

Règlementation sur l'exposition des opérateurs aux champs électromagnétiques



Journée de la mécanique 07 Juin 2018

Arnaud PELLETIER



Textes réglementaires



Directive Européenne 2013/35/UE → document de référence retranscrit au code du travail par les états membres (ne traite que les effets à court terme)

→ Rentrée en vigueur au 1^{er} Janvier 2017



Retranscrit dans le code du travail Français au travers du Décret n°2016-1074 du 3 Août 2016



Obligations de l'employeur

- Principes de prévention
- Valeurs limites
- Evaluation des risques
- Mesures et moyens de prévention
- Information et formation des travailleurs
- Suivi de l'état de santé des travailleurs
- Dispositions particulières encadrant le dépassement des valeurs limites d'exposition (démontrer l'absence d'alternative, personne en charge de ces risques, suivi médical etc)





Les valeurs seuils



Selon le code du travail, on distingue deux valeurs seuils :

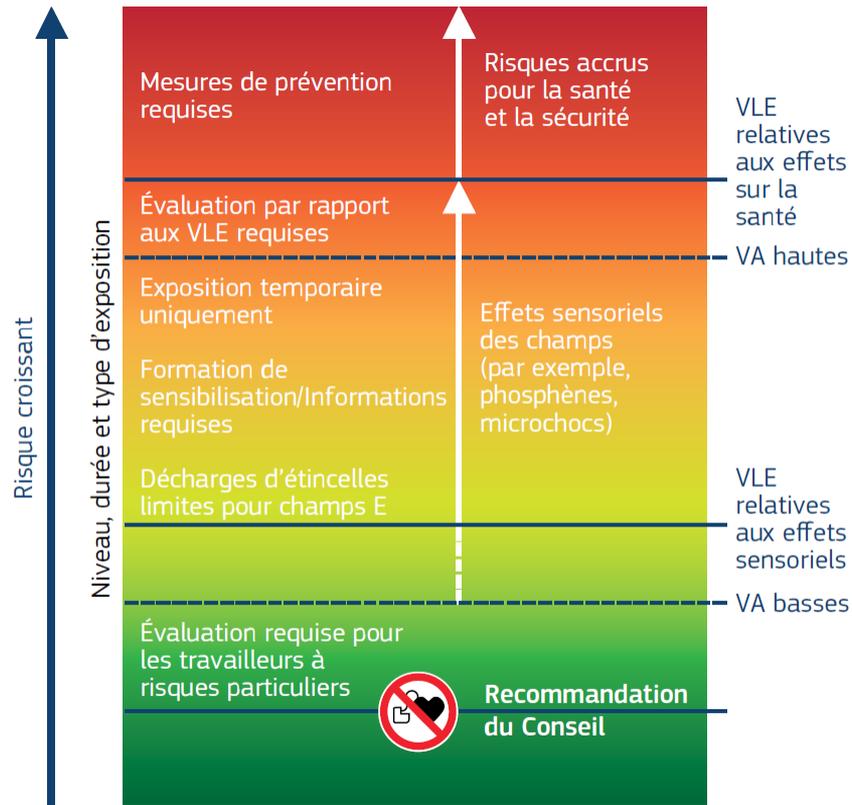
- **Valeurs Limites d'Exposition professionnelle (VLE)** : valeurs à ne pas dépasser, établies sur la base de considérations biophysiques et biologiques et notamment d'effets directs et à court terme scientifiquement démontré
 - ➔ Effets thermiques et stimulations électriques des tissus et systèmes nerveux
 - ➔ Grandeurs non directement mesurables (excepté pour les champs magnétiques statiques), obtenues par modélisation, simulation

- **Valeurs déclenchant l'action (VA)** : niveaux d'exposition au-delà desquels des mesures ou moyens de prévention doivent être mis en œuvre
 - ➔ En dessous de ces valeurs, on considère que les valeurs limites d'exposition sont respectées
 - ➔ Grandeurs mesurables : champ électrique (E), induction magnétique (B)

