



La directrice général suppléante

Maisons-Alfort, le 6 juin 2016

NOTE
d'appui scientifique et technique
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation,
de l'environnement et du travail

relatif à « la transposition de la Directive 2013/35/UE »

L'Anses a été saisie le 3 mai 2016 par la Direction générale du travail (DGT) pour la réalisation de l'appui scientifique et technique suivant : valider les tableaux fixés aux futurs articles R.4453-2 et R.4453-3 du code du travail relatifs aux valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP) et aux valeurs déclenchant l'action (VA) vis-à-vis des risques dus aux champs électromagnétiques.

1. CONTEXTE ET OBJET DE LA DEMANDE

La Directive européenne n° 2004/40/CE du 29 avril 2004 portant sur l'exposition des travailleurs aux champs électromagnétiques n'avait pu être transposée dans les États membres, en raison notamment de difficultés de mise en œuvre invoquées dans le secteur médical (IRM). La Directive n° 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil, adoptée le 26 juin 2013, la remplace ; elle concerne « les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) ».

La Direction générale du travail a présenté devant le Conseil d'orientation des conditions de travail (COCT) un projet de décret visant à transposer la Directive 2013/35/UE, en l'adaptant au droit national. Le projet de décret transpose la Directive en vue d'assurer la protection des travailleurs vis-à-vis de ce risque avec pour fil conducteur les objectifs suivants :

- incorporer de manière homogène les exigences attendues dans le corpus réglementaire existant ;
- simplifier l'approche ;
- moduler les exigences au regard de l'ampleur et de la nature du risque ;
- adapter la gestion de ce risque aux dispositifs de protections spécifiques existants et faire évoluer les outils de l'inspection du travail en conséquence.

Le texte entrera en vigueur au 1^{er} juillet 2016.

Dans ce contexte, la Direction générale du travail a sollicité l'appui de l'Anses pour la validation des trois tableaux fixés aux (futurs) articles R.4453-2 et R.4453-3 du code du travail relatifs aux valeurs limites d'exposition professionnelles (VLEP) et aux valeurs déclenchant l'action (VA) vis-à-vis des risques dus aux champs électromagnétiques, afin d'en garantir leur robustesse scientifique et technique, notamment sur les points suivants :

1. les intitulés ayant vocation à caractériser la partie du corps cible de l'exposition vous paraissent-ils pertinents, suffisamment précis ou présentent-ils une faiblesse d'interprétation ?
2. des effets sensoriels sont-ils identifiés dans la gamme de 1 Hz à 400 Hz pour les champs électriques au-delà de la VA basse (comme retenu actuellement dans le projet de tableau n°2) ?

2. ORGANISATION DES TRAVAUX

Compte tenu des délais de réponse souhaités par la DGT, l'agence a traité cette demande sous la forme d'un appui scientifique et technique (AST). Trois experts rapporteurs membres du group de travail « radiofréquences et santé » ont été sollicités afin d'appuyer l'Anses dans sa démarche :

- Jean-Benoît Agnani, Agence nationale des fréquences ;
- David Crouzier, Institut de recherches biomédicales des armées ;
- Pierre Bruguière, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives.

L'Unité d'évaluation des risques liés aux agents physiques, de la Direction de l'évaluation des risques, a été en charge de l'instruction de cet AST.

Les documents suivants ont été utilisés pour réaliser l'AST :

- directive 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil, adoptée le 26 juin 2013, la remplace ; elle concerne « les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) » ;
- rectificatif à 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 (JO L 179 du 29.6.2013) ;
- *Icnirp guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz* (Health Physics 106(3):148-425; 2014) ;
- *Icnirp guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)* (Health Physics 99(6):818-836; 2010) ;
- *Icnirp guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) published in* : Health Physics 74(4):494-522; 1998.
- note de présentation à l'attention de la Commission spécialisée n°2 du COCT, séance du 13 avril 2016;
- projet de décret relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques, version du 13 avril 2016 ;
- projet d'arrêté relatif au mode de calcul des paramètres physiques indicateurs du risque d'exposition aux champs électromagnétiques et aux conditions de mesurage des niveaux de champs électromagnétiques en milieu de travail, version du 22 avril 2016.

3. ANALYSE ET CONCLUSIONS

L'agence, avec l'appui de ses experts rapporteurs, a examiné les projets de tableaux récapitulatifs des valeurs limites d'exposition et des valeurs d'exposition qui seront introduits dans le décret relatif à la protection des travailleurs contre les risques dus aux champs électromagnétiques, pour transposition de la directive 2013/35/UE.

En réponse à la première question posée, les intitulés caractérisant la partie du corps exposée, tels que définis dans les tableaux présentés en annexe, sont cohérents avec les termes utilisés dans la directive, et conformes aux données scientifiques actuelles qui permettent d'identifier des effets (« sensoriels » ou sur la « santé ») de l'exposition aux champs électromagnétiques sur le corps ou certaines de ses parties (par exemple la tête, dans le cas des effets « sensoriels » comme les magnéto-phosphènes ou les vertiges).

Concernant la seconde question, le texte de la directive laisse entendre que les champs électriques entre 1 Hz et 400 Hz peuvent provoquer, au-dessus des valeurs d'action (VA) basses, des décharges d'étincelles gênantes dans un environnement de travail non contrôlé, en particulier lorsque les travailleurs ne sont pas informés de ces risques. Ces décharges peuvent être évitées, entre la VA basse et la VA haute, à condition de mettre en œuvre des mesures de protection qui sont précisées dans la directive.

La rédaction du texte de la directive, sur le point précis de la définition de VA basses et hautes pour les champs électriques entre 1 Hz et 10 MHz, est difficilement interprétable au regard de la nature des effets (« sensoriels » et « sanitaires ») qui sous-tendent la définition de VA basses et hautes.

Le schéma 6.3 du *guide non contraignant de bonnes pratiques pour la mise en œuvre de la directive 2013/35/UE « champs électromagnétiques »* indique, en page 51, que le respect des VA basses permet de garantir le respect des valeurs limites d'exposition (VLE) relatives aux effets sensoriels, mais que les VA hautes, si elles garantissent le respect des VLE relatives aux effets sur la santé, ne garantissent pas le respect des VLE relatives aux effets sensoriels. En revanche, ce guide indique d'une part, en page 52, que « si les intensités de champ électrique ne dépassent pas la VA basse, aucune des VLE applicable ne sera dépassée », et d'autre part, en page 53, que les VA basses pour les champs magnétiques sont dérivées des VLE relatives aux effets sensoriels... La conformité aux VA hautes garantit la conformité aux VLE relatives aux effets sur la santé, dont elles découlent, mais ne garantit pas la conformité aux VLE relatives aux effets sensoriels aux fréquences inférieures à 300 Hz.

La directive distingue ainsi le cas des champs magnétiques externes et des champs électriques externes dans sa construction des VA basse et haute, mais l'Agence note que les effets considérés (« sensoriels » et « santé ») sont le résultat de la présence d'un champ électrique interne, lié notamment à la circulation de courants induits, qui peuvent être provoqués à la fois par le champ magnétique externe et le champ électrique externe. Par ailleurs, même si leurs composantes peuvent être d'intensités diverses, les expositions aux champs électromagnétiques se composent toujours d'une exposition à la fois au champ électrique et au champ magnétique.

L'Icnirp, dans ses lignes directrices concernant les champs électromagnétiques entre 1 Hz et 100 kHz (Icnirp, 2010), propose comme niveau de référence pour les travailleurs (correspondant au terme « valeur d'action » dans la directive 2013/35/UE), des valeurs correspondant aux VA basses de la directive, sans introduire la possibilité de dépasser ces VA en proposant une VA haute. La construction des niveaux de référence fait appel, selon l'Icnirp, à des modélisations mathématiques, en considérant des situations de pire cas d'exposition, par exemple en maximisant le couplage entre les individus et les champs électromagnétiques. La façon précise dont les niveaux de référence sont dérivés des restrictions de base n'est cependant pas clairement exposée. La publication précise également que les niveaux de référence doivent être considérés par rapport à une exposition uniforme à l'emplacement du corps qui serait exposé.

