



Gestion du spectre et télécommunications

Cahier des charges sur les normes radioélectriques

Procédure de simulation 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.SIM, *Procédure de simulation pour effectuer l'évaluation de la conformité de la densité de puissance incidente (DPI) selon le CNR-102*, édition 2, remplace la CNR-102.DPI.SIM, 1re 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** concernant les exigences d'évaluation en référence à la norme [IEC/IEEE 63195-2](#) et
3. 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.SIM » 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 Toutes les publications d'ISDE relatives au spectre et aux télécommunications sont
45 disponibles sur le site Web, [Gestion du spectre et télécommunications](#).

46

47 Publié avec l'autorisation du :

48 Ministre de l'Innovation, des Sciences et de l'Industrie

49

50 Le directeur général

51 Direction générale du génie, de la planification et des normes

52

53

54

55

56 Martin Proulx

57

58

59

60

ÉBAUCHE

61	Table des matières	
62		
63	1. Portée.....	1
64	1.1. Objectif et application.....	1
65	1.2. Période de transition.....	1
66	2. Références normatives.....	1
67	3. Définitions, abréviations, sigles et quantités.....	2
68	4. Exigences générales.....	2
69	4.1. Limites d'exposition, cas d'utilisation et conditions d'exposition.....	2
70	5. Évaluations basées sur la simulation.....	3
71	5.1. Logiciel de simulation et méthode.....	3
72	5.2. Vérification du code.....	3
73	5.3. Modèle de simulation.....	3
74	5.3.1. Modèle du MAE.....	4
75	5.3.2. Surface d'évaluation.....	4
76	5.3.3. Paramètres de simulation et ressources informatiques.....	4
77	5.3.4. Analyse d'incertitude.....	4
78	5.4. Évaluation de l'exposition.....	8
79	5.4.1. Scénarios d'exposition et distances de séparation.....	8
80	5.4.2. Appareils avec plusieurs antennes ou plusieurs émetteurs.....	8
81	5.4.3. Dispositifs à réseaux ou sous-réseaux.....	8
82	6. Fiche technique sur l'exposition aux radiofréquences.....	9
83	Annex A Informations à déclarer en ce qui concerne l'évaluation de la densité de	
84	puissance incidente.....	10
85	A.1 Informations sur le dispositif d'essai et la catégorie d'exposition.....	10
86	A.2 Informations à inclure dans le dossier technique sur l'exposition aux	
87	radiofréquences concernant les évaluations computationnelles.....	11
88	Annex B Informations spécifiques relatives aux calculs de densité de puissance.....	15
89	B.1 Modèles de champ lointain.....	15
90	B.2 Impédance du point d'alimentation.....	15
91	B.3 Coefficient de réflexion.....	15
92	Annex C Désignatifs des modèles de conception assistée par ordinateur.....	16
93		

94 1. Portée

95
96 Le présent Cahier des charges radioélectriques (CNR) définit les méthodes de simulation
97 permettant d'évaluer la conformité des équipement fonctionnant dans la bande de
98 fréquences de 6 GHz à 300 GHz avec les limites de densité de puissance incidente (DPI)
99 spécifiées dans le CNR-102, [Conformité des appareils de radiocommunication à](#)
100 [l'exposition aux radiofréquences \(RF\) \(toutes les bandes de fréquences\)](#).

101 102 1.1. Objectif et application

103
104 Conformément à la section 7.5 du [CNR-102](#), le CNR-102.DPI.SIM décrit les exigences
105 relatives aux évaluations basées sur la simulation électