



CNR-102.DPI.MES

2^e édition

7 mars 2025

Ébauche

Gestion du spectre et télécommunications

Cahier des charges sur les normes radioélectriques

Procédure de mesure pour effectuer l'évaluation de la conformité de la densité de puissance incidente (DPI) selon le CNR-102

Préface

La Cahier des spécifications radioélectriques CNR-102.DPI.MES, *Procédure de mesure pour effectuer l'évaluation de la conformité de la densité de puissance incidente (DPI) selon le CNR-102*, numéro 2, remplace la norme CNR-102.DPI.MES, 1^{re} édition, datée de décembre 2023.

Les principaux changements sont énumérés ci-dessous :

1. de **nouvelles** exigences élargissant la gamme de fréquences à tous les dispositifs portables fonctionnant dans la bande de fréquences de 6 GHz à 300 GHz ;
2. une **mise à jour** des références du IEC TR 63170 à l'IEC/IEEE 63195-1 ;
3. de **nouvelles** exigences en matière d'exposition des mains lors d'un appel vocal ;
4. **des orientations préliminaires** relatives à la valeur moyenne temporelle de la densité de puissance incidente; et
5. diverses modifications rédactionnelles.

Les demandes de renseignements peuvent être soumises par l'une des méthodes suivantes :

1. en ligne en utilisant le formulaire [Demande générale](#). Activer l'option « Direction des normes réglementaires » du formulaire et indiquer « CNR-102.DPI.MES » dans le champ « Demande générale »;

2. par courrier à l'adresse suivante

Innovation, Sciences et développement économique Canada
Direction de l'ingénierie, de la planification et des normalisations
À l'attention de Direction des normes réglementaires
235, rue Queen
Ottawa ON K1A 0H5
Canada

3. Par courrier électronique à consultationradiostandards-consultationnormesradio@ised-isde.gc.ca

Des informations et des directives supplémentaires sont disponibles sur les pages Web d'Innovation, Sciences et Développement économique Canada (ISDE) [Questions-réponses courantes](#) et [Avis généraux](#).

Les commentaires et les suggestions ayant pour but d'améliorer la présente norme peuvent être soumis en ligne au moyen du formulaire [Demande de changement à la norme](#), ou encore par la poste ou par courriel aux adresses susmentionnées.

44
45 Toutes les publications d'ISDE relatives au spectre et aux télécommunications sont
46 disponibles sur le site Web, [Gestion du spectre et télécommunications](#).

47
48 Publié avec l'autorisation du :
49 Ministre de l'Innovation, des Sciences et de l'Industrie

50
51 Le directeur général
52 Direction générale du génie, de la planification et des normes

53
54
55
56
57 _____
58 Martin Proulx

59

ÉBAUCHE

60 **Table des matières**

61

62 1. Portée 1

63 1.1. Objectif et application 1

64 1.2. Période de transition 1

65 2. Références normatives..... 1

66 3. Définitions, abréviations/acronymes et quantités 2

67 3.1. Définitions 2

68 3.2. Abréviations/acronymes..... 6

69 3.3. Quantités 7

70 4. Exigences générales 7

71 4.1. Limites d'exposition, cas d'utilisation et conditions d'exposition 7

72 4.2. Distance de séparation 9

73 5. Évaluations fondées sur des mesures 11

74 5.1. Méthodes d'évaluation des DPI 11

75 5.2. Système de mesure et environnement d'essai 11

76 5.2.1. Système de mesure..... 11

77 5.2.2. Environnement d'essai 11

78 5.2.3. Validation et vérification du système 11

79 5.3. Préparation du MAE 13

80 5.3.1. Positions de test et surfaces d'évaluation 13

81 5.3.2. Surfaces d'évaluation portées et soutenues par le corps..... 13

82 5.3.3. Surfaces d'évaluation de la tête 14

83 5.3.4. Surfaces d'évaluation des mains et des membres 14

84 5.3.5. Exposition de la main lors d'un appel vocal 15

85 5.3.6. Fréquences d'essai..... 16

86 5.3.7. Configurations à soumettre à l'essai 17

87 5.3.8. Configuration du MAE pour effectuer les mesures..... 17

88 5.4. Dispositifs à réseaux ou sous-réseaux..... 18

89 5.5. Dispositifs dont les éléments ne fonctionnent pas simultanément..... 19

90 5.6. Mesures de la DPI 19

91 5.6.1. Surface d'évaluation dans la zone de champ éloigné 19

92 5.6.2. Surface d'évaluation dans la zone de champ proche..... 21

93	5.7. Évaluations basées sur la simulation	22
94	5.8. Procédures de validation.....	23
95	5.9. Évaluation de l'incertitude	23
96	5.10. Dispositifs contenant plusieurs antennes ou plusieurs émetteurs.....	23
97	5.11. Moyenne temporelle de la DPI	24
98	6. Fiche technique sur l'exposition aux radiofréquences.....	24
99	Annex A Renseignements à déclarer se rapportant à l'évaluation de la densité de	
100	puissance incidente.....	25
101	A.1 Renseignements sur le dispositif d'essai et la catégorie d'exposition.....	25
102	A.2 Informations spécifiques pour les mesures de la DPI.....	26
103		

104 **1. Portée**

105
106 Le présent Cahier des charges radioélectriques (CNR) définit les méthodes d'essai
107 générales permettant d'évaluer la conformité des équipement fonctionnant dans la bande
108 de fréquences de 6 GHz à 300 GHz avec les limites de densité de puissance incidente
109 (DPI) spécifiées dans le CNR-102, [Conformité des appareils de radiocommunication à](#)
110 [l'exposition aux radiofréquences \(RF\) \(toutes les bandes de fréquences\)](#).

112 **1.1. Objectif et application**

113
114 Conformément à la section 7.5 du [CNR-102](#), le CNR-102.DPI.MES décrit les exigences
115 relatives aux évaluations basées sur les mesures des dispositifs soumis aux limites de
116 conformité de la densité de puissance incidente (DPI).

117
118 Le CNR-102.DPI.MES couvre tous les dispositifs portables fonctionnant dans la bande de
119 fréquences de 6 GHz à 300 GHz. Les exigences techniques qu'il contient sont utilisées
120 pour réaliser des évaluations précises et reproductibles basées sur des mesures.

121
122 Les annexes du document CNR-102.DPI.MES sont normatives. Les références à d'autres
123 documents ou annexes dans d'autres documents sont également normatives.

125 **1.2. Période de transition**

126
127 Ce document entrera en vigueur à la date de sa publication sur le site Web d'Innovation,
128 Science et Développement économique du Canada (ISDE). Toutefois, il y aura une période
129 de transition de **6 mois** à compter de sa publication, période pendant laquelle la conformité
130 au CNR-102.DPI.MES, 1^{re} édition, ou au CNR-102.DPI.MES, 2^e édition, sera acceptée.

131 Après cette période, seules les demandes de certification d'équipement conforme au
132 CNR-102.DPI.MES, 2^e édition, seront acceptées. De plus, une fois la période de transition
133 terminée, le matériel fabriqué, importé, distribué, loué, mis en vente ou vendu au Canada
134 devra également être conforme au CNR-102.DPI.MES, 2^e édition.

135
136 On peut demander un exemplaire du CNR-102.DPI.MES, 2^e édition, en envoyant un
137 courriel à l'adresse consultationradiostandards-consultationnormesradio@ised-isde.gc.ca.

139 **2. Références normatives**

140
141 Les documents énumérés sur la page web [Références normatives et base de données des](#)
142 [connaissances acceptables sur l'exposition aux radiofréquences \(RF\)](#) doivent être
143 consultés, s'ils sont applicables et disponibles, en conjonction avec le présent CNR.

144
145 ISDE peut envisager des méthodes d'évaluation qui ne figurent pas dans le CNR-
146 102.DPI.MES ou les publications référencées. A cette fin, envoyez une demande à

147 l'adresse : certificationbureau-bureauhomologation@ised-isde.gc.ca avec des informations
148 détaillées sur la ou les méthodes d'évaluation alternatives.

149

150 3. Définitions, abréviations/acronymes et quantités

151

152 Cette section fournit des définitions et des abréviations, sigles et les quantités applicables à
153 la présente norme.

154

155 3.1. Définitions

156

157 Outre les définitions du [CNR-102](#), les termes et définitions suivants s'appliquent à la
158 présente norme.

159

160 **Algorithme de reconstruction** : procédure mathématique utilisée pour déterminer la
161 distribution de la densité de puissance, avec une incertitude connue, sur la surface
162 d'évaluation en utilisant, comme données d'entrée, les champs électriques et/ou
163 magnétiques mesurés sur une ou plusieurs surfaces de mesure ou un volume.

164

165 **Champ éloigné (région)** : espace situé au-delà d'une limite imaginaire autour d'une
166 antenne, où la distribution du champ angulaire commence à être essentiellement
167 indépendante de la distance par rapport à l'antenne, et où le champ électrique et le champ
168 magnétique sont principalement orthogonaux (c'est-à-dire que l'impédance de l'espace
169 libre est proche de 377Ω).

170

171 Pour les antennes électriquement grandes ($D > \lambda$), cette région s'étend de $\frac{0,5 D^2}{\lambda}$ à l'infini,
172 où D est la plus grande dimension de l'antenne en mètres et λ la longueur d'onde en
173 mètres. Pour les antennes électriquement petites ($D \leq \lambda$), cette région s'étend de $\frac{\lambda}{2\pi}$ à
174 l'infini.

175

176 Remarque : dans cette région (champ éloigné), le champ a un caractère d'onde plane
177 prédominant.

178

179 **Champ proche (région)** : volume d'espace proche d'une antenne ou d'une autre structure
180 rayonnante dans lequel les champs électriques et magnétiques n'ont pas foncièrement un
181 caractère d'onde plane, mais varient considérablement d'un point à l'autre à la même
182 distance de la source. Ce volume d'espace englobe le champ proche réactif et radiatif.

183

184 **Champ proche radiatif (région)** : espace entre le champ proche réactif et le champ
185 éloigné, où l'énergie réactive a diminué de façon insignifiante, le gain de l'antenne et la
186 distribution angulaire du champ rayonné varient proportionnellement à la distance de
187 l'antenne. Pour les grandes antennes électriques, cette région s'étend de $\frac{\lambda}{2\pi}$ à $\frac{0,5D^2}{\lambda}$.

188

189 **Champ proche réactif (région)** : espace entourant immédiatement l'antenne, où les
190 composantes réactives prédominent et où le champ électrique et le champ magnétique ne

191 sont pas orthogonaux (c-à-d. ont une impédance d'onde complexe). Cette région s'étend
192 de l'antenne à $\frac{\lambda}{2\pi}$.

193
194 **Densité de puissance** : énergie par unité de surface et de temps traversant la surface
195 infinitésimale caractérisée par la norme du vecteur de Poynting exprimée en W/m².

196
197 **Densité de puissance incidente spatiale moyenne** : densité de puissance moyenne sur
198 une surface de la zone (A_{moy}), indiquée par $sDPI_{moy}$ et définie sur des points situés sur
199 toute la surface d'évaluation.

200
201 Dans le contexte du présent document, $sDPI_{moy}$ peut être défini comme la norme spatiale
202 moyenne du vecteur de Poynting sur A_{moy} , qui surestime le flux énergétique total par unité
203 de surface et de temps se produisant en moyenne sur une surface de la zone A_{moy} . Elle
204 peut être exprimée comme suit :

$$sDPI_{moy}(\mathbf{r}_0) = \frac{1}{A_{moy}T} \iint_{A_{moy}} \left\| \int_T (\mathbf{E}(\mathbf{r}_0, t) \times \mathbf{H}(\mathbf{r}_0, t)) dt \right\| dA \quad (1)$$

206 où :

- 207 • \mathbf{r}_0 est le point central de la zone A_{moy}
- 208 • T est le temps moyen

209
210 Pour les champs harmoniques temporels, la formule suivante est utilisée :

$$sDPI_{moy}(\mathbf{r}_0) = \frac{1}{2A_{moy}} \iint_{A_{moy}} \left\| \text{Re}(\mathbf{E}_s(\mathbf{r}_0) \times \mathbf{H}_s^*(\mathbf{r}_0)) \right\| dA \quad (2)$$

212
213 Note : La valeur $sDPI_{moy}$ a été définie dans un souci d'exhaustivité, et $sDPI_{moy}$ n'est pas
214 nécessaire pour une évaluation réussie du MAE.

215
216 **Densité de puissance incidente spatiale moyenne maximale** : valeur maximale globale
217 de toutes les valeurs de densité de puissance spatiale moyenne définies sur la surface
218 d'évaluation.

219
220 **Densité de puissance incidente spatiale crête**: valeur maximale globale de toutes les
221 valeurs de densité de puissance incidente définies sur la surface d'évaluation.

222
223 Remarque : contrairement à la densité de puissance incidente moyenne spatiale crête,
224 cette valeur n'est pas moyennée.

225
226 **Densité de puissance incidente spatiale moyenne normale à la surface** : direction de
227 la densité de puissance incidente dans la surface d'évaluation dans la direction de
228 propagation normale à la surface, qui correspond à la densité de puissance traversant une

229 surface A (c'est-à-dire l'énergie par unité de temps et par unité de surface traversant une
230 surface d'aire (A_{moy}), désignée par $sDPI_{n+}$, et calculée selon l'équation suivante
231

$$sDPI_{n+}(\mathbf{r}_0) = \frac{1}{\hat{A}(\mathbf{r}_0)} \int_{A(\mathbf{r}_0)} \text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\} \cdot \mathbf{n}_A(\mathbf{r}) \cdot Q(x) [\text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\} \cdot \mathbf{n}_A(\mathbf{r})] d\hat{A}(\mathbf{r}) \quad (3)$$

232 où,

- 233 • $\hat{A}(\mathbf{r}_0)$ est la surface d'évaluation à l'endroit \mathbf{r}
- 234 • $\text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}$ est la partie réelle du vecteur complexe de Poynting \mathbf{S} à l'emplacement \mathbf{r}
- 235 • \mathbf{r} est un point de la surface d'évaluation
- 236 • $\mathbf{n}_A(\mathbf{r})$ est le vecteur normal de la surface d'évaluation à l'endroit \mathbf{r} pointant vers la
- 237 surface d'évaluation, avec $\|\mathbf{n}_A(\mathbf{r})\| = 1$
- 238 • $Q(x)$ est la fonction de Heaviside (pas unitaire) de x

239

240 **Densité de puissance incidente spatiale moyenne totale** : densité de puissance
241 incidente totale dans la surface d'évaluation qui prend en compte la magnitude de la partie
242 réelle du vecteur de Poynting sur une surface A , dénotée par $sDPI_{\text{tot}+}$, et calculée selon
243 l'équation suivante :
244

$$sDPI_{\text{tot}+}(\mathbf{r}_0) = \frac{1}{\hat{A}(\mathbf{r}_0)} \int_{A(\mathbf{r}_0)} \|\text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}\| \cdot X\{\cos^{-1}[\mathbf{n}_R(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n}_A(\mathbf{r})]\} d\hat{A}(\mathbf{r}) \quad (4)$$

245 avec,

$$X(\theta) = \begin{cases} 1 & 0 \leq \theta < 85^\circ \\ 1 - (\theta - 85^\circ)/5^\circ & 85^\circ \leq \theta < 90^\circ \\ 0 & \theta \geq 90^\circ \end{cases} \quad (5)$$

$$\mathbf{n}_R(\mathbf{r}) = \text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\} / \|\text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}\| \quad (6)$$

246 et où,

- 247 • $\|\text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}\|$ est l'amplitude de la partie réelle du vecteur complexe de Poynting \mathbf{S} à
- 248 l'emplacement \mathbf{r}

249

250 **Densité de puissance incidente spatiale moyenne module** : densité de puissance
251 incidente totale dans la surface d'évaluation qui prend en compte la magnitude des parties
252 réelle et imaginaire du vecteur de Poynting sur une surface A pour tenir compte du transfert
253 d'énergie sans propagation dans le champ proche réactif, dénotée par $sDPI_{\text{mod}+}$, et
254 calculée selon les équations suivantes :
255

$$\begin{aligned} sDPI_{\text{mod}+}(\mathbf{r}_0) &= \frac{1}{\hat{A}(\mathbf{r}_0)} \int_{A(\mathbf{r}_0)} [(\|\text{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}\| \\ &\cdot X\{\cos^{-1}[\mathbf{n}_R(\mathbf{r}) \cdot \mathbf{n}_A(\mathbf{r})]\})^2 + (\|\text{Im}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}\|)^2]^{1/2} d\hat{A}(\mathbf{r}) \end{aligned} \quad (7)$$

256 où,

- 257
- $X(\theta)$, $\mathbf{n}_R(\mathbf{r})$ et $\|\operatorname{Re}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}\|$ sont tels que définis précédemment
 - $\|\operatorname{Im}\{\mathbf{S}(\mathbf{r})\}\|$ est la magnitude de la partie imaginaire du vecteur de Poynting complexe \mathbf{S} à l'emplacement \mathbf{r}
- 258
259
260

261 **Distance d'évaluation** : La distance entre le MAE et la surface d'évaluation.

262
263 Note : La distance d'évaluation comprend distance de séparation plus l'épaisseur de 2 mm
264 de l'enveloppe d'un fantôme virtuel

265
266 **Distance de séparation** : La distance entre le MAE et la coque extérieure du fantôme
267 virtuel.

268
269 **Liste des codes** : Description de toutes les combinaisons de phase et d'amplitude à
270 utiliser par un réseau ou un sous-réseau sur le matériel mis à l'essai (MME).

271
272 **Réseau** : Une antenne qui contient un certain nombre d'éléments rayonnants utilisés pour
273 transmettre (ou recevoir) des signaux qui sont traités collectivement.

274
275 **Signaux corrélés** : Signaux produisant une intégrale de corrélation dans le domaine
276 temporel non nulle à un moment donné.

277
278 **Sous-réseau** : sous-ensemble d'éléments rayonnants d'un réseau qui sont reliés entre
279 eux.

280
281 Note : Deux ou plusieurs sous-réseaux peuvent partager des éléments rayonnants.

282
283 **Surface d'évaluation** : surface virtuelle ou plan servant à l'évaluation de la densité de
284 puissance qui donne une estimation prudente de l'exposition aux RF par rapport aux
285 limites.

286
287 Remarque : La surface d'évaluation est la coque intérieure du fantôme virtuel, qui se trouve
288 à 2 mm de la surface extérieure du fantôme virtuel.

289
290 **Surface de mesure** : surface sur laquelle les grandeurs physiques d'intérêt (champ E
291 et/ou champ H) sont mesurées à l'aide d'une sonde sensible à ces grandeurs physiques.

292
293 Remarque : la densité de puissance n'est pas nécessairement évaluée sur la surface de
294 mesure. Elle peut être dérivée à l'aide de diverses techniques à partir de données
295 recueillies sur la surface de mesure.

296
297 **Vecteur de Poynting** : transfert d'énergie par unité de surface et de temps, exprimé en
298 W/m^2 :

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} \quad (8)$$

299

300 où E et H sont les vecteurs de champ électrique et magnétique en fonction du temps,
301 respectivement.

302
303 Pour ce qui est des champs harmoniques temporels, $E = \text{Re}(E_s e^{j\omega t})$ $H = \text{Re}(H_s e^{j\omega t})$, le
304 vecteur de Poynting moyenné dans le temps est égal à :

$$S = \frac{1}{2} \text{Re}(E_s \times H_s^*) \quad (9)$$

305
306 **Zone de calcul de la moyenne** : zone de la surface d'évaluation sur laquelle la moyenne
307 de la densité de puissance évaluée est calculée (A_{moy}).

308
309 Pour les surfaces d'évaluation planes, la moyenne est calculée sur un carré ayant une
310 longueur latérale $L = \sqrt{A_{\text{moy}}}$. Autrement, elle est calculée sur un cercle ayant un rayon de

$$311 \quad r = \sqrt{\frac{A_{\text{moy}}}{\pi}}$$

312 313 3.2. Abréviations/acronymes

314
315 Ce document utilise les abréviations et acronymes suivants :

316		
317	A_{moy}	zone de calcul de la moyenne
318		
319	BR	restriction de base
320		
321	CEI	Commission électrotechnique internationale
322		
323	dB	décibel
324	DP	densité de puissance
325	DPA	Densité de puissance absorbée
326	DAS	débit d'absorption spécifique
327		
328	IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
329	ISDE	Innovation, Sciences et Développement économique Canada
330	ISO	Organisation internationale de normalisation
331		
332	MAE	matériel à l'essai
333		
334	NR	niveau de référence
335		
336	DPI _m	densité de puissance incidente spatial crête
337	DPI _{mm}	densité de puissance incidente spatiale moyenne maximale
338		
339	RF	radiofréquence
340		

341	SAM	fantôme SAM (mannequin anthropomorphe spécifique)
342	$sDPI_{moy}$	densité de puissance incidente spatiale moyenne
343	$sDPI_{n+}$	densité de puissance incidente spatiale moyenne normale à la surface
344	$sDPI_{mod+}$	densité de puissance incidente spatiale moyenne module
345	$sDPI_{tot+}$	densité de puissance incidente spatiale moyenne totale
346		
347	TR	rapport technique
348		

3.3. Quantités

Tableau 1 énumère les quantités utilisées dans le présent document ainsi que leurs unités SI acceptées au niveau international.

Tableau 1 : Quantités

Quantité	Symbole	Unité
Unité de base de la longueur	m	mètre (m)
Champ électrique	E	volts par mètre (V/m)
Taux d'exposition	RE	sans unité
Impédance de l'espace libre	Z_0	~377 ohms (Ω)
Fréquence	f	(Hz)
Champ magnétique	H	ampères par mètre (A/m)
Actuel	I	ampère (A)
Ratio d'exposition totale	RET	sans unité
Puissance	W	watt (W)
Densité de puissance	DP	watts par mètre carré (W/m^2)
Vecteur de Poynting	S	watts par mètre carré (W/m^2)
Tension	V	volt (V)
Longueur d'onde	λ	mètre (m)

4. Exigences générales

Cette section décrit les exigences générales pour l'évaluation de la conformité des MAE fonctionnant entre 6 GHz et 300 GHz.

4.1. Limites d'exposition, cas d'utilisation et conditions d'exposition

364 Les appareils de radiocommunication doivent être conformes aux limites énoncées dans le
365 [Code de sécurité 6](#) de Santé Canada et dans l'[Avis](#) relatif au Code de sécurité 6 adopté
366 dans le [CNR-102](#). On doit se reporter à la section 5 du CNR-102 pour connaître les limites
367 pertinentes.
368

Conformément au code de sécurité 6 de Santé Canada et à son avis, deux limites dépendant de la fréquence sont définies pour la bande de fréquences de 6 GHz à 300 GHz.

La première limite s'applique aux fréquences supérieures à 6 GHz et jusqu'à 300 GHz ; elle est associée à une zone de calcul de la moyenne définie comme un carré d'une superficie égale à 4 cm^2 .

La deuxième limite, qui est le double de la première, s'applique aux fréquences supérieures à 30 GHz ; elle est associée à l'exposition spatiale de crête (cDPI) qui n'est pas moyennée sur une surface.

On note que pour les fréquences supérieures à 30 GHz, d'autres directives internationales relatives à l'exposition aux radiofréquences autorisent une **surface de calcul de la moyenne de 1 cm^2** . Cela **n'est pas autorisé dans le code de sécurité 6 et son avis**.

369 Il est important de noter que la conformité dans la zone réactive de champ proche doit
370 normalement être vérifiée par rapport aux limites de la densité de puissance absorbée
371 (RB). À cette fin, ISED a élaboré des exigences pour l'évaluation de la DPA pour la bande
372 de fréquences de 6 GHz à 7,125 GHz (annexe F du CNR-102.DAS.MES, [Procédure de](#)
373 [mesure pour effectuer l'évaluation de la conformité du débit d'absorption spécifique \(DAS\)](#)
374 [selon le CNR-102](#)). Cependant, comme ISED n'a pas encore élaboré la norme CNR-
375 102.DPA pour le reste de la bande, la conformité des appareils portables fonctionnant de
376 7,125 GHz à 300 GHz doit être évaluée par rapport aux limites de la DPI (NR) dans la
377 section 5.3.3 du CNR-102.
378

379 Les cas d'utilisation et les configurations de fonctionnement doivent être identifiés et décrits
380 dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF (voir section 6 du présent document).
381 La manière dont l'utilisateur et/ou un tiers interagissent de manière prévisible avec le MAE
382 doit être claire. Les principales conditions d'exposition aux RF sont identifiées à l'aide de
383 ces informations. L'évaluation de l'exposition doit démontrer la conformité aux limites
384 applicables pour chaque condition d'exposition.
385
386

Bien que les normes internationales telles que la norme IEC/IEEE 62209-1528, [Measurement procedure for the assessment of specific absorption rate of human exposure to radio frequency fields from hand-held and body-worn wireless communication devices - Human models, instrumentation and procedures \(Frequency range of 4 MHz to 10 GHz\)](#), définissent des procédures pour évaluer le débit d'absorption

spécifique (DAS) jusqu'à 10 GHz, conformément au code de sécurité 6, **au-dessus de 6 GHz, l'évaluation de la densité de puissance doit être effectuée pour évaluer la conformité de l'exposition aux radiofréquences.** En dessous de 6 GHz, le DAS est la mesure appropriée pour évaluer la conformité de l'exposition aux radiofréquences.

387
388
389
390
391
392
393
394
395
396
397
398
399
400
401
402
403

4.2. Distance de séparation

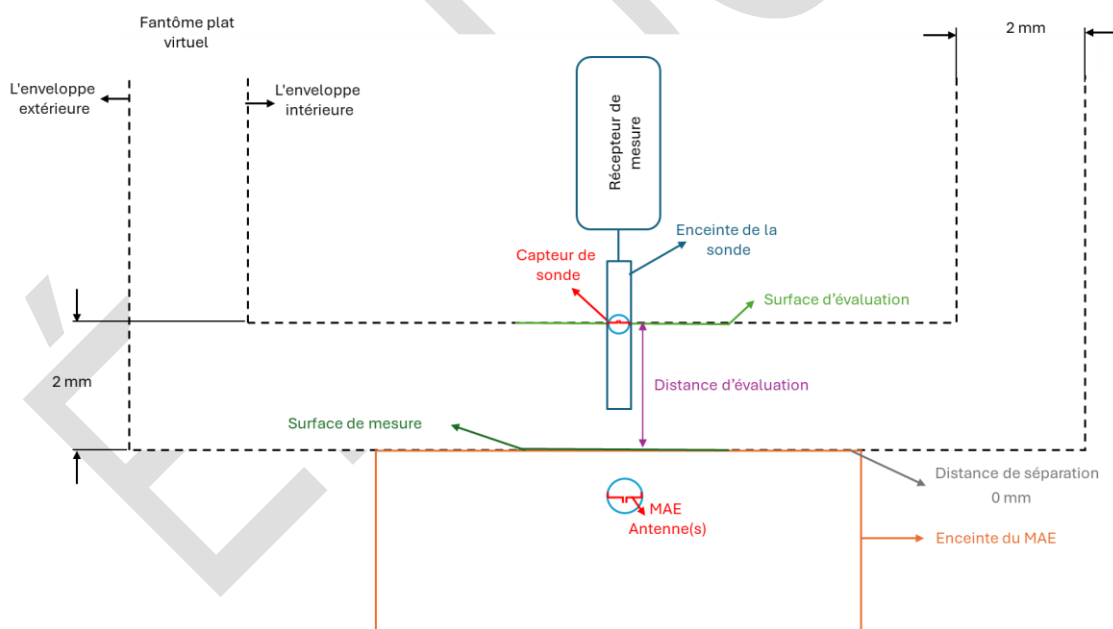
Les distances de séparation basées sur le DAS et la DPI seront généralement les mêmes, à l'exception du fantôme de mannequin anthropomorphe spécifique (SAM) virtuel modifié (voir 5.3.3 pour plus de détails).

Pour clarifier la relation entre la distance de séparation et la distance d'évaluation, des exemples sont fournis dans Figure1 et dans Figure 2.

Dans le premier exemple, un dispositif destiné à être utilisé à une distance de séparation de 0 mm (c'est-à-dire à 0 mm de l'enceinte du MAE) est représenté.

Le MAE est évalué comme suit :

- en contact direct avec l'enveloppe extérieure du fantôme virtuel ; et
- à 2 mm de la surface d'évaluation puisque la surface d'évaluation est l'enveloppe intérieure du fantôme virtuel .



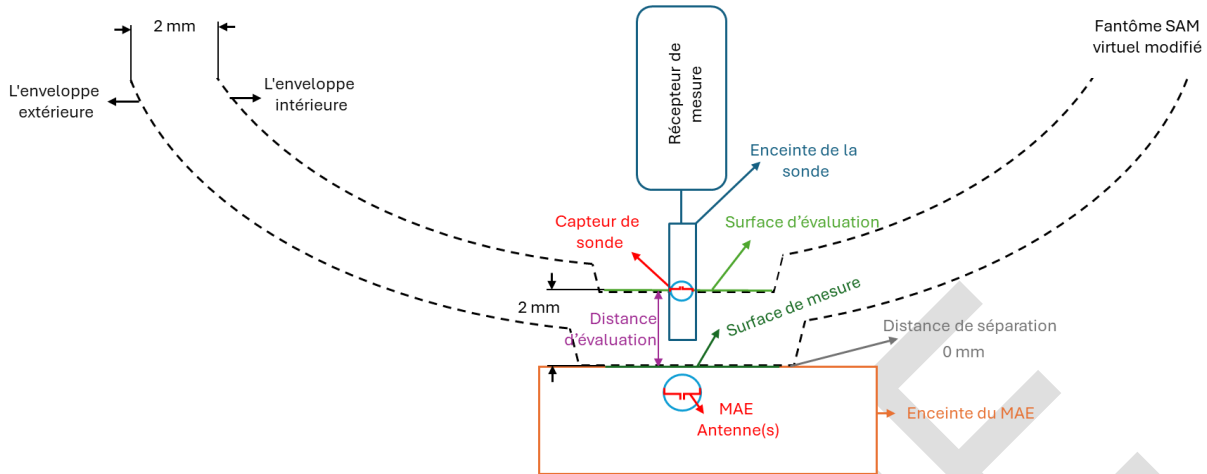


Figure 1 : Exemple du fantôme plat virtuel et du fantôme SAM virtuel modifié à une distance de séparation de 0 mm (à des fins d'illustration).