Devant la difficulté à intégrer l'ensemble des informations nécessaires à la compréhension des arguments qui ont conduit à construire les différentes valeurs limites réglementaires dans les tableaux

de synthèse proposés par la DGT, l'Agence suggère que les textes réglementaires (arrêtés) accompagnant le décret de transposition de la directive permettent la meilleure compréhension possible, par les employeurs et personnels en charge de la mise en œuvre des évaluations du risque et des mesures de prévention, des fondements scientifiques et sanitaires qui sous-tendent les différentes valeurs limites d'exposition.

La Directrice générale suppléante

Caroline GARDETTE

MOTS-CLES

[Directive 2013/35/UE, exposition, travailleurs, champs électromagnétiques, effets sanitaires, effets sensoriels, valeurs limites.

Directive 2013/35/UE, exposure, workers, electromagnetic fields, health effects, sensory effects, limit values.

BIBLIOGRAPHIE

Directive 2013/35/UE du Parlement européen et du Conseil, adoptée le 26 juin 2013, la remplace ; elle concerne « les prescriptions minimales de sécurité et de santé relatives à l'exposition des travailleurs aux risques dus aux agents physiques (champs électromagnétiques) ».

Rectificatif à 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 (JO L 179 du 29.6.2013).

ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz) published in : Health Physics 74(4):494-522; 1998.

ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz) (Health Physics 99(6):818-836; 2010).

ICNIRP guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz (Health Physics 106(3):148-425; 2014).

ANNEXE

Article R. 4453-2 : Tableau VLEP

FREQUENCES (f) (1)	VALEURS LIMITES D'EXPOSITION PROFESSIONNELLE					
	Effets biophysiques directs	« effets sensoriels »		« effets sur la santé »		
		Conditions de travail normales (entre 0 et 1Hz) Exposition localisée de la tête (entre 1Hz et 6 GHz)	Exposition localisée de membres	Conditions de travail contrôlées (entre 0 et 1Hz) Exposition ensemble du corps (entre 1 Hz et 6 GHz)	Exposition localisée de la tête et du tronc	Exposition localisée des membres
$0 \text{ Hz} \leq f < 1 \text{ Hz}$ (2)	Effets non thermiques	2 T	8 T	8 T	-	-
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$ (3)		$0,7/f \text{ V.m}^{-1}$	-	$1,1 \text{ V.m}^{-1}$	-	-
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$ (3)		$0,07 \text{ V.m}^{-1}$	-		-	-
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$ (3)		$0,0028 f \text{ V.m}^{-1}$	-		-	-
$400 \text{ Hz} < f < 3 \text{ kHz}$ (3)		-	-		-	-
$3 \text{ kHz} \leq f < 100 \text{ kHz}$ (3)		-	-	$3,8 \cdot 10^{-4} f \text{ V.m}^{-1}$	-	-
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$ (3) (4) (5)		Effets thermiques	-	-	$3,8 \cdot 10^{-4} f \text{ V.m}^{-1}$ (non thermique) $0,4 \text{ W.kg}^{-1}$ (thermique)	10 W.kg^{-1}
$10 \text{ MHz} \leq f < 0,3 \text{ GHz}$ (4)	-		-	$0,4 \text{ W.kg}^{-1}$		

Appui scientifique et technique de l'Anses
Demande n° « 2016-SA-0110 »

0,3 GHz ≤ f ≤ 6 GHz (4) (6)			10 mJ.kg ⁻¹	-			
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz (7)			-	-	50 W.m ⁻²	-	-

