/m ²)	DAS (W/Kg)			S (W/m ²)
VLE	Densité de courant induit J	Débit d'absorption spécifique DAS « corps entier »	DAS « tête et tronc »	DAS « membres »	Densité de puissance S
Effet biologique ou sanitaire	Perturbation du système nerveux central (SNC)	Effet thermique interne	Effet thermique interne	Effet thermique interne	Effet thermique en surface du corps
Localisation corporelle de la restriction	SNC	Corps entier	Tête et tronc	Membres	Corps
	f < 10 MHz	100 KHz < f < 10 GHz			f > 10 GHz

Grandeurs non mesurables dans un environnement de travail car internes au corps humain

III - Une réglementation à seuils

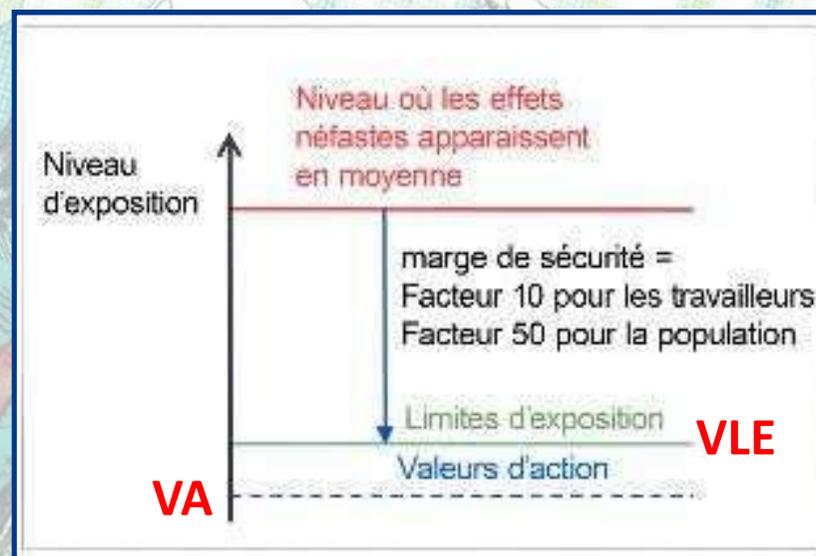
Valeurs déclenchant l'action (VA)

	B Induction magnétique (Tesla)	E Champ électrique (V/m)	H Champ magnétique (A/m)	I_c Courant de contact (A)	I_L Courant induit extrémités (A)	S Densité de puissance (W/m ²)
Effets non thermiques	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Non pertinente</i>	<i>Non pertinente</i>
Effets thermiques	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>	<i>Non pertinente</i>	<i>Non pertinente</i>	<i>Oui</i>	<i>Oui</i>

Grandeurs mesurables dans un environnement de travail car externes au corps humain

III - Une réglementation à seuils

Valeurs limites d'exposition (VLE) et Valeurs déclenchant l'action (VA)



Effet biologique ou sanitaire	VLE	VA	Commentaires
S : seuil d'apparition de l'effet	$VLE = S / 10$ Facteur de sécurité : 10 Pour les travailleurs	Définies à partir de modèles mathématiques de façon à respecter les VLE « avec une certaine marge »	Cette marge induit que le dépassement des VA n'entraîne pas systématiquement le dépassement des VLE.

Seul le respect des VA garantit le respect des VLE

ATTENTION (1/2) :

Catégories de travailleurs devant faire l'objet d'une attention particulière

Travailleurs portant des dispositifs médicaux implantés actifs

Stimulateurs et défibrillateurs cardiaques, implants cochléaires, implants de tronc cérébral, prothèses de l'oreille interne, neurostimulateurs, codeurs rétinien, pompes de perfusion implantées

Travailleurs portant des dispositifs médicaux implantés passifs contenant du métal

Articulations artificielles, broches, plaques, vis, agrafes chirurgicales, pinces pour anévrismes, stents, prothèses de valves cardiaques, anneaux d'annuloplastie, implants contraceptifs métalliques et boîtiers de DMIA

Travailleurs portant des dispositifs médicaux à même le corps

Pompes externes de perfusion d'hormones

Travailleuses enceintes

ATTENTION (2/2) :

Valeurs limites applicables aux travailleurs à risques particuliers

Origine : Consensus du réseau prévention

Il est recommandé de prendre en compte les dispositions relatives à la limitation de l'exposition du public (recommandation 1999/519/CE du 12 juillet 1999 transposée en droit français par le décret n°2002-775 du 3 mai 2002).

<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999H0519&from=FR>

Seuils d'exposition du public **plus contraignants** que les seuils d'exposition des salariés

BILAN NATIONAL DES EXPOSITIONS

Origine de l'étude : INRS + CMP des Carsat (2004 - 2010)

Objectifs de l'étude

Identifier des familles de machines exposant les salariés

Déterminer le nombre d'équipements

Caractériser les expositions

BILAN NATIONAL DES EXPOSITIONS

Plus de 135 000 machines identifiées

→ Plus de 135 000 travailleurs potentiellement exposés ?

Plus de 900 machines mesurées :

→ au poste de travail

→ aux emplacements du corps et des mains

→ 3 types de paramètres suivant la fréquence d'émission :

- Champ électrique (E)
- Induction magnétique (B)
- Courants induits (I_L)

8 familles d'applications potentiellement rayonnantes ($V_m > VA$)

IV - Les familles d'applications potentiellement rayonnantes

BILAN NATIONAL INRS / CMP - RESULTATS

*Source données INRS / H&S au travail - n°235

Famille d'applications Type d'installation	Parc machines moyen français		Nombre de dépassement des VDA (%)	
	Nombre	Pourcentage	$V_m > VA$ Basse (Effets sensoriels)	$V_m > VA$ Haute (Effets sur la santé)
Soudage par résistance (50 Hz et plus)	75 000	55,2 %	41 %	11 %
Magnétiseur / Démagnétiseur (0 ; 50 Hz)	30 150	22,2 %	30 %	11 %
Induction (qq 100 KHz)	12 800	9,5 %	14 %	12 %
Magnétoscopie (0-50 Hz)	10 750	7,9 %	11 %	0
Soudage par perte diélectrique (27 MHz)	4 750	3,5 %	VA = VA Basse = VA Haute 40 %	
Electrolyse (0 Hz)	1 100	0,8 %	0	0
IRM / RMN (Poste de commande) (0 Hz)	1 000	0,7 %	0	0
Four micro-onde (2,45 GHz)	300	0,2 %	VA = VA Basse = VA Haute 2 %	