404 Le deuxième exemple montre un dispositif destiné à être utilisé à une distance de
405 séparation de 5 mm (c'est-à-dire à 5 mm de l'enceinte du MAE). Notez que, bien qu'elle ne
406 soit pas illustrée, une approche similaire s'appliquerait à d'autres distances

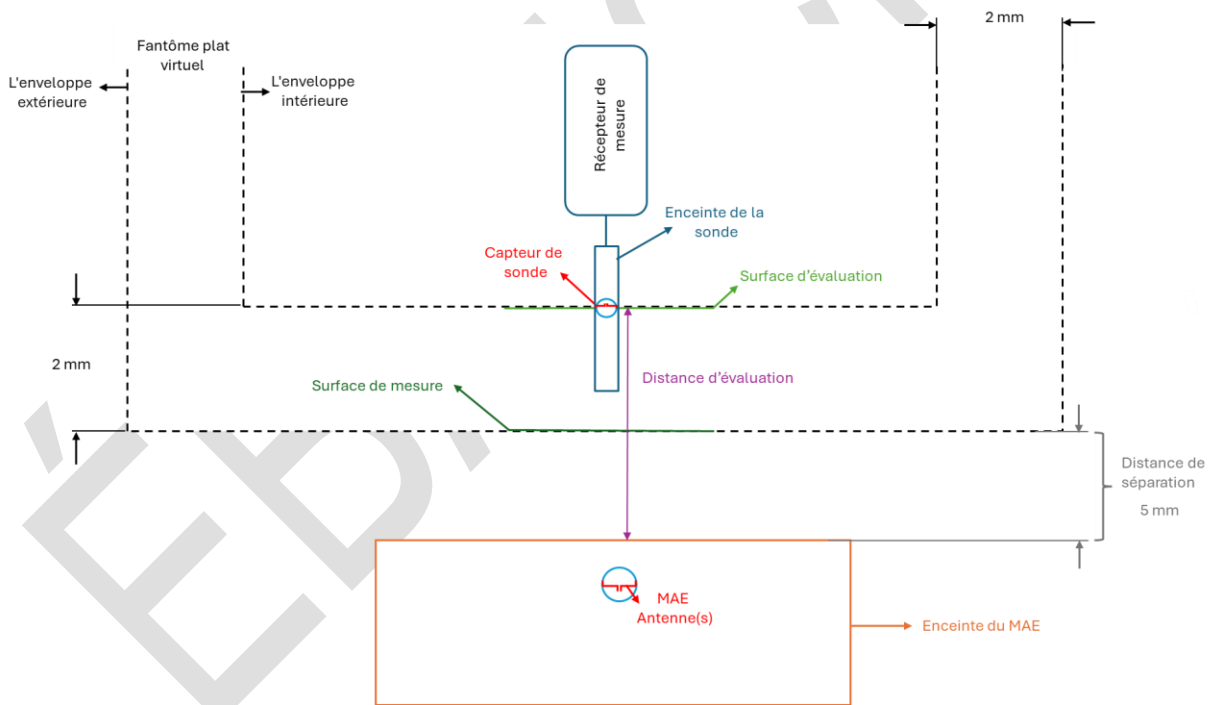


Figure 2 : Exemple de fantôme virtuel plat à une distance de séparation de 5 mm (à des fins d'illustration)

407 Chaque distance de séparation appliquée au cours des évaluations doit être clairement
408 identifiée dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.

409

410 **5. Évaluations fondées sur des mesures**

411
412 Cette section définit les exigences applicables aux émetteurs radio soumis à cette norme.

414 **5.1. Méthodes d'évaluation des DPI**

415
416 L'approche de mesure est basée sur la norme [IEC/IEEE 63195-1](#).

417
418 Lorsqu'il s'avère raisonnable, toutes les configurations d'antenne peuvent être mesurées
419 au cours d'une évaluation de la DPI. Cependant, lorsque le nombre de configurations
420 d'antennes possibles est assez important, une approche basée sur des simulations et des
421 mesures dans le champ proche est permise.

422
423 Des simulations peuvent être utilisées pour déterminer les configurations d'antenne
424 représentant les niveaux les plus défavorables suivies des mesures des configurations les
425 plus défavorables. Cette approche présente deux avantages principaux :

- 426
427 1. Elle aidera à réduire le nombre de configurations nécessitant des mesures.
428 2. Les mesures valideront les résultats de la simulation.

429
430 Chaque étape de l'approche d'évaluation est décrite dans les sections suivantes.

432 **5.2. Système de mesure et environnement d'essai**

433
434 Les exigences relatives au système de mesure et à l'environnement d'essai sont décrites
435 ci-dessous.

437 **5.2.1. Système de mesure**

438
439 Seuls les systèmes de mesure répondant à toutes les exigences normatives de la norme
440 IEC/IEEE 63195-1 sont autorisés à effectuer l'évaluation dans CNR-102.DPI.MES.

442 **5.2.2. Environnement d'essai**

443
444 L'environnement d'essai doit répondre aux exigences de la norme IEC/IEEE 63195-1
445 (section 6.2) et doit être rapporté dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.

447 **5.2.3. Validation et vérification du système**

448
449 Cette section doit être utilisée conjointement avec les exigences de la norme IEC/IEEE
450 63195-1 (annexes A et B). Les modifications décrites ci-dessous doivent être effectuées
451 pour satisfaire aux exigences de la CNR-102.DPI.MES.

452
453 Notez que la surface de calcul de la moyenne de 4 cm² doit être utilisée pour les mesures
454 de validation et de vérification du système.

455
456
457
458
459
460
461
462
463
464
465
466
467
468
469
470
471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498
499
500

5.2.3.1. Validation du système

Le système de mesure doit être étalonné par son fabricant. De plus, la validation du système doit également être effectuée par le fabricant.

Une validation du système basée sur les annexes A.5 et B de la norme IEC/IEEE 63195-1 doit être effectuée afin d'assurer que le système aboutit à des résultats qui respectent l'incertitude spécifiée. La validation doit être faite avant que le système soit mis en exploitation, et sur une base annuelle par la suite. Le système doit également être validé après toutes modifications du logiciel et des composantes de mesure qui peuvent avoir une incidence sur l'évaluation de la densité de puissance (p. ex., des algorithmes de reconstruction, une ou des sondes et des composantes électroniques).

5.2.3.2. Vérification du système

Les vérifications du système sont effectuées par l'utilisateur du système de mesure.

Une fois l'installation du système complétée, une vérification du système de référence (absolu) en utilisant des sources étalonnées ayant des valeurs cibles traçables est requise. Une vérification du système de référence servira à :

- vérifier que le rendement du système de mesure n'a pas été modifié pendant l'expédition ou l'installation.
- établir une valeur acceptable pour les vérifications du système de référence sur la base de l'annexe A.4 de la norme IEC/IEEE 63195-1, que le laboratoire d'essai doit utiliser dans son évaluation des vérifications de routine (relatives) du système sur la base de la norme A.3

Les sources indiquées à l'annexe B.2 de la norme IEC/IEEE 63195-1 doivent être utilisées pour la vérification du système de référence. Étant donné que l'annexe B.2 de la IEC/IEEE 63195-1 ne fournit des valeurs cibles que pour les distances de 10 mm et 150 mm pour les sources de vérification du système, les valeurs cibles numériques ou les valeurs cibles mesurées figurant dans le certificat d'homologation/vérification de chaque source peuvent être utilisées comme valeurs cibles pour toutes les autres distances.

Contrairement à la vérification du système de référence, la source utilisée lors de la vérification de routine du système n'a pas besoin d'être étalonnée. Toutefois, cette source doit être stable. Le résultat de la vérification de routine du système sera comparé à celui de la vérification du système de référence. L'utilisateur du système de mesure peut décider d'utiliser une source étalonnée pour la vérification de routine du système, en suivant les orientations fournis ci-dessus et l'annexe B de la norme IEC/IEEE 63195-1, afin de déterminer si les résultats de la vérification du système de référence sont valides.

Lors de la vérification du système de référence, l'incertitude combinée du système de mesure ne doit pas dépasser 2 dB.

501 Lors de la vérification de routine du système, l'incertitude relative combinée du système de
502 mesure ne doit pas dépasser la plus petite des deux valeurs suivantes :

- 503 • $0,42 \text{ dB}$
- 504 • $2 \text{ dB} - \Delta psDPI_{cible}$ (obtenu à partir du contrôle du système de référence)

505
506 Les vérifications de routine du système doivent être effectuées dans les 24 heures
507 précédant les mesures de DPI. Pour les vérifications de routine du système, la même
508 installation de l'équipement et la même source de vérification du système doivent être
509 utilisées. La même sonde de mesure ainsi que le même système de mesure doivent être
510 utilisés pour mesurer le MAE.

511
512 La procédure d'essai et les résultats des vérifications du système doivent être fournis dans
513 le mémoire technique sur l'exposition aux RF.

514 **5.3. Préparation du MAE**

515
516
517 La préparation du MAE repose sur les principes énoncés dans la norme IEC/IEEE 63195-
518 1. La surface d'évaluation, la position d'essai, les fréquences d'essai et les configurations
519 doivent être déterminées lors de l'évaluation de la conformité.

520 **5.3.1. Positions de test et surfaces d'évaluation**

521
522
523 La ou les positions d'essai de l'MAE pour l'évaluation de la densité de puissance (DP)
524 doivent être basées sur celles spécifiées dans [CNR-102.DAS.MES](#). En outre, la section
525 7.2.4 de la norme IEC/IEEE 63195-1 doit être utilisée pour sélectionner les surfaces
526 d'évaluation. D'autres procédures reconnues par ISDE, telles que les procédures
527 Knowledge database (KDB) se rapportant à l'exposition aux radiofréquences (RF),
528 procédures publiées par la Commission fédérale des communications (FCC) des États-
529 Unis, peuvent également s'appliquer dans des situations très spécifiques ; reportez-vous à
530 la page [Références normatives sur l'exposition aux radiofréquences et les Knowledge](#)
531 [database acceptées](#) pour plus de détails.

532
533 La justification, y compris une description des surfaces d'évaluation et des positions
534 d'essai, doit être fournie dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF (voir la section
535 [6](#) du présent document).

536 **5.3.2. Surfaces d'évaluation portées et soutenues par le corps**

537
538
539 La procédure de mesure suivante doit être suivie.

540
541 La surface d'évaluation basée sur le fantôme plat virtuel décrit à la section 7.2.4.2 de la
542 norme IEC/IEEE 63195-1 est destinée aux dispositifs dont les conditions d'exposition au
543 tronc et à d'autres surfaces planes du corps sont portées et soutenues par le corps.