(1) La fréquence f est exprimée en hertz (Hz)
(2) Dans la gamme de fréquences comprises entre 0 et 1 hertz, les valeurs limites d'exposition sont des valeurs d'induction magnétique externe exprimée en Tesla
(3) Dans la gamme de fréquences comprises entre 1 hertz et 10 mégahertz, les valeurs limites d'exposition sont des valeurs crête spatiale et dans le temps du champ électrique interne exprimées en volt par mètre
(4) Dans la gamme de fréquences comprises entre 100 kilohertz et 6 gigahertz, les valeurs limites d'exposition relatives aux effets sur la santé représentent l'énergie moyenne sur l'ensemble ou une partie (tête, tronc, membres) du corps exprimé en termes de débit d'absorption spécifique (DAS) en watt par kilogramme
(5) Dans la gamme de fréquences comprises entre 100kHz et 10 mégahertz, les effets thermiques et non thermiques agissant concomitamment, les valeurs limites d'exposition pour les deux types d'effets doivent être considérées
(6) Dans la gamme de fréquences comprises entre 0,3 et 6 gigahertz, la valeur limite d'exposition relative aux effets sensoriels représente l'énergie absorbée par unité de masse de tissus biologiques exprimée en termes d'absorption spécifique (AS) en joules par kilogramme
(7) Dans la gamme de fréquences comprises entre 6 et 300 gigahertz, la valeur limite d'exposition relative aux effets sur la santé représente une densité de puissance surfacique exprimée en watt par mètre carré

Article R. 4453-3 1°): Tableau VA relatives aux effets biophysiques directs

FREQUENCE (f) (1)	VALEURS DECLANCHANT L'ACTION									
	Effets biophysiques directs	Pour l'exposition aux champs électriques		Pour l'exposition aux champs magnétiques		Pour les courants induits dans les extrémités				
		VA (E _{eff.}) (2)		VA (B _{eff.}) (3)		VA (I _L) (4)				
		Exposition ensemble du corps		Exposition ensemble du corps		Exposition des membres à un champ magnétique localisé (7)	Dans une extrémité quelconque			
	VA basse (5)	VA haute (5)	VA basse (6)	VA haute (6)						
1 Hz ≤ f < 8 Hz	Effets non thermiques	,	20 000 V.m ⁻¹	20 000 V.m ⁻¹	2.10 ⁵ /f ² μT	3.10 ⁵ /f μT	9.10 ⁵ /f μT	-		
8 Hz ≤ f < 25 Hz					25000/f μT			-		
25 Hz ≤ f < 50 Hz					1000 μT			-		
50 Hz ≤ f < 300 Hz								-		
					5.10 ⁵ /f V.m ⁻¹			1.10 ⁶ /f V.m ⁻¹	3.10 ⁵ /f μT	-
300 Hz ≤ f < 1,64 kHz										-
1,64 kHz ≤ f < 2,5 kHz										-
2,5 kHz ≤ f < 3 kHz					610 V.m ⁻¹			-		
3 kHz ≤ f < 100 kHz								-		
					170 V.m ⁻¹			-	100 μT	-
100 kHz ≤ f < 1 MHz (8)	Effets thermiques	,	170 V.m ⁻¹ (non thermique)	610 V.m ⁻¹ (thermique et non thermique)	100 μT (non thermique) 2.10 ⁶ /f μT (thermique)	300 μT	-			
			610 V.m ⁻¹ (thermique)	-						
1 MHz ≤ f ≤ 10 MHz (8)			170 V.m ⁻¹ (non thermique)	610 V.m ⁻¹ (non thermique)			-			
	6,1.10 ⁸ /f V.m ⁻¹ (thermique)	6,1.10 ⁸ /f V.m ⁻¹ (thermique)	-							
10 MHz ≤ f ≤ 110 MHz	,		61 V.m ⁻¹	0,2 μT	-	-	100 mA			
110 MHz ≤ f < 400 MHz					-					
400 MHz ≤ f < 2 GHz					-	1.10 ⁻⁵ f ^{1/2} μT	-			

Appui scientifique et technique de l'Anses
Demande n° « 2016-SA-0110 »