42,5 % du parc (57 778 machines) dépassent une VA

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

L'analyse des risques est menée à partir de données documentaires accessibles (1/2)

Il n'y a pas d'obligation d'effectuer des mesures de champ dans le cadre de l'évaluation des risques

- Guides de bonnes pratiques mis à disposition par la commission européenne
- Informations du fabricant ou du distributeur
- Outils d'évaluation consultables sur internet

Ceci constitue l'analyse des risques de 1^{er} niveau

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

L'analyse des risques est menée à partir de données documentaires accessibles (2/2)

Lorsque l'analyse des risques menée à partir de données documentaires ne permet pas de conclure à l'absence de risque de dépassement des **VA** ou des **VLE**



Une analyse approfondie des risques doit être effectuée en faisant appel à des mesures, des calculs ou des simulations numériques

L'analyse des risques s'effectue en 3 étapes

Étape n°1 : Identification des sources de champs électromagnétique

Étape n°2 : Pour chaque source de champ, vérification du risque de dépassement des **VA** ou **VLE**

Étape n°3 : Si dépassement des **VA** ou **VLE**, mise en œuvre des moyens de protection et de prévention pour réduire l'exposition en dessous des **VA**

Les données documentaires (1/3) : Les guides de bonnes pratiques

- 1/ Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques »
Volume 1 – Guide pratique (226 pages)
<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14741&langId=fr>

- 2/ Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques »
Volume 2 – Études de cas (146 pages)
<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14742&langId=fr>

- 3/ Guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « Champs électromagnétiques »
Guide à l'intention des PME (22 pages)
<http://ec.europa.eu/social/BlobServlet?docId=14749&langId=fr>

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (2/3) : Les outils d'évaluation

Nom: **OSERAY** (**O**util **S**implifié d'**E**valuation des **RAY**onnements électromagnétiques)

Objet : Base de données évolutive de mesures réalisées dans l'industrie, en France, depuis 2004 (~ 1000 mesures).

Objectif : Analyse des risques de 1^{er} niveau sans mesures ou calculs. Précise si l'équipement est potentiellement rayonnant (oui/non)

Accès : <http://www.inrs.fr/media.html?refINRS=outil61>

Nom : **WISE** (**W**ireless **S**afety for **E**mployees)

Objet : Base de données évolutive de mesures réalisées en Europe (~ 8000 mesures)

Objectifs : 1/ Connaître les valeurs de **E** et **H** en fonction de la distance à la source

2/ Comparer les valeurs avec les **VA** et les **VLE** / **Spécifier les actions à mettre en place.**

Accès : www.wica.intec.ugent.be/exposure-tool/prevention

Langue : Anglais (Français en cours de réalisation)

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (1/17)

Ses ambitions :

- 1/ Assister l'employeur à identifier les sources de champ électromagnétique les plus courantes
- 2/ Fournir pour chaque source, une réponse sur le risque de dépassement des limites **Publiques** pour les **travailleurs à risques particuliers**.

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (2/17)

Pourquoi l'outil simplifié se réfère-t-il aux limites Publiques ?

- 1/ Afin de protéger les travailleuses enceintes qui ne doivent pas être exposées à des niveaux de champ supérieurs
- 2/ Afin de protéger tous les travailleurs porteurs de certains dispositifs médicaux qui risquent de ne plus fonctionner correctement sous l'influence d'un champ d'intensité > limites Publiques

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (3/17)

Objectif :

- 1/ Répondre par **OUI** ou par **NON**
 - 2/ Si la réponse est **NON** : Le risque de dépassement de la limite Publique est **faible**. L'EvRP s'arrête là.
 - 3/ Si la réponse est **OUI** : Le risque de dépassement de la limite Publique est **probable**
- ↳ L'analyse des risques devra être approfondie afin de déterminer par des mesures ou des calculs :
- Les zones d'exposition > limites Publiques (Travailleurs à risques particuliers)
 - Les zones d'exposition > VA professionnels

Cette analyse nécessite des compétences approfondies et sera confiée à un organisme spécialisé

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) :
Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (4/17)

ATTENTION :

Certains dispositifs médicaux peuvent être perturbés par des intensités de champ inférieures aux limites Publiques



- Il conviendra de comparer les caractéristiques d'immunité du dispositif médical (DM) avec les limites Publiques
- L'immunité du DM devra être supérieure aux limites Publiques (Voir la documentation du fabricant)

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (5/17)

EXEMPLE :

- Selon les informations du fabricant, une pompe à insuline a été testée pour fonctionner correctement sous un champ électrique maximale de **10 V/m** pour des fréquences comprises entre **80 MHz et 1 000 MHz**.
- La limite Publique la plus basse dans cette zone du spectre électromagnétique est de **28 V/m**.

CONCLUSION :

Un champ électrique de 20 V/m (> 10 V/m) pourra perturber la pompe alors que la limite d'exposition Publique (28 V/m) est respectée.

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) :
Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (6/17)

TUTORIEL D'UTILISATION OSERAY

Télécharger OSERAY à partir du site web de l'INRS

Ouvrir OSERAY (fichier Excell)

Activer les macros sous Excell

Munissez vous de la liste des appareils et installations électriques de votre établissement

Commencer votre évaluation simplifiée !

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (7/17)

TUTORIEL D'UTILISATION OSERAY

Page d'accueil

Choisir un secteur d'activité
(menu déroulant)

Ex: Bureau

Puis cliquer sur « Suite »

inrs Institut National de Recherche et de Sécurité

OSERAY

Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques

OSERAY est une application permettant d'accompagner l'employeur dans le cadre de sa démarche d'évaluation des risques. Elle s'appuie sur le Guide européen intitulé « guide non-contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE.

Objectifs d'OSERAY

Pour certaines familles de sources très émettantes, OSERAY propose des informations détaillées qui permettent une approximation des expositions au regard des Valeurs déclenchant l'Action (VA) définies par les articles du code du travail R.4453-6 à R.4453-12.

Choix du type d'activité: Bureau

Suite

Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) :
Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (8/17)

TUTORIEL D'UTILISATION OSERAY

Choisir un équipement
(menu déroulant)
Ex: Ordinateur &
matériel informatique

Puis cliquer sur « Suite »

inrs Institut National de Recherche et de Sécurité

OSERAY
Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques

Type d'activité :

Bureau

Ordinateurs et matériel informatique

Retour page précédente

Suite

Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (9/17)

TUTORIEL D'UTILISATION OSERAY

Page de résultat

Cliquez ici pour obtenir la définition des travailleurs à risques particuliers

Ex: Réponse NON pour tous les profils de travailleurs (pas de Risque de dépassement des niveaux de référence ou limites publiques)

Précisions sur le type de réponse

OSERAY Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques

Pour ce type d'équipement, il peut être nécessaire de réaliser des évaluations spécifiques concernant l'exposition aux champs électromagnétiques pour les profils de travailleurs suivants (si réponse "oui"):

	Evaluation requise pour		
	Travailleurs sans risques particuliers (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Ordinateurs et matériel informatique	Non	Non	Non

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui(*) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisées à l'article R. 4453-4.
Oui(**) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
NB : Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (colonne "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"). Il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'adéquation entre l'immunité du dispositif et le champ au poste de travail.

Retour page précédente | Pour en savoir plus | Documents Experts | Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail
Retour "évaluation" | Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) :

Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (10/17)

Non: Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation n'est a priori pas nécessaire.

Oui(*): Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisées à l'article R.4453-4.

Oui():** Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public).

NB: Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (colonne « travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs) »).

Il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'adéquation entre l'immunité et le champ au poste de travail.

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (11/17)

TUTORIEL D'UTILISATION OSERAY

Ressources Complémentaires (1)

Connexion internet requise

Lien vers les textes
réglementaires et le guide
européen de bonnes pratiques

Lien vers les documents INRS
traitant du sujet

OSERAY
Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques

OSERAY

Pour ce type d'équipement, il peut être nécessaire de réaliser des évaluations spécifiques concernant l'exposition aux champs électromagnétiques pour les profils de travailleurs suivants (si réponse "oui"):

	Evaluation requise pour		
	Travailleurs sans risques particuliers (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Ordinateurs et matériel informatique	Non	Non	Non

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui(*) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisées à l'article R. 4453-4.
Oui(**) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
NB : Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (colonne "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"). Il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'adéquation entre l'immunité du dispositif et le champ au poste de travail.

Retour page précédente

Pour en savoir plus

Retour "évaluation"

Documents Experts

Quitter l'application

Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (12/17)

TUTORIEL D'UTILISATION OSERAY

Ressources Complémentaires (2)

Lien vers la calculette
des VA et VLE

Lien vers les organismes
Possédant les compétences
pour réaliser des mesures

OSERAY
Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques

Pour ce type d'équipement, il peut être nécessaire de réaliser des évaluations spécifiques concernant l'exposition aux champs électromagnétiques pour les profils de travailleurs suivants (si réponse "oui"):

	Evaluation requise pour		
	Travailleurs sans risques particuliers (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Ordinateurs et matériel informatique	Non	Non	Non

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui(*) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisées à l'article R. 4453-4.
Oui(**) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
NB : Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (colonne "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"), il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'adéquation entre l'immunité du dispositif et le champ au poste de travail.

Retour page précédente Pour en savoir plus Documents Experts Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail
Retour "évaluation" Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (13/17)

Exemple 1: Presse HF (haute fréquence)

Nous souhaitons évaluer le risque au poste de travail près d'une **presse à souder les bâches** (appelée aussi presse HF).

Sélectionner « Industrie légère » puis « Suite »
Sélectionner « Chauffage diélectrique » puis
« Suite »

L'écran « Résultat » ci-contre s'affiche.

La réponse « OUI » pour tous les profils de travailleurs indique que le risque de dépasser les limites publiques est important

Pour ce type d'installation, des résultats de mesure au poste de travail sont disponibles

Type d'équipement ou de lieu de travail	Évaluation requise pour		
	Travailleurs sans risques particulières (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Chauffage diélectrique	Oui	Oui	Oui

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui (*) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisée à l'article R 4453-4.
Oui (**): Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
NB : Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (comme "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"). Il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'immunité du dispositif et le chemin au poste de travail.

Une étude de l'INRS réalisée avec la collaboration des membres du groupe CARSAT/CARMINRS, a permis de définir 7 familles d'équipements industriels particulièrement émissifs dans le domaine des champs électromagnétiques. De cette étude, on en a déduit qu'au moins 100 000 équipements seraient susceptibles d'être exposés aux champs électromagnétiques émis par ces équipements.
Pour ce type d'équipement, les résultats de cette étude peuvent être consultés en cliquant sur le bouton ci-dessous.

Résultats de l'étude INRS/Carsat/Cremif

Pour en savoir plus Retour page précédente Documents Experts Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail
Retour "évaluation" Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (14/17)

Exemple 1: Presse HF (haute fréquence)

Résultats des mesures réalisées sur 145 postes de travail dans des entreprises réalisant du chauffage par pertes diélectriques (soudage de bâches)

Secteur d'activité : Industrie - Métiers
Type de source : Chauffage diélectrique

De nombreux postes de travail ont été équipés de postes HF par pertes diélectriques.