544
545 Pour les dispositifs portés sur le corps, la mesure de la DPI doit être basée sur la section
546 5.4 du CNR-102.DAS.MES.

547

Dans les cas où les mesures de la DPI ont été effectuées à 0 mm contre le fantôme plat virtuel pour l'évaluation de la main ou d'un membre (conformément à 5.3.4 du présent document), la réduction de l'essai peut être acceptée pour l'évaluation des dispositifs portés sur le corps.

548

549 Pour les dispositifs soutenus par le corps, par exemple les ordinateurs portables, la mesure
550 de la DPI doit être basée, sans s'y limiter, sur la section 5.8 ou 5.9 du CNR-102.DAS.MES.

551

552 **5.3.3. Surfaces d'évaluation de la tête**

553

554 La surface d'évaluation basée sur le fantôme SAM virtuel modifié décrit à la section 7.2.4.3
555 de la norme IEC/IEEE 63195-1 est destinée aux dispositifs présentant des conditions
556 d'exposition au niveau de la tête. Reportez-vous à la norme IEC/IEEE 63195-1 pour plus
557 de détails.

558

559 En outre, les quatre surfaces d'évaluation spécifiées dans la norme IEC/IEEE 62209-1528
560 pour les positions de la joue et de l'inclinaison sur les côtés gauche et droit de la tête
561 doivent être testées. Une réduction des essais sur les positions d'inclinaison peut être
562 autorisée s'il peut être démontré, pour toute configuration de phase et d'amplitude, que les
563 expositions aux positions d'inclinaison peuvent être inférieures à 3 dB de l'exposition aux
564 positions de joue correspondantes

565

566 La simple option consistant à utiliser la surface d'évaluation portée sur le corps pour le ou
567 les côtés du MAE destinés à être tenus à la tête, en utilisant une distance d'évaluation par
568 défaut mentionnée dans la section 7.2.4.4 de la norme IEC/IEEE 63195-1 n'est **pas**
569 autorisée.

570

571 Pour les dispositifs dont l'exposition est prévue à d'autres endroits de la tête, tels que le
572 dessus ou l'avant du visage, jusqu'à ce que des surfaces représentatives soient
573 développées, la surface d'évaluation du MAE doit être choisie pour capter le pire cas
574 d'exposition à la distance de séparation appropriée.

575

576 **5.3.4. Surfaces d'évaluation des mains et des membres**

577

578 Les évaluations au membre et à la main doivent être effectuées pour tous les MAE. Cette
579 exigence est obligatoire même si certaines configurations peuvent faire l'objet de
580 réductions des essais dans le présent document ou dans d'autres références normatives
581 pour les essais à la main ou au membre lorsque les niveaux sont inférieurs à un seuil
582 spécifique.

583

584 La distance de séparation entre les dispositifs portés sur les membres et les dispositifs
585 portatifs est de 0 mm.

586

587 La surface d'évaluation basée sur le fantôme plat virtuel décrit à la section 5.3.2 ci-dessus
588 peut être utilisée pour les dispositifs présentant des conditions d'exposition des mains et
589 des membres, jusqu'à ce que des surfaces représentatives soient développées. Dans les
590 cas où le fantôme plat virtuel ne permet pas une évaluation prudente de l'exposition, il
591 convient d'utiliser une surface d'évaluation spécifique au dispositif ou de procéder à une
592 évaluation basée sur la simulation conformément à la norme [CNR-102.DPI.SIM](#).
593

594 **5.3.5. Exposition de la main lors d'un appel vocal**

595

596 Cette section décrit les exigences d'essais supplémentaires pour évaluer l'exposition de la
597 main lors d'un appel vocal.
598

599 La procédure ci-dessous doit être exécutée pour démontrer la conformité des dispositifs qui
600 • peuvent effectuer des appels vocaux en utilisant un dispositif placé près de la tête,
601 là où la voix est acheminée vers l'écouteur ;
602 • ont des antennes émettant à partir de la moitié inférieure du dispositif ; et
603 • utilisent des niveaux d'énergie plus élevés lors d'appels vocaux que dans les cas
604 d'exposition interactifs des mains.
605

606 Les dispositions ci-dessous sont facultatives pour les dispositifs qui ne satisfont pas à une
607 ou plusieurs des conditions ci-dessus.
608

609 Pour déterminer si la procédure ci-dessous est applicable, il convient de suivre les étapes
610 suivantes :

- 611
- 612 1. Prévoir l'exposition des mains à la DPI à des niveaux de puissance vocale selon les
613 résultats d'essais interactifs de la DPI pour les mains.
 - 614 • essais interactifs de la DPI pour les mains; généralement mesurés à des
615 niveaux de puissance réduits avec des capteurs de proximité activés .
 - 616 • prévoir les niveaux de la DPI pour les mains selon la différence de puissance
617 entre les niveaux de puissance de l'utilisation interactive par les mains et les
618 niveaux de puissance pour la tête.
 - 619 2. Si la DPI prévue pour les mains aux niveaux de puissance vocale est supérieur aux
620 limites de la DPI pour les mains, la procédure ci-dessous s'applique.
 - 621 3. Si la DPI prévu pour les mains aux niveaux de puissance vocale est inférieur aux
622 limites de la DPI pour les mains, la procédure ci-dessous ne s'applique pas.
623

624 La procédure ci-dessous doit être suivie si les données de la DPI interactif ne sont pas
625 disponibles.
626

627 La surface d'évaluation d'un fantôme plat virtuel, mentionnée à la section 5.3.4 , doit être
628 utilisée pour évaluer la DPI du membre pendant un appel vocal.
629

630 Pendant qu'un appel vocal est acheminé vers l'écouteur, les mesures DPI doivent être
631 conformes à la section 7.3.2 de la norme IEC/IEEE 62209-1528 avec les modifications
632 suivantes :

- 633
- 634 a. Les DPI_{Imm} et DPI sont utilisées à la place de DAS_{Imm} et DAS ;
 - 635 b. La DPI_{Imm} doit être évalué pour les fréquences supérieures à 30 GHz ;
 - 636 c. Les exigences relatives au support de l'appareil énoncées à la section 6.6 de la
637 norme IEC/IEEE 63195-1 doivent être respectées ;
 - 638 d. Les fréquences d'essai sont déterminées conformément à la section 5.3.6 du
639 présent document ;
 - 640 e. Les procédures de mesure de la DPI sont décrites à la section 5.6 du présent
641 document ; et
 - 642 f. Pour les dispositifs capables de transmission simultanée, les procédures de la
643 section 5.10 du présent document doivent être suivies.
- 644

645 En outre, les mesures de la DPI doivent être effectuées avec le MAE positionné comme
646 suit :

- 647
- 648 • placé directement contre le fantôme plat virtuel pour les bords gauche, droit et
649 inférieur du dispositif ; et
 - 650 • placé à moins de 10 mm du fantôme plat virtuel pour la face arrière du dispositif.
- 651

652 La configuration du dispositif doit être identique à celle employée pour les mesures de la
653 DPI de la tête, donc fonctionner à la puissance maximale et à un rapport cyclique de 100
654 % (ou au rapport cyclique maximal inhérent à la technologie de transmission ou à la
655 conception du matériel).

656 5.3.6. Fréquences d'essai

657 La méthodologie et les formules des sections 7.2.3 c) et 7.4.3.3 b) de la norme IEEE
658 63195-1 doivent être utilisées pour déterminer le nombre de fréquences d'essai. Pour
659 chaque technologie sans fil et bande de fréquences utilisée par le MAE, si la largeur de la
660 bande de fréquences d'émission ($\Delta f = f_{\text{high}} - f_{\text{low}}$) est supérieure à 1 % de la fréquence
661 centrale, le nombre de canaux à tester doit être calculé à l'aide de l'équation suivante :

$$N_c = \min \left\{ N, 2 \times \text{roundup} \left[\frac{10 \times (f_{\text{high}} - f_{\text{low}})}{f_c} \right] + 1 \right\} \quad (10)$$

665 où

- 666 • N_c est nombre de canaux à tester
- 667 • N est le nombre total canaux
- 668 • f_{high} est le canal de fréquence le plus élevé de la bande de transmission en Hz
- 669 • f_{low} est le canal de fréquence le plus bas de la bande de transmission en Hz
- 670 • f_c est le canal de fréquence centrale de la bande de transmission en Hz

671
672 La puissance de sortie maximale du ou des canaux sélectionnés dans une bande de
673 fréquences doit être vérifiée afin de s'assurer que la sortie la plus défavorable du dispositif
674 est capturée. Cette vérification est particulièrement importante pour les systèmes à large
675 bande où la puissance de sortie maximale d'un canal peut varier dans la bande de
676 fréquences. Le processus utilisé pour déterminer les canaux à tester doit être documenté
677 dans le mémoire technique sur l'exposition aux radiofréquences.
678

679 **5.3.7. Configurations à soumettre à l'essai**

680
681 En général, le MAE doit être mis à l'essai à l'aide des configurations opérationnelles
682 disponibles. Les configurations, y compris, mais sans s'y limiter, la largeur de bande de
683 modulation produisant la puissance de sortie maximale, sont utilisées comme
684 configurations d'essai à évaluer. Le facteur d'utilisation utilisé dans l'évaluation doit être
685 basé sur les propriétés inhérentes à la technologie de transmission ou à la conception du
686 MAE.
687

688 **5.3.8. Configuration du MAE pour effectuer les mesures**

689
690 Pour la préparation du MAE, les exigences de la section 7.2.3 de la norme IEC/IEEE
691 63195-1 doivent être appliquées.
692

693 Le MAE doit utiliser son émetteur interne ou connecté. La ou les antennes et les
694 accessoires utilisés doivent être spécifiés dans le mémoire technique sur l'exposition aux
695 RF. La puissance et la fréquence de sortie RF (canal) doivent être contrôlées au moyen
696 d'un programme d'essai interne ou par une liaison sans fil avec une station de base ou un
697 simulateur de réseau.
698

699 Le MAE doit être réglé pour émettre à son niveau de puissance de sortie RF moyenne
700 dans le temps le plus élevé, basée sur la source, définie par le mode d'émission ou les
701 exigences de fonctionnement du MAE, compte tenu des spécifications de mise au point et
702 des variations de production. Si cela n'est pas possible, l'essai peut être effectué à un
703 niveau de puissance inférieur, puis mis à l'échelle au niveau de puissance le plus élevé. Le
704 facteur d'échelle doit être documenté dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.
705

706 Lorsque le mode de fonctionnement normal comprend la transmission en rafale sans
707 facteur d'utilisation fixe, les essais sont effectués en utilisant un facteur d'utilisation fixe
708 contrôlé. Les résultats de la DPI sont ensuite mis à l'échelle par rapport au facteur
709 d'utilisation maximal prévu pour ce mode et documentés dans le mémoire technique sur
710 l'exposition aux RF.
711

712 Lorsque le facteur d'utilisation maximal prévu n'est pas bien déterminé ou si un facteur
713 d'utilisation contrôlé fixe est difficile à générer, un mode de fonctionnement disponible doit
714 être utilisé. Une mise à l'échelle appropriée doit ensuite être choisie et documentée dans le
715 mémoire technique sur l'exposition aux RF.
716

717 Le MAE doit être configuré pour reproduire les conditions produisant les résultats les
718 résultats de la DPI le plus défavorables. L'utilisation de logiciels fournis par le fabricant est
719 permise à ces fins, à condition d'être documenté dans le mémoire technique sur
720 l'exposition aux RF.

721
722 Les câbles ne doivent pas être attachés au MAE pendant les essais, car ils peuvent
723 modifier la distribution du courant RF associé. Toutefois, si des câbles attachés sont
724 nécessaires pour la configuration opérationnelle prévue, ils doivent être positionnés de
725 manière à produire des résultats de DPI conservateurs, et le positionnement doit être
726 documenté dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.

727
728 Lorsqu'un MAE est destiné à fonctionner uniquement avec une source d'alimentation
729 externe, le câblage fourni par le fabricant doit être utilisé pour le raccordement à une
730 source d'alimentation appropriée. Lorsqu'une batterie est la source d'alimentation prévue,
731 elle doit être entièrement chargée avant la prise de mesures et il ne doit pas y avoir
732 d'alimentation électrique externe. Une seule charge de la batterie peut être utilisée pour
733 une séquence de mesures tant que la dérive est évaluée et que les valeurs de la DPI sont
734 corrigées en conséquence. La section 6.4.3 de la norme IEC/IEEE 62209-1528, bien que
735 destinée au débit d'absorption spécifique (DAS), fournit des indications supplémentaires.

736 737 **5.4. Dispositifs à réseaux ou sous-réseaux**

738
739 Les évaluations doivent être effectuées pour chaque réseau ou sous-réseau actif
740 conformément à la section 7.3.1 de la norme CEI/IEEE 63195-1.

741
742 Les techniques de maximisation mentionnées à la section 7.3.1, point 4), (IEC/IEEE 63195-
743 1) doivent être utilisées. Une description, y compris la justification et l'incertitude associées
744 à la technique de maximisation choisie, doit être documentée dans le mémoire technique
745 sur l'exposition aux RF.

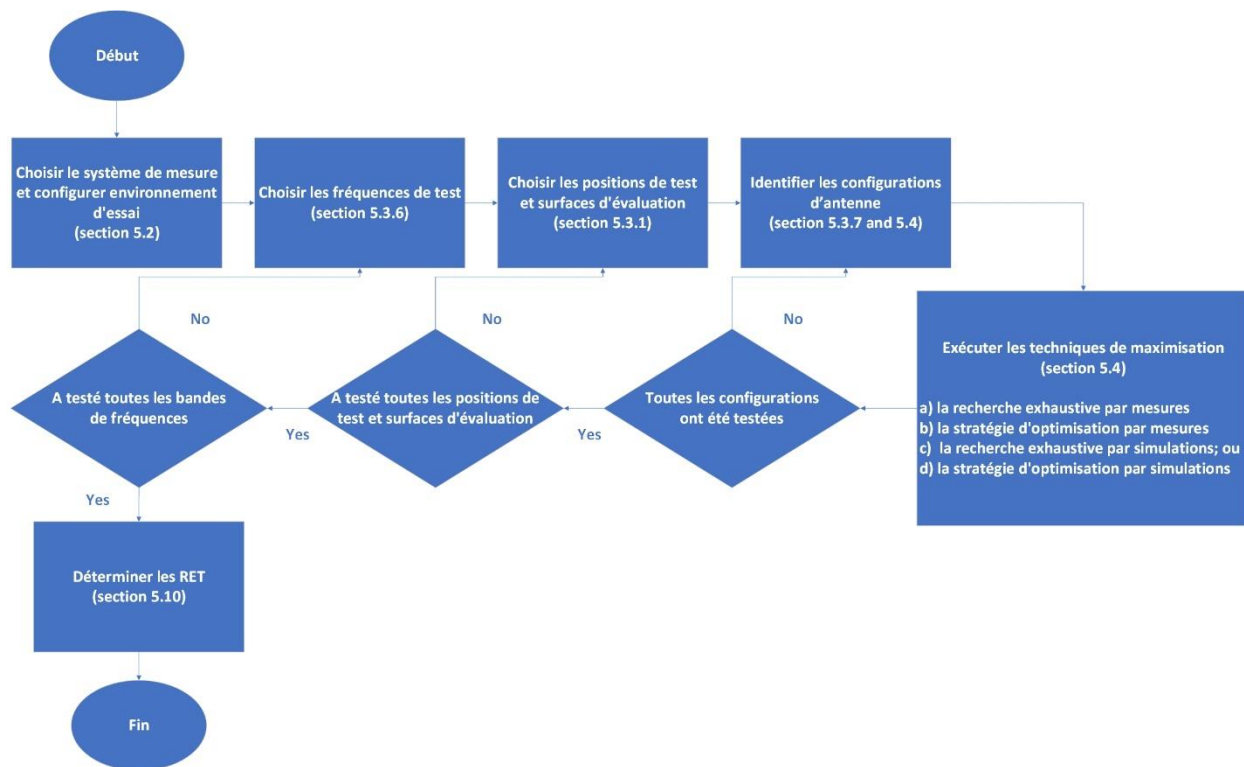
746
747 Chaque DPI_{imm} et DPI_m trouvé avec la technique de maximisation doit être normalisé à la
748 puissance rayonnée (en tenant compte des spécifications de mise au point et des
749 variations de production). Les valeurs de DPI_{imm} et de DPI_m les plus élevées, ainsi que les
750 amplitudes et les phases correspondantes appliquées aux éléments de l'antenne, doivent
751 être indiquées pour toutes les fréquences d'essai (canaux).

752
753 Lorsque des simulations sont utilisées dans le cadre de l'évaluation, les combinaisons
754 produisant les valeurs DPI_{imm} et DPI_m les plus élevées doivent être évaluées par des
755 mesures afin de valider les simulations. Reportez-vous à la section 5.8 pour plus de détails.

756
757 [Figure 3](#) décrit la procédure d'évaluation des mesures de la DPI.

758
759

760



761

762 **Figure 3 : Organigramme de la procédure d'évaluation pour les mesures de la DPI**

763

764 **5.5. Dispositifs dont les éléments ne fonctionnent pas simultanément**

765

766 Chaque élément d'antenne actif doit être évalué. Les champs électrique et magnétique
 767 doivent être déterminés sur les surfaces d'évaluation correspondantes à chaque position
 768 d'essai. Chaque DPI_{Imm} et DPI_{Im} doivent être normalisés en fonction de la puissance
 769 rayonnée (en tenant compte des spécifications de mise au point et des variations de
 770 production). Les DPI_{Imm} et DPI_{Im} doivent être documentés dans le mémoire technique sur
 771 l'exposition aux RF.

772

773 Si un MAE emploie des signaux non corrélés dans différentes bandes de fréquences
 774 d'autres considérations s'appliquent. Reportez-vous à la section 5.10 pour de plus amples
 775 informations.

776

777 **5.6. Mesures de la DPI**

778

779 Cette section contient des informations détaillées sur les mesures de DPI.

780

781 **5.6.1. Surface d'évaluation dans la zone de champ éloigné**

782

783 Dans le champ éloigné d'une source, le champ E, le champ H et le DPI sont liés par des
784 expressions mathématiques simples, où n'importe lequel de ces paramètres définit les
785 deux autres :
786

$$\eta = \frac{E}{H} \quad (11)$$

787

$$DP_{\text{eq}} = \frac{E^2}{\eta} = H^2\eta \quad (12)$$

788 où :

- 789 • DP_{eq} est la densité de puissance équivalente des ondes planes en watts par mètre
790 carré (W/m^2)
- 791 • η est l'impédance caractéristique de l'espace libre (377Ω)

792
793 Par conséquent, seule l'amplitude du champ E ou du champ H doit être mesurée sur la
794 surface d'évaluation pour obtenir la DPI adéquate. La DPI moyenne dans l'espace peut
795 donc être exprimée comme suit :

$$sDPI_{\text{moy}} = \frac{1}{2\eta A_{\text{moy}}} \iint_{A_{\text{moy}}} |E|^2 dA = \frac{\eta}{2A_{\text{moy}}} \iint_{A_{\text{moy}}} |H|^2 dA \quad (13)$$

796
797 La formule ci-dessus n'est valable qu'à une distance minimale de l'antenne. Pour les
798 fréquences supérieures à la bande des 24 GHz, les distances du tableau 2 de la norme
799 IEC/IEEE 63195-1 (également présenté ci-dessous) s'appliquent.

800
801 **Tableau 2: Distance d'évaluation entre l'antenne de l'objet sous test et la surface**
802 **d'évaluation pour laquelle l'approximation de l'onde plane équivalente s'applique**

Dimension de l'antenne	Distance minimale
$D = \frac{\lambda}{3}$	0.35λ
$D = \lambda$	1.6λ
$D = 2.5\lambda$	6.8λ
$D = 5\lambda$	21λ

803
804 Pour d'autres gammes de fréquences, des clarifications seront fournies dans une édition
805 ultérieure du présent document. En attendant, les orientations générales de la définition du
806 champ éloigné et du tableau 1 de la norme IEC TR 63170 peuvent être utilisées.

807
808 Par conséquent, une évaluation du niveau de référence du champ conformément à la
809 section 7.6 du CNR est autorisée pour les dispositifs avec une ou des antennes
810 fonctionnant dans le champ éloigné avec une distance de séparation inférieure à 20 cm.