2 GHz ≤ f < 6 GHz			140 V.m ⁻¹	0,45 μT	-	-
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz					-	-
<p>(1) La fréquence <i>f</i> est exprimée en hertz (Hz)</p> <p>(2) Les valeurs déclenchant l'action pour une exposition à des champs électriques sont des valeurs moyennes quadratiques de l'intensité des champs électriques exprimées en volt par mètre</p> <p>(3) Les valeurs déclenchant l'action pour une exposition à des champs magnétiques sont des valeurs moyennes quadratiques de l'intensité de l'induction magnétique exprimées en microtesla</p> <p>(4) La valeur déclenchant l'action pour les courants induits est exprimée en milliampère</p> <p>(5) Les VA basses, pour une exposition à des champs électriques externes compris entre 1 Hz et 10 MHz sont fondés sur le maintien du champ électrique interne sous les VLE et la limitation des décharges d'étincelles dans l'environnement de travail. En dessous des VA hautes, le champ électrique interne ne dépasse pas les VLE et les décharges d'étincelles dérangeantes sont évitées, à condition que des mesures de protection spécifiques soient prises.</p> <p>(6) Les VA basses sont, pour les fréquences inférieures à 400 Hz, dérivées des VLE relatives aux effets sensoriels liés à une exposition de la tête, et pour les fréquences supérieures à 400 Hz, dérivées des VLE relatives aux effets sur la santé pour un champ électrique interne dans l'ensemble du corps. Les VA hautes sont dérivées des VLE relatives aux effets sur la santé pour un champ électrique interne lié à une stimulation électrique des tissus du système nerveux périphérique et autonome dans la tête et le tronc. Le respect des VA hautes garantit le non-dépassement des VLE relatives aux effets sur la santé, mais n'exclut pas les effets liés aux phosphènes rétinien et à des modifications passagères mineures de l'activité cérébrale, si l'exposition de la tête excède la VA basse pour des expositions à des fréquences inférieures ou égales à 400 Hz</p> <p>(7) Les VA pour une exposition de membres sont dérivées des VLE relatives aux effets sur la santé pour un champ électrique interne lié à une stimulation électrique des tissus à l'intérieur des membres en tenant compte du fait que le champ magnétique est couplé plus faiblement aux membres qu'au corps tout entier</p> <p>(8) Dans la gamme de fréquences comprises entre 100 kHz et 10 MHz, les effets thermiques et non thermiques agissant concomitamment pour les expositions à des champs électriques et à des champs magnétiques, les valeurs déclenchant l'action pour les deux types d'effets et les deux types de champs doivent être considérés</p>						

Article R. 4453-3 2°): Tableau VA relatives à certains effets indirects

FREQUENCE (<i>f</i>) (1)	VALEURS DECLENCHANT L'ACTION			
	pour le risque d'interférence avec des dispositifs actifs implantés	pour le risque d'attraction et de projection dans le champ périphérique de source de champs intenses (> 100 mT)	pour la limitation du risque de décharges d'étincelles	pour un courant de contact d'état stable variant dans le temps
	AL(B ₀) (2)	AL(B ₀) (2)	VA (E _{eff.}) (3)	VA (I _c) (4)
0 Hz ≤ <i>f</i> < 1 Hz	0,5 mT	3 mT	-	1 mA
1 Hz ≤ <i>f</i> < 25 Hz	-	-	20 000 V.m ⁻¹	
25 Hz ≤ <i>f</i> < 2,5 kHz	-	-	5.10 ⁵ / <i>f</i> V.m ⁻¹	0,4 <i>f</i> mA
2,5 kHz ≤ <i>f</i> < 3 kHz	-	-		
3 kHz ≤ <i>f</i> < 100 kHz	-	-	170 V.m ⁻¹	40 mA
100 kHz ≤ <i>f</i> < 10 MHz	-	-		40 mA
10 MHz ≤ <i>f</i> ≤ 110 MHz				40 mA

(1) La fréquence *f* est exprimée en hertz (Hz) à l'exception de la valeur déclenchant l'action pour les courants de contact dans la gamme de fréquences comprises entre 2,5 et 100 kilohertz où elle est exprimée en kilohertz
(2) Les valeurs déclenchant l'action pour une exposition à des champs magnétiques statiques sont des valeurs d'induction magnétique exprimées en millitesla
(3) Les valeurs déclenchant l'action pour une exposition à des champs électriques sont des valeurs d'intensité électrique exprimées en volt par mètre
(4) Les valeurs déclenchant l'action pour les courants de contact sont exprimées en milliampère