Indice d'exposition

Indice d'exposition	Travailleurs sans risques particuliers	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)
0-1	100	0
1-2	0	0
2-3	0	0
3-4	0	0
4-5	0	0
5-6	0	0
6-7	0	0
7-8	0	0
8-9	0	0
9-10	0	0
10-11	0	0
11-12	0	0
12-13	0	0
13-14	0	0
14-15	0	0
15-16	0	0
16-17	0	0
17-18	0	0
18-19	0	0
19-20	0	0
20-21	0	0
21-22	0	0
22-23	0	0
23-24	0	0
24-25	0	0
25-26	0	0
26-27	0	0
27-28	0	0
28-29	0	0
29-30	0	0
30-31	0	0
31-32	0	0
32-33	0	0
33-34	0	0
34-35	0	0
35-36	0	0
36-37	0	0
37-38	0	0
38-39	0	0
39-40	0	0
40-41	0	0
41-42	0	0
42-43	0	0
43-44	0	0
44-45	0	0
45-46	0	0
46-47	0	0
47-48	0	0
48-49	0	0
49-50	0	0
50-51	0	0
51-52	0	0
52-53	0	0
53-54	0	0
54-55	0	0
55-56	0	0
56-57	0	0
57-58	0	0
58-59	0	0
59-60	0	0
60-61	0	0
61-62	0	0
62-63	0	0
63-64	0	0
64-65	0	0
65-66	0	0
66-67	0	0
67-68	0	0
68-69	0	0
69-70	0	0
70-71	0	0
71-72	0	0
72-73	0	0
73-74	0	0
74-75	0	0
75-76	0	0
76-77	0	0
77-78	0	0
78-79	0	0
79-80	0	0
80-81	0	0
81-82	0	0
82-83	0	0
83-84	0	0
84-85	0	0
85-86	0	0
86-87	0	0
87-88	0	0
88-89	0	0
89-90	0	0
90-91	0	0
91-92	0	0
92-93	0	0
93-94	0	0
94-95	0	0
95-96	0	0
96-97	0	0
97-98	0	0
98-99	0	0
99-100	0	0
100-101	0	0
101-102	0	0
102-103	0	0
103-104	0	0
104-105	0	0
105-106	0	0
106-107	0	0
107-108	0	0
108-109	0	0
109-110	0	0
110-111	0	0
111-112	0	0
112-113	0	0
113-114	0	0
114-115	0	0
115-116	0	0
116-117	0	0
117-118	0	0
118-119	0	0
119-120	0	0
120-121	0	0
121-122	0	0
122-123	0	0
123-124	0	0
124-125	0	0
125-126	0	0
126-127	0	0
127-128	0	0
128-129	0	0
129-130	0	0
130-131	0	0
131-132	0	0
132-133	0	0
133-134	0	0
134-135	0	0
135-136	0	0
136-137	0	0
137-138	0	0
138-139	0	0
139-140	0	0
140-141	0	0
141-142	0	0
142-143	0	0
143-144	0	0
144-145	0	0

Secteur d'activité : Industrie - Métiers
Type de source : Chauffage diélectrique

Type de fabrication :

- Soudage de bâches
- Soudage de lièges
- Soudage de finitions de lièges
- Soudage de bâches
- Mécanique (Soudage de colle, collage, etc.)
- Retour Résultats

Résultats des mesures
Pour les presses à souder
les bâches

OSERAY : Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques

Type d'équipement ou de lieu de travail	Évaluation requise pour		
	Travailleurs sans risques particuliers (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Chauffage diélectrique	Oui	Oui	Oui

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui (*) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisée à l'article R 4453-4.
Oui (**): Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
NB : Attention auprès des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (comme "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"), il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'immunité du dispositif et le champ au poste de travail.

Une étude de INRS réalisée avec la collaboration des membres du groupe CARSATCFAMINRS, a permis de définir 7 familles d'équipements industriels particulièrement utilisés dans le domaine des champs électromagnétiques. De cette étude, on en a déduit qu'au moins 100 000 opérateurs seraient susceptibles d'être exposés aux champs électromagnétiques émis par ces équipements.
Pour ce type d'équipement, les résultats de cette étude peuvent être consultés en cliquant sur le bouton ci-dessous.

Résultats de l'étude INRS/Carsat/Cremif

Pour en savoir plus : Retour page précédente | Documents Experts | Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail

Retour "évaluation" | Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (15/17)

Exemple 1: Presse HF (haute fréquence)

Une réponse = OUI signifie:

- Dépassement des limites « publiques », donc risque pour les femmes enceintes et les porteurs de DM
- Risque de dépassement des VA ou des VLE
- Il convient d'approfondir l'évaluation en effectuant des mesures au poste de travail afin d'identifier les zones des dépassements des VA
- Les mesures peuvent être réalisées par l'un des organismes affichés en suivant ce lien

Type d'équipement ou de lieu de travail	Travailleurs sans risques particuliers (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Chauffage diélectrique	Oui	Oui	Oui

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui(*) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisée à l'article R 4453-4.
Oui(**) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
NB : Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (colonne "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"), il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'immunité du dispositif et le champ au poste de travail.

Une étude de l'INRS réalisée avec la collaboration des membres du groupe CARSAT/CARSAT/INRS, a permis de définir 7 familles d'équipements industriels particulièrement émissifs dans le domaine des champs électromagnétiques. De cette étude, on en a déduit qu'au moins 100 000 équipements seraient susceptibles d'être exposés aux champs électromagnétiques émis par ces équipements.
Pour ce type d'équipement, les résultats de cette étude peuvent être consultés en cliquant sur le bouton ci-dessous:

Résultats de l'étude INRS/Carsat/Cremif

Pour en savoir plus Retour page précédente Documents Experts Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail

Retour "évaluation" Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (16/17)

Exemple 2: Borne WIFI

Nous souhaitons évaluer le risque près d'une borne WIFI (box, hotspot)

Sélectionner « Communication sans fil »
puis « Suite »
Sélectionner « Dispositif de communication sans fil- Utilisation »
puis « Suite »
L'écran « Résultat » ci-contre s'affiche.