811

812 5.6.2. Surface d'évaluation dans la zone de champ proche

813

814 En général, l'évaluation de la DPI se fera à proximité du MAE et de la ou des sources
815 émettrices. Dans ces situations, les champs électriques et magnétiques doivent être
816 évalués conformément à la section 7.4.2.2 de la norme IEC/IEEE 63195-1. Des
817 algorithmes de reconstruction peuvent être utilisés pour :

818

819 • dériver le champ magnétique du champ électrique (ou vice versa) conformément à
820 la section 7.4.2.3 de la norme IEC/IEEE 63195-1.

821 • déterminer les champs entre la surface de mesure et la surface d'évaluation, et
822 finalement la distance de séparation souhaitée.

823

824 Les étapes des sections 7.4.1 et 7.4.4 de la norme IEC/IEEE 63195-1 doivent être suivies
825 pour effectuer les mesures de la DPI. Les écarts sont décrits ci-dessous :

826

827 a. La valeur de l'échelon de base de mesure d'antenne dans un plan est généralement
828 inférieure ou égal à $\frac{\lambda}{4}$. Une résolution spatiale plus faible peut être nécessaire
829 lorsque les mesures sont acquises dans des régions où les modes évanescents ne
830 sont pas négligeables (ce qui est typiquement le cas dans le champ proche radiatif).

831

832 b. Lorsqu'un balayage de la région de mesure prend du temps, des techniques de
833 balayage rapide peuvent être utilisées pour réduire la durée totale de la mesure afin
834 de déterminer l'emplacement relatif de la DPI_{mm} . Une approche consiste à
835 effectuer deux balayages :

836

837 i. La première (un balayage rapide) peut être effectuée en déplaçant la sonde
838 de champ sur l'ensemble de la zone de mesure.

839

840 ii. La seconde (un balayage complet) doit être effectuée sur la région identifiée
841 par le point (i) ci-dessus, qui contient les champs élevés (c'est-à-dire les
842 champs qui se situent à moins de 17 dB du champ de crête).

843

844 c. La $sDPI_{moy}$ est calculé sur la surface d'évaluation et le DPI_{mm} est évalué :

845

846 i. La DPI_{mm} ne doit pas se trouver à la limite de la surface d'évaluation.

847

848 ii. Lorsque la DPI_{mm} est situé sur la frontière, un deuxième balayage est
849 effectué en déplaçant la surface d'évaluation ou en étendant la surface
850 d'évaluation initiale.

851

852 Si les critères (i) ou (ii) ne sont pas remplis, la région de mesure est élargie et le
853 processus est répété à partir de l'étape de balayage.

854

- 855 d. Lorsque la transformation à rebours est appliquée, il faut s'assurer que les mesures
856 sont prises suffisamment près de la surface d'évaluation pour capturer avec
857 précision les champs proches réactifs qui contribuent à la DPI.
858
- 859 e. La même mesure que le niveau de référence initial est prise pour évaluer la dérive
860 de puissance du MAE, il peut s'agir de n'importe quelle mesure de référence
861 ultérieure (i de n). La dérive est calculée à l'aide de la formule suivante :
862

$$\text{Dérive de puissance} = 100\% \times \left| \frac{Ref_i - Ref_1}{Ref_1} \right| \quad (14)$$

863 où :

864
865 $Ref_{1 \text{ of } n}$ sont les valeurs de référence du champ E ou du champ H au carré, de la
866 puissance rayonnée ou de la puissance conduite prises en 7.4.1 (a) et (e),
867 respectivement.
868

869 La dérive doit normalement être inférieure à 5 % et prise en compte dans le bilan
870 d'incertitude. Toutefois, les dérives supérieures à 5 % doivent être prises en compte
871 et la justification doit être fournie dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.
872 Afin de garantir une valeur prudente pour le résultat $sIPD_{avg}$, les dérives ne sont pas
873 soustraites des évaluations $sIPD_{avg}$.
874

875 Ensuite, la DPI doit être compensée pour la dérive de puissance du MAE à l'aide de
876 la formule suivante :

$$DPI_{compensée} = DPI_{mesurée} \times \left(1 + \frac{|Dérive de puissance|}{100\%} \right) \quad (15)$$

- 877
878 f. La moyenne spatiale doit être sur 4 cm² et réalisée en utilisant une forme carrée
879 pour la zone de calcul de la moyenne de la densité de puissance.
880
- 881 g. Les valeurs $sDPI_{moy}$ (c-à-d. $sDPI_{n+}$, $sDPI_{mod+}$ et $sDPI_{tot+}$), DPI_m et DPI_{mm} sur la
882 surface d'évaluation doivent être adaptées à la tolérance maximale de mise au point
883 du MAE et documentées dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.
884

885 Les résultats permettant de déterminer la conformité aux limites de DPI sont la valeur la
886 plus élevée de la DPI :

- 887 • DPI moyenne spatiale (DPI_{n+} , $sDPI_{mod+}$ ou $sDPI_{tot+}$) pour les fréquences
- 888 comprises entre 6 GHz et 300 GHz ; et
- 889 • DPI_m pour les fréquences supérieures à 30 GHz.

890
891 Tous ces résultats seront inclus dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.
892

893 5.7. Évaluations basées sur la simulation

894

895 Lorsque les limitations pratiques du MAE, le nombre d'essais ou le fantôme équivalent au
896 tissu empêchent une évaluation basée sur la mesure, une évaluation basée sur la
897 simulation peut être réalisée.

898

899 Les méthodes d'évaluation basées sur la simulation sont décrites dans le [CNR-](#)
900 [102.DPI.SIM](#).

901

902 **5.8. Procédures de validation**

903

904 Lorsque des simulations sont effectuées dans le cadre de l'évaluation, les résultats de la
905 simulation doivent être validés conformément aux procédures de la section 5.3.4.3 de la
906 [CNR-102.DPI.SIM](#).

907

908 La validation des résultats des mesures et de la simulation doit être documentée dans le
909 mémoire technique sur l'exposition aux RF.

910

911 **5.9. Évaluation de l'incertitude**

912

913 L'évaluation de l'incertitude doit être réalisée conformément à la section 8 de la norme
914 IEC/IEEE 63195-1. Le budget d'incertitude, qui doit être fourni dans le mémoire technique
915 sur l'exposition aux RF, doit avoir une incertitude élargie ($k = 2$) des mesures de ≤ 2 dB.
916 Outre les composantes d'incertitude indiquées à la section 8.4 de la CEI/IEEE 63195-1, les
917 composantes suivantes doivent être prises en compte :

918

- 919 • l'incertitude liée au temps de réponse des sondes de champ
 - 920 ○ le fabricant du système de mesure doit fournir les moyens de déterminer ces
 - 921 composantes d'incertitude

922

- 923 • l'incertitude de la densité de puissance incidente spatiale crête (DPI_m)

924

925 Dans les situations où des simulations sont effectuées pour étayer les mesures, une
926 évaluation distincte de l'incertitude conformément à la norme [CNR-102.DPI.SIM](#) doit
927 également être incluse dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.

928

929 **5.10. Dispositifs contenant plusieurs antennes ou plusieurs émetteurs**

930

931 Tous les modes de fonctionnement du MAE capables d'effectuer plusieurs transmissions
932 simultanées, y compris ceux qui se situent en dehors de la gamme de fréquences du
933 présent document, doivent être testés conformément à la section 8 du [CNR-102](#).

934

935 En outre, les orientations fournies à la section 7.5 de la norme IEC/IEEE 63195-1 peuvent
936 être suivies, avec la modification suivante, à la section 7.5.2 g) : toutes les valeurs de
937 DPI_{mm} doivent être incluses dans le calcul de la DPI_{mm} totale, à moins qu'une somme
938 géométrique ne soit effectuée pour démontrer que l'exposition à différents emplacements
939 n'entraîne pas un rapport d'exposition totale supérieur à 1. Chaque DPI_{mm} et DPI_m doit
être normalisé à la puissance rayonnée (en tenant compte des spécifications de mise au

940 point et des variations de production). Le DPI_{imm} et le DPI_{lm} doivent être documentés dans
941 le mémoire technique sur l'exposition aux RF.

942

943 **5.11. Moyenne temporelle de la DPI**

944

945 La conformité des produits finaux mettant en œuvre les algorithmes TA-DPI sera
946 approuvée par ISDE au cas par cas.

947

948 Reportez-vous à l'annexe G du document [CNR-10.DAS.MES](#) pour connaître les méthodes
949 d'essai générales à utiliser pour évaluer la conformité des algorithmes TA-DPI jusqu'à ce
950 qu'il y ait suffisamment de données disponibles pour qu'ISDE puisse fournir des
951 orientations détaillées. Les mesures de la DPI doivent être effectuées pour les
952 changements de puissance demandée ou de facteur d'utilisation, au lieu des mesures du
953 DAS.

954

955 Tous les nouveaux algorithmes TA-DPI doivent être approuvés avant d'être ajoutés à la
956 [Liste d'algorithmes TAS approuvés par ISDE](#). L'approbation d'ISDE sera accordée à la
957 suite d'un examen satisfaisant des la documentation sur les algorithmes et, si cela est jugé
958 nécessaire, une évaluation physique.

959

960 Lors de la soumission d'une demande à ISDE, la section intitulée « Renseignements à
961 fournir auprès d'ISDE » de l'annexe G du [CNR-10.DAS.MES](#) est requise.

962

963 Notez qu'ISDE peut, à sa discrétion, demander à des informations supplémentaires pour
964 l'approbation d'un algorithme TA-DPI.

965

966 **6. Fiche technique sur l'exposition aux radiofréquences**

967

968 Le requérant doit préparer un mémoire technique sur l'exposition aux RF qui contient
969 toutes les informations requises énumérées à la section 4.3 de la CNR-102, les détails
970 techniques décrits dans [Annex A](#) du présent document et toutes les informations
971 pertinentes pour documenter la validation de l'algorithme TA-DPI, le cas échéant.

972

973 Les mémoires techniques sur l'exposition aux RF doivent comprendre toutes les
974 informations nécessaires pour reproduire les résultats des mesures, y compris les
975 informations relatives à la ou aux configurations d'essai, aux méthodes, aux instruments,
976 aux étalonnages du matériel, aux budgets d'incertitude du matériel et des mesures, au
977 vérifications du système, ainsi que toutes les autres informations techniques pertinentes.

978

979 Les positions d'essai des dispositifs doivent être documentées, y compris les
980 représentations graphiques montrant les distances de séparation et les angles d'inclinaison
981 utilisés au cours de l'évaluation. La justification du choix de la ou des distances de
982 séparation entre le dispositif et la surface d'évaluation doit être incluse. Des photos en gros
983 plan du dispositif réel dans les différentes positions d'essai doivent également être incluses.