A ce jour, pas de notions de durée d'exposition au sein de la Directive Européenne



Liens entre les Valeurs Limite d'Exposition et les Valeurs déclenchant l'Action



Ce qu'il faut retenir pour l'employeur :

→ Le respect des VA pour les effets directs (changements opérés chez une personne exposée) **garantie la conformité aux VLE**



Valeurs mesurables : Valeurs déclenchant l'Action

FREQUENCE (f) (1) <small>RÉPUBLIQUE FRANÇAISE</small> JOURNAL OFFICIEL <small>LOIS ET DÉCRETS</small>	VALEURS DECLENCHANT L'ACTION					
	Effets biophysiques directs	Pour l'exposition aux champs électriques VA (E_{eff}) (2) (3)	Pour l'exposition aux champs magnétiques		Pour les courants induits	
			VA (B_{eff}) (4)			VA (I_{L,eff}) (5)
			VA basse (6)	VA haute (6)	Exposition des membres à un champ magnétique localisé	Dans une extrémité quelconque
1 Hz ≤ f < 8 Hz	Effets non thermiques	$2 \times 10^4 \text{ V.m}^{-1}$	$\frac{2 \times 10^5 f^2 \mu\text{T}}{2.5 \times 10^4 / f \mu\text{T}}$	$3 \times 10^5 / f \mu\text{T}$	$9 \times 10^5 / f \mu\text{T}$	-
8 Hz ≤ f < 25 Hz						-
25 Hz ≤ f < 50 Hz			-			
50 Hz ≤ f < 300 Hz			-			
300 Hz ≤ f < 1,64 kHz		$1 \times 10^6 / f \text{ V.m}^{-1}$	$3 \times 10^5 / f \mu\text{T}$	$3 \times 10^2 \mu\text{T}$	-	
1,64 kHz ≤ f < 2,5 kHz		-				
2,5 kHz ≤ f < 3 kHz		$6,1 \times 10^2 \text{ V.m}^{-1}$	$1 \times 10^2 \mu\text{T}$	$3 \times 10^2 \mu\text{T}$	-	
3 kHz ≤ f < 100 kHz		-				
100 kHz ≤ f < 1 MHz (7)		Effets thermiques	$6,1 \times 10^2 \text{ V.m}^{-1}$ (non thermique et thermique)	$1 \times 10^2 \mu\text{T}$ (non thermique)	$3 \times 10^2 \mu\text{T}$	-
1 MHz ≤ f < 10 MHz (7)			$6,1 \times 10^2 \text{ V.m}^{-1}$ (non thermique) $6,1 \cdot 10^8 / f \text{ V.m}^{-1}$ (thermique)	$2 \times 10^6 / f \mu\text{T}$ (thermique)		-
10 MHz ≤ f < 110 MHz	61 V.m^{-1}		$0,2 \mu\text{T}$	-		100 mA
110 MHz ≤ f < 400 MHz					-	-
400 MHz ≤ f < 2 GHz		$3 \times 10^{-3} f^{1/2} \text{ V.m}^{-1}$	$1 \times 10^{-3} f^{1/2} \mu\text{T}$		-	-
2 GHz ≤ f < 300 GHz		$1,4 \times 10^2 \text{ V.m}^{-1}$	$4,5 \times 10^{-1} \mu\text{T}$		-	-

VA pour une fréquence usuelle de 50 Hz

Champ Electrique (E)

VA basse = 20 kV/m

Champ Magnétique (B)

VA basse = 1 mT = 0,8 kA/m

VA haute = 6 mT = 4,8 kA/m



Sources de Champs EM dans l'industrie

A l'arc



Soudure



Inducteur (chauffe,
traitement thermique)