La réponse « OUI » pour tous les travailleurs porteurs d'implants actifs indique que le risque de dépasser les limites publiques est important à courte distance

Pour ce type d'installation, la brochure INRS ED 4207 accessible depuis le lien « Pour en savoir plus » fournit les informations utiles en matière de prévention.

	Evaluation requise pour		
	travailleurs sans risques particuliers (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Dispositifs de communication sans fil (par exemple, Wi-Fi ou Bluetooth), y compris les points d'accès WLAN - utilisation	Non	Non	Oui

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui (*) : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de l'article R. 4453-4.
Oui ()** : Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
INB : Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (colonne "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"), il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'adéquation entre l'immunité du dispositif et le champ au poste de travail.

Retour page précédente | Pour en savoir plus | Documents Experts | Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail

Retour "évaluation" | Quitter l'application

V - Analyse des risques d'exposition aux CEM

Les données documentaires (3/3) : Les outils d'évaluation : Focus sur OSERAY (17/17)

Exemple 2: Borne WIFI

ATTENTION:

Pour les travailleurs portant des dispositifs médicaux à même le corps (non implantés), le risque de mauvais fonctionnement est faible mais possible à courte distance.

Il est préférable de maintenir une distance (0,5 à 1m) entre ces installations et les dispositifs médicaux tant qu'une évaluation spécifique n'a pas été effectuée

OSERAY Outil simplifié d'évaluation des risques dus aux rayonnements électromagnétiques

Pour ce type d'équipement, il peut être nécessaire de réaliser des évaluations spécifiques concernant l'exposition aux champs électromagnétiques pour les profils de travailleurs suivants (si réponse "oui"):

	Evaluation requise pour		
	Travailleurs sans risques particuliers (*)	Travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs (**))	Travailleurs porteurs d'implants actifs (**)
Dispositifs de communication sans fil (par exemple, Wi-Fi ou Bluetooth), y compris les points d'accès WLAN - utilisation	Non	Non	Oui

Calcul de VA et VLE en fonction de la fréquence

Non : Risque faible de dépassement des niveaux de référence. Une évaluation complémentaire n'est a priori pas nécessaire.
Oui (*): Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs déclenchant l'action précisées à l'article R. 4453-4.
Oui (**): Il est nécessaire de faire une étude approfondie par rapport aux valeurs de référence de la recommandation du conseil (pour le public)
NB : Attention au cas des personnes ayant un dispositif actif porté près du corps (colonne "travailleurs à risques particuliers (hors porteurs d'implants actifs)"); Il convient de se rapprocher du fabricant pour vérifier l'adéquation entre l'immunité du dispositif et le champ au poste de travail.

Retour page précédente | Pour en savoir plus | Documents Experts | Organismes pour réaliser des mesures au poste de travail
Retour "évaluation" | Quitter l'application

Que faire si les VA sont dépassées ?

⇒ **Si les VA sont dépassées**

- ① Mise en place de mesures techniques ou organisationnelles pour ramener le niveau d'exposition des opérateurs en-dessous des **VA**.
- ② Mesurages nécessaires pour confirmer le respect des **VA**.

⇒ **Si les VA ne sont toujours pas respectées**

- ① L'employeur doit démontrer que les **VLE** sont respectées (Calcul..).
- ② Si ce n'est pas le cas, l'employeur doit renforcer les mesures techniques ou organisationnelles pour que l'exposition des opérateurs soit inférieure aux **VLE**.

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 1 - Soudage par résistance : Machines les plus rayonnantes



Transformateur déporté



Transformateur intégré

Réglementation:

$$f = 50 \text{ Hz}$$

$$VA \text{ (corps)} : B=1\ 000 \mu\text{T}$$

$$VA \text{ (extrémités)} : B=18\ 000 \mu\text{T}$$



Sur châssis ouvert

Constat :

Le champ magnétique est le plus fort sur le côté de la boucle de courant de soudage (---)

$$(V_m \text{ (corps)} : B=6\ 000 \mu\text{T})$$

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 1 - Soudage par résistance : La prévention

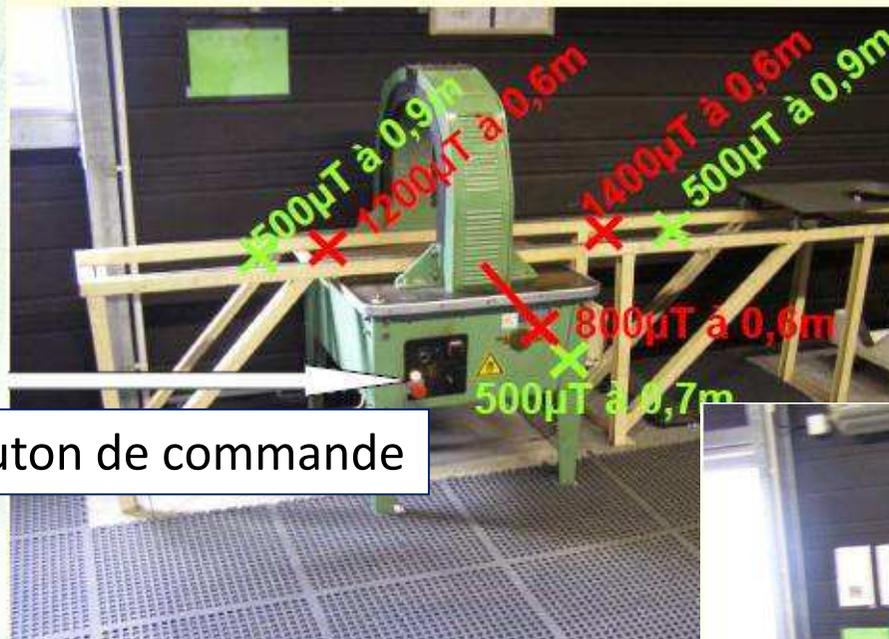
Conseils de prévention

- *Réduction de l'intensité du champ à la source*
- *Préférer des pinces à souder équipées de câbles bipolaires à toron torsadés à des câbles unipolaires.*
- *Faire passer le câble d'alimentation le plus loin des opérateurs.*
- *Éviter la présence (totale ou partielle) de l'opérateur dans l'axe de la boucle de courant.*
- *Maintenir éloignées toutes les parties du corps de l'opérateur, des électrodes et du porte-électrodes.*

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 2 - Magnétiseurs, démagnétiseurs : La prévention

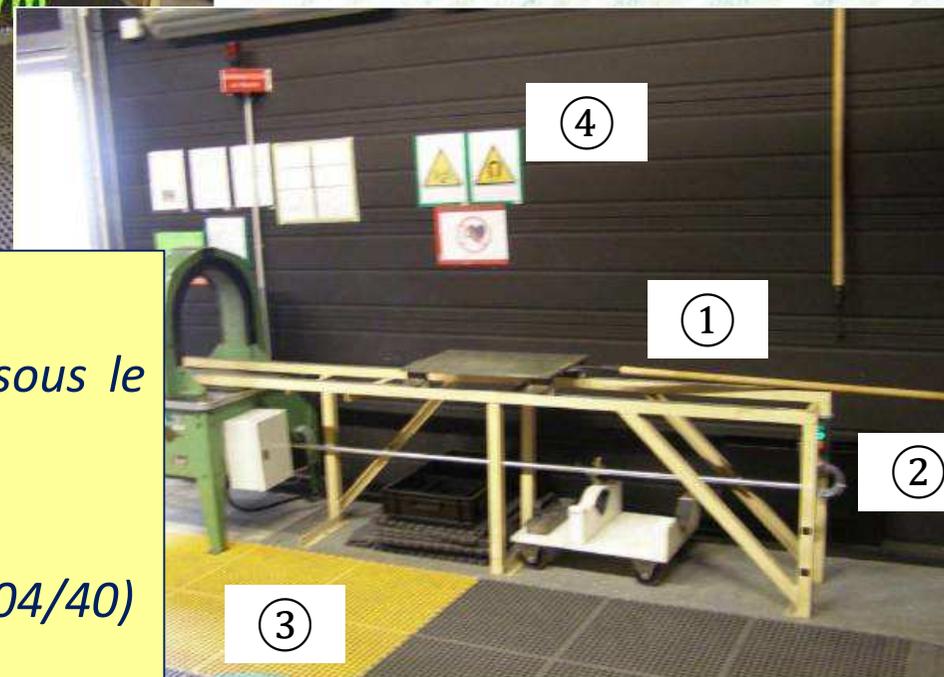


Chariot-support des pièces poussé manuellement sous le portique

Bouton de commande

Conseils de prévention

- ① Perche pour déplacer le chariot sous le portique
- ② Commande déportée
- ③ Matérialisation zone $> 500 \mu T$ (2004/40)
- ④ Signalisation



VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 3 - Induction : Quelques dispositifs



$$V_m > V_A$$

Creuset pour fonderie



Brasage par induction

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 3 - Induction : La prévention

- *Réduction de l'intensité du champ à la source*
- *Blindage de l'inducteur*
- *Commande déportée*
- *Éloignement des câbles d'alimentation des opérateurs*
- *Réduction de la puissance lors d'une intervention*

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 4 - Magnétoscopie : Quelques dispositifs



Inducteur sur banc

Réglementation

$$1/ f = 50 \text{ Hz}$$

$$VA \text{ (corps)} : B=1\ 000 \mu\text{T}$$

$$VDA \text{ (extrémités)} : B=18\ 000 \mu\text{T}$$

$$2/ f = 0 \text{ Hz}$$

$$VA \text{ (corps)} : B=2 \text{ T}$$

$$VA \text{ (extrémités)} : B=8 \text{ T}$$

$$V_m > VA$$



Inducteur portable pour pièce volumineuse



Inducteurs portables



VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 4 - Magnétoscopie : La prévention

- *Éloignement par rapport à la boucle de courant*
- *Commande déportée*
- *Utilisation d'un convoyeur*
- *Opérateurs dans cabine de contrôle*

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 5 - Soudage par pertes diélectriques : Les presses

$V_A : E=61 \text{ V/m}$

$V_m > V_A$



$V_m = 137 \text{ V/m}$

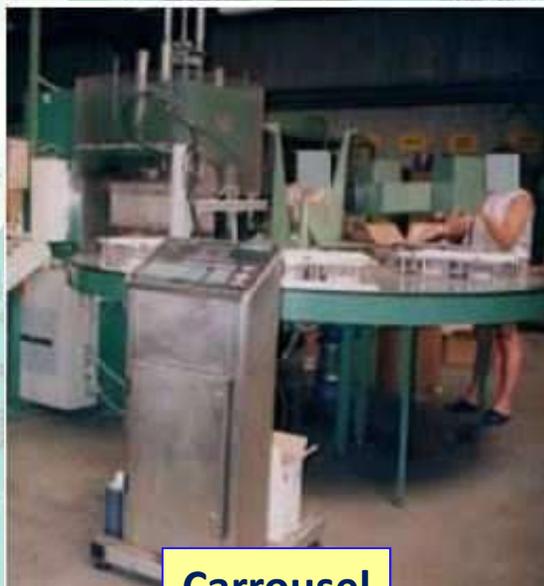


VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 5 - Soudage par pertes diélectriques : La prévention

- Réduction de l'intensité du champ à la source
- Blindage (Cage de Faraday, patin de masse)
- Commande déportée
- Alimentation automatique (Carrousel)
- Table isolante



Carrousel



Cage de Faraday



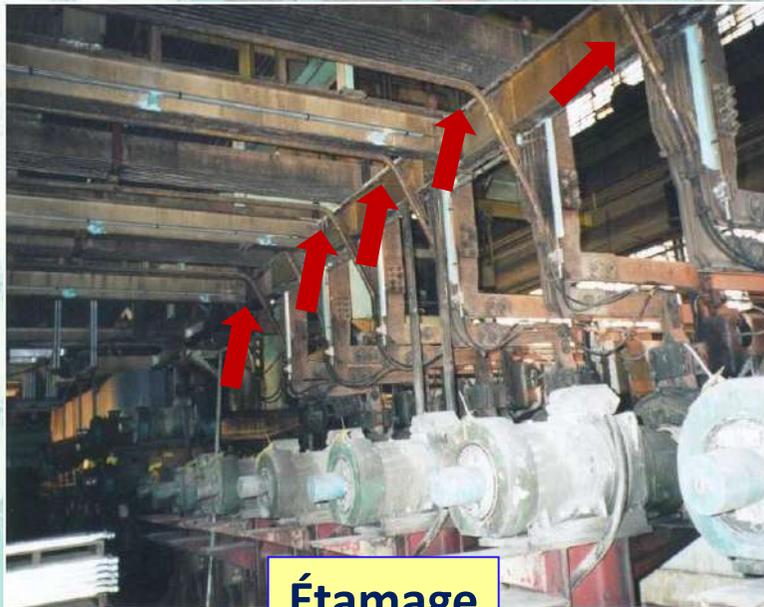
Patin de masse

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

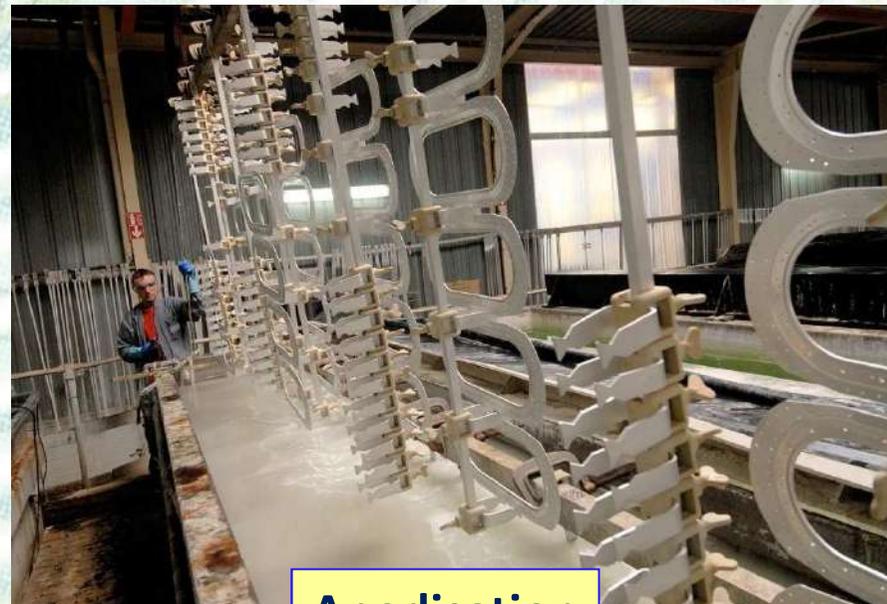
Mesures de prévention envisageables

- 6 - Électrolyse industrielle : Quelques dispositifs

Zingage



Étamage



Anodisation

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 6 - Électrolyse industrielle : La prévention

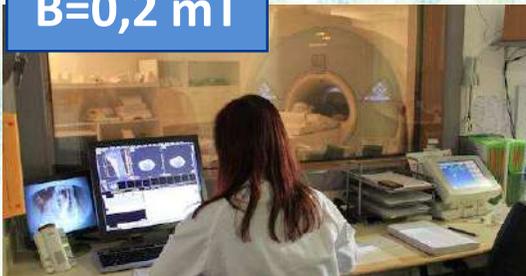
- *Réduction de l'intensité du champ à la source*
- *Câbles d'alimentation torsadés*
- *Éloignement des câbles d'alimentation des opérateurs*

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 7 - IRM / RMN : Effets directs

B=0,2 mT



Type de champ	Valeur déclenchant l'action
Champ statique	200 mT/corps entier
Champ basse fréquence (0,025 kHz < f < 0,82 kHz)	25/f μT
Champ radiofréquence (10 MHz < f < 400 MHz)	61 V/m

$V_m > V_A$

B=830 mT

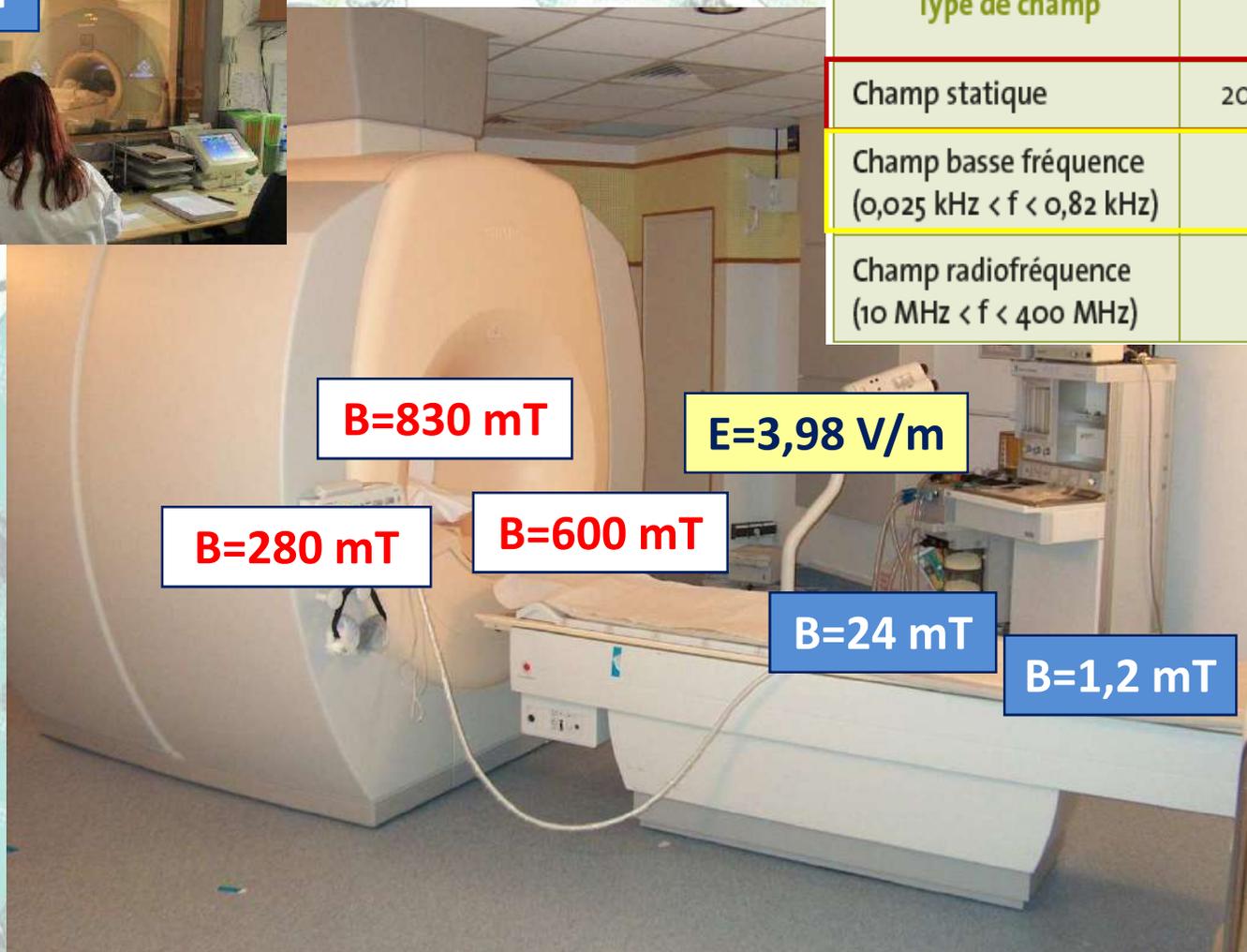
E=3,98 V/m

B=280 mT

B=600 mT

B=24 mT

B=1,2 mT

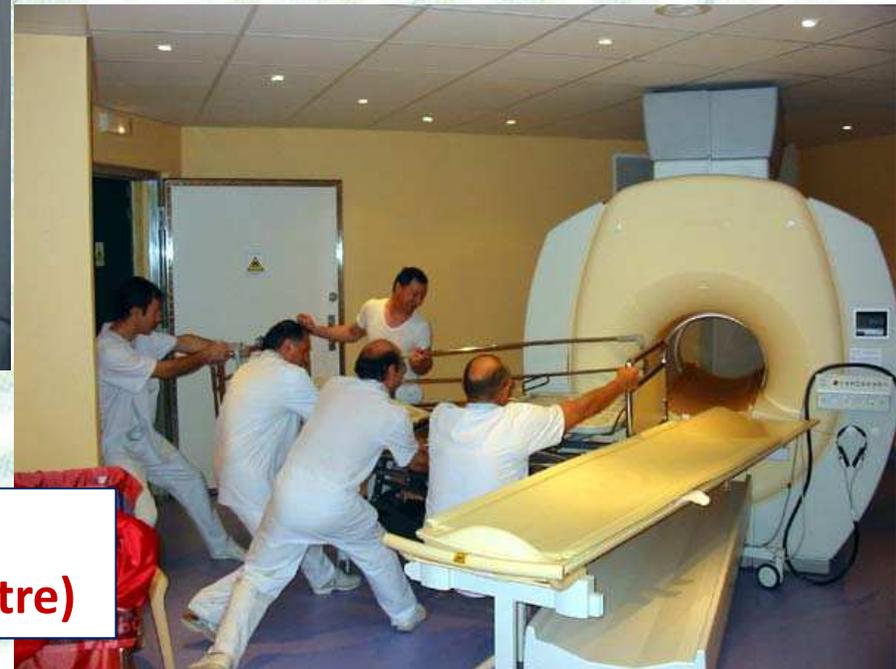


VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes Mesures de prévention envisageables

- 7 - IRM / RMN : Effet indirect



Champs magnétique terrestre : $B=50 \mu\text{T}$



**Champs magnétique de l'aimant :
 $B=60\,000$ fois B (champs magnétique terrestre)**

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 7 - IRM / RMN : La prévention

- *Salle de contrôle extérieure*
- *Formation du personnel impérative (Liée à la dérogation permanente)*
- *Détecteur de métaux à l'entrée de la salle d'examen*
- *Port d'un exposimètre*

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 8 - Micro-ondes : Quelques dispositifs



Four de vulcanisation

$$V_m > V_A$$



Tunnel de pasteurisation

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

- 8 - Micro-ondes : La prévention

- *Blindage de l'enceinte*
- *Vérification régulière des dispositifs de sécurité (Maintenance)*
- *Recherche des fuites de champs :*
 - *Au niveau des joints d'étanchéité pour les enceintes fermées*
 - *Aux entrées/sorties des fours sur une ligne de convoyage*

VI - Familles d'applications potentiellement rayonnantes

Mesures de prévention envisageables

Signalétique



Entrée interdite aux porteurs
d'implant actif



Champ magnétique



Rayonnement non ionisant

Conclusion

Pour en savoir plus



<http://www.inrs.fr/dms/inrs/CataloguePapier/HST/TI-CC-16/cc16.pdf>

- Les champs électromagnétiques sont connus et mesurables.
- Il est possible de s'en protéger.

Toutefois :

- Des études restent à faire sur les effets d'une exposition sur le long terme.
- Quelques aspects pratiques restent encore à éclaircir :

Méthode de calcul des **VLE**

Conditions des mesurages (incertitudes des mesures et des calculs, sommation des champs à fréquences multiples...)

MERCI POUR VOTRE ATTENTION