984

985 Reportez-vous à l'annexe A de la CNR-102 pour de plus amples informations.

986 **Annex A Renseignements à déclarer se rapportant à l'évaluation de la**
987 **densité de puissance incidente**
988

989 Cette annexe contient une liste complète des renseignements qui doivent être incluses
990 dans le mémoire technique sur l'exposition aux radiofréquences (RF) pour démontrer la
991 conformité à la norme CNR-102.DPI.MES.
992

993 La section A.1 contient des renseignements sur le dispositif d'essai et la catégorie
994 d'exposition. La section A.2 contient des renseignements spécifiques sur les mesures de la
995 densité de puissance incidente (DPI).
996

997 **A.1 Renseignements sur le dispositif d'essai et la catégorie d'exposition**
998

(1) Informations générales
<ul style="list-style-type: none"> • Numéro d'homologation ISDE • Informations relatives à l'homologation (c'est-à-dire NIVM, NMP, NMH, etc.) • Numéro de modèle • Environnement d'exposition aux RF (grand public/utilisation contrôlée)
(2) Description du matériel à l'essai (MAE)
<ul style="list-style-type: none"> • Nature et destination du MAE • Théorie de fonctionnement du MAE
(3) Configurations de fonctionnement du dispositif et conditions d'essai
<ul style="list-style-type: none"> • Le dispositif d'essai est une unité de production ou un prototype identique. • Brève description des configurations de fonctionnement du dispositif d'essai, y compris : <ul style="list-style-type: none"> ○ illustration(s) de la position de l'antenne par rapport au matériel mis à l'essai, y compris les dimensions et les distances de séparation (pour des émetteurs/antennes multiples), le cas échéant ○ le ou les modes de fonctionnement et la ou les gammes de fréquences de fonctionnement ○ la puissance de sortie maximale de l'appareil pour chaque mode de fonctionnement et gamme de fréquences ○ les tolérances maximales de mise au point (c-à-d. la variation de la puissance de sortie des canaux d'essai applicables) ○ type d'antenne avec gain et positions de fonctionnement ○ configurations applicables à la tête, au corps, au support du corps et/ou aux membres portés ○ les options de batterie susceptibles d'affecter les résultats de la DPI ○ description du logiciel du mode d'essai, y compris le numéro de version et ce que le logiciel a été utilisé pour contrôler ou configurer, le cas échéant (y compris, mais sans s'y limiter, la sélection de l'antenne, la

signalisation, les tables de puissance, le réglage dynamique de l'antenne, les paramètres de l'algorithme de la DPI à moyenne temporelle, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> • Procédures utilisées pour établir les signaux d'essai
<ul style="list-style-type: none"> • Description détaillée des protocoles de communication utilisés lors de l'évaluation
<ul style="list-style-type: none"> • Puissance de sortie maximale ou DPI local mesuré avant et après chaque essai DPI
<ul style="list-style-type: none"> • Description du facteur d'échelle utilisé, le cas échéant

999
1000
1001

A.2 Informations spécifiques pour les mesures de la DPI

(1) Système de mesure et description du site
<ul style="list-style-type: none"> • Brève description du système de mesure de DPI
<ul style="list-style-type: none"> • Brève description du dispositif d'essai
<ul style="list-style-type: none"> • Brève description de l'environnement d'essai (par exemple, conditions ambiantes RF, température et réflexions)
<ul style="list-style-type: none"> • Spécifications concernant toute autre procédure reconnue par ISDE pour les configurations d'essai non couvertes par la norme CEI/IEEE 63195-1
(2) Étalonnage de la sonde de champ électrique et/ou magnétique
<ul style="list-style-type: none"> • Description de la sonde, de ses dimensions, de son isotropie, de ses résolutions spatiales, de sa gamme dynamique, de son erreur de linéarité et du décalage du capteur, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Description de l'incertitude de mesure de la sonde
<ul style="list-style-type: none"> • Date d'étalonnage la plus récente et certificat d'étalonnage associé
(3) Validation du système de mesure de la DPI et vérification du système
<ul style="list-style-type: none"> • Description de la procédure de validation du système
<ul style="list-style-type: none"> • Résultats de l'évaluation réalisée pour valider la méthode de mesure de la DPI
<ul style="list-style-type: none"> • Résultats de la distribution DPI pour chaque intra bande de fréquence pour la validation du système.
<ul style="list-style-type: none"> • Notes concernant la méthode de mesure de la DPI, y compris toute analyse ou condition supplémentaire à appliquer
<ul style="list-style-type: none"> • Description de la procédure de vérification relative et absolue du système, y compris toute méthode/calcul non normalisé(e) utilisé(e) pour déterminer la (les) valeur(s) cible(s) de la vérification du système.
<ul style="list-style-type: none"> • Résultats de la vérification du système pour chaque bande de fréquences
<ul style="list-style-type: none"> • Brève description de la source de rayonnement RF utilisée pour vérifier les performances du système DPI dans la gamme de fréquences de fonctionnement du dispositif d'essai.
<ul style="list-style-type: none"> • Notes concernant la puissance rayonnée, la densité de puissance incidente spatiale crête (DPI_m) et la densité de puissance incidente spatiale moyenne maximale (DPI_{mm}) pour les configurations d'essai cibles mesurées et prévues.

<ul style="list-style-type: none"> Notes concernant l'erreur absolue en dB entre les valeurs cibles mesurées et attendues, ainsi qu'une description détaillée et des documents justificatifs montrant comment les valeurs cibles ont été calculées.
<ul style="list-style-type: none"> Liste des composantes d'erreur contribuant à l'incertitude totale de mesure
<ul style="list-style-type: none"> Tracés DPI de toutes les mesures de contrôle du système pour démontrer la fonctionnalité/conformité du système
<ul style="list-style-type: none"> Les dates d'homologation les plus récentes des antennes et des sondes, ainsi que les certificats d'étalonnage associés.
(4) Positionnement de l'appareil
<ul style="list-style-type: none"> Description du support diélectrique ou des mécanismes similaires utilisés pour positionner le dispositif d'essai dans les configurations d'essai spécifiques
<ul style="list-style-type: none"> Description des procédures de positionnement utilisées pour évaluer l'exposition la plus élevée attendue dans des configurations de fonctionnement normales
<ul style="list-style-type: none"> Photos, croquis et illustrations montrant la position des appareils par rapport à la surface d'évaluation, y compris les distances et les angles de séparation, le cas échéant.
<ul style="list-style-type: none"> Description des positions de fonctionnement de l'antenne (déployée, rétractée ou rangée, etc.) et des configurations testées dans le cadre de l'évaluation de la DPI
(5) Emplacement du DPI_m
<ul style="list-style-type: none"> Description de la résolution grossière, de la surface ou des procédures de balayage utilisées pour rechercher tous les emplacements possibles des DPI
<ul style="list-style-type: none"> Description du logiciel de post-traitement, y compris les algorithmes de reconstruction et les procédures utilisées pour identifier les emplacements des DPI à une résolution spatiale plus fine.
<ul style="list-style-type: none"> Description, illustration et diagramme de distribution de la DPI montrant les emplacements de la DPI
<ul style="list-style-type: none"> Identification des sites utilisés pour l'évaluation du DPI_m
(6) Procédures de la densité de puissance incidente moyenne maximale
<ul style="list-style-type: none"> Description de la résolution fine ou des procédures de balayage utilisées pour déterminer le DPI_{mm} le plus élevé dans la zone de calcul de la moyenne
<ul style="list-style-type: none"> Description du logiciel de post-traitement, y compris les procédures d'algorithmes de reconstruction utilisées pour estimer la valeur de la DPI à partir de la surface de mesure, de la surface d'évaluation et de la distance de séparation souhaitée.
<ul style="list-style-type: none"> Tracés des essais réalisés pour déterminer la DPI_{mm} de chaque mode de fonctionnement et détails sur la mise à l'échelle de la densité de puissance, le cas échéant.
(7) Incertitude totale de la mesure
<ul style="list-style-type: none"> Liste tabulée des composantes d'erreur et des valeurs d'incertitude contribuant à l'incertitude totale de mesure
<ul style="list-style-type: none"> Incetitude-type combinée et incetitude élargie (pour k=2) de chaque mesure
(8) Réduction des essais

<ul style="list-style-type: none"> • Toutes les informations, y compris une description (avec des dessins et des photographies, si nécessaire) et une justification des procédures spécifiques de réduction des essais.
<p>(9) Résultats des essais pour déterminer la conformité de la densité de puissance</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Un graphique de la DPI la plus élevée, échelonné en fonction de la tolérance maximale de mise au point pour chaque configuration d'essai (gauche, droite, joue, inclinaison/oreille, étendue, rétractée, etc.), lorsque les canaux testés pour chaque configuration ont des distributions de DPI similaires, devrait suffire ; dans le cas contraire, des graphiques supplémentaires devraient être inclus afin de documenter les différences de distribution.
<ul style="list-style-type: none"> • Les valeurs mesurées $sDPI_{n+}$, $sDPI_{mod+}$ et $sDPI_{tot+}$ adaptées à la tolérance maximale de mise au point de l'appareil, sous forme de tableau, pour chaque configuration d'essai.
<ul style="list-style-type: none"> • Notes concernant le DPI_{imm} et le DPI_m utilisés pour déterminer la conformité à la DPI.
<ul style="list-style-type: none"> • Le résultat le plus élevé de la : <ul style="list-style-type: none"> ○ $sDPI_{n+}$, $sDPI_{mod+}$, ou $sDPI_{tot+}$ pour les fréquences comprises entre 6 GHz et 300 GHz ; et ○ DPI_m pour les fréquences supérieures à 30 GHz
<ul style="list-style-type: none"> • Ratio d'exposition totale calculé pour les dispositifs à émetteurs multiples capables d'émettre simultanément.
<ul style="list-style-type: none"> • Les tracés DPI doivent également contenir des informations concernant la conformité aux sections 7.4.1 a) et b) de la norme IEC/IEEE 63195-1.
<ul style="list-style-type: none"> • Les tracés de la DPI doivent correspondre à toutes les informations fournies dans le dossier technique sur l'exposition aux radiofréquences (valeurs de la DPI, dérive, dates d'étalonnage, facteurs de conversion des sondes, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> • Les tracés DPI ne doivent pas être modifiés par rapport à ce qui est indiqué par le système.

1002