**Moyen de levage par
électroaimant**



Démagnétiseur



Par résistance



Electrolyse



Electroaimant

Magnétoscopie



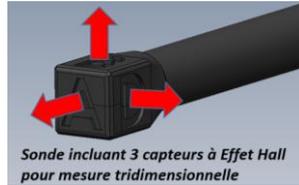
Banc de Magnétoscopie



Moyens de Mesures et d'évaluation des Champs EM



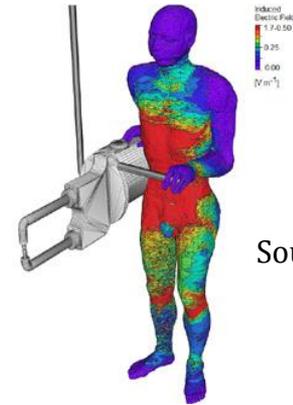
*Analyseur de spectre
(Champ Electrique et
Magnétique)*



*Sonde incluant 3 capteurs à Effet Hall
pour mesure tridimensionnelle*

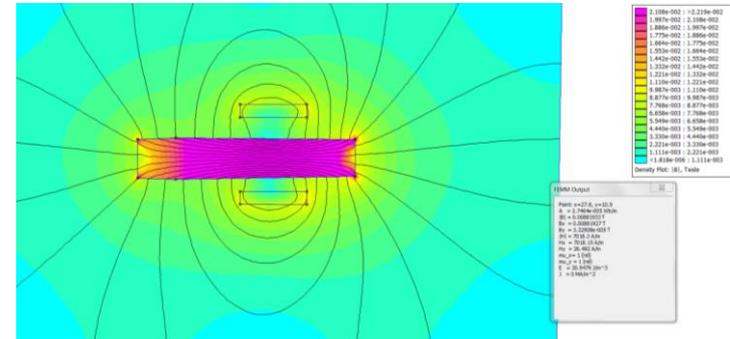


*Mesureur 3 axes pour
magnétoscopie
(Champ Magnétique)*



*Champ Electrique
Soudage par résistance*

Modélisation des champ EM

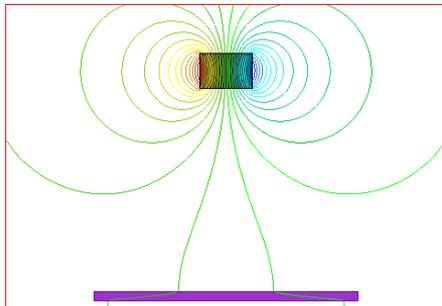


*Champ Magnétique
Banc de Magnétoscopie*



Moyens de Protection / Limitation de l'exposition

Blindage



Utilisation d'aciers à haut μ r



*Barrière physique /
balisage de zone*

Protections

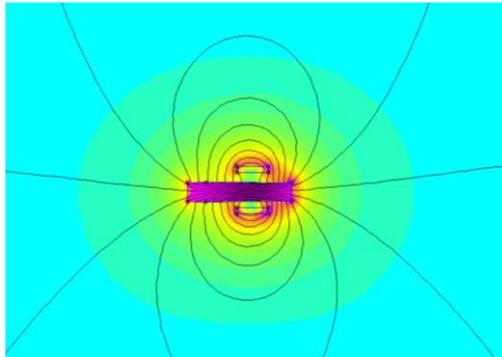


*Système disposé dans
une cage fermée*

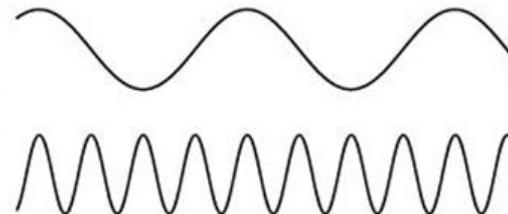
Eloignement

Pilotage à distance

Déport de l'opérateur



Modifier la source



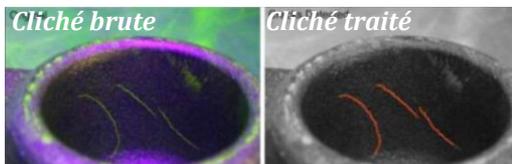
*Utiliser des
fréquences basses
Formes d'ondes
sans harmoniques*



Optimisation du contrôle par Magnétoscopie

Déport de l'opérateur

*Mise en place de système
de vision sur bancs, lignes
de contrôles*



*Ajout possible de logiciel de
traitement automatique*



Eclairage portatif avec caméra



Utilisation de source de champ
magnétique très basse fréquence



*Source Portative pour
électroaimant, démagnétiseur
tunnel (Faible puissance)*



*Générateur de forte puissance
pour banc, démagnétiseur à cœur*

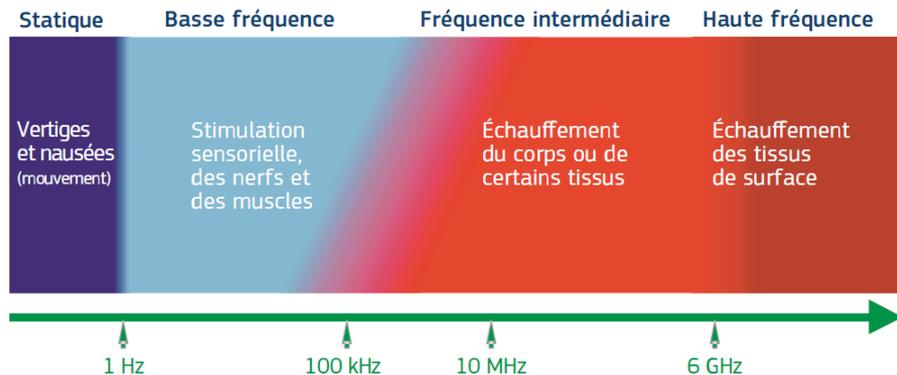


Effets sur la santé répertoriés à ce jour

Effets directs des CEM selon la fréquence de la source

Inférieur à 100 kHz → effet non thermique

Supérieur à 100 kHz → effet thermique sur les tissus



Effets et symptômes associés à une exposition supérieure aux VLE relatives aux effets sur la santé

Risque encourus dès lors du dépassement de la VA basse

Interférence avec implants médicaux (Pacemaker, défibrillateur implantable)

Champ	Fréquence	Effets et symptômes possibles
Champs magnétiques statiques	Entre 0 et 1 Hz	Interférence avec des dispositifs médicaux Nausées et vertiges; effets sur la circulation sanguine, le rythme cardiaque, le fonctionnement du cerveau (possibles au-delà de 7 T) Stimulation des nerfs et contraction des muscles (mouvements rapides)
Champs magnétiques à basse fréquence	Entre 1 Hz et 10 MHz	Interférence avec des dispositifs médicaux Sensations visuelles Stimulation nerveuse entraînant une sensation de picotement ou de douleur Contraction musculaire, arythmie cardiaque
Champs électriques à basse fréquence	Entre 1 Hz et 10 MHz	Choc électrique et brûlure superficielle (contact avec des objets)
Champs à haute fréquence	100 kHz et plus	Interférence avec des dispositifs médicaux Sensation de chaleur Stress thermique Choc électrique et brûlure superficielle ou profonde (contact avec des objets) Autres symptômes possibles



Conclusions

- ❑ **Obligations de prendre en compte l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques**
- ❑ **En cas de sources de champ magnétique et/ou électrique, nécessité d'effectuer des mesures dans les zones concernées**
- ❑ **Nécessité de former les utilisateurs à ces risques Electromagnétiques**
- ❑ **En cas de fortes expositions (dépassement VA), nécessité de mettre en œuvre des moyens de protection, limitation des expositions, surveillance médicale accrue**
- ❑ **Optimisation des techniques de contrôles actuelles, utilisation de méthodes alternatives (quand applicable)**

***Contactez nous pour vos expertises de systèmes électromagnétiques
(mesures, conseils, protections) - www.cmphy.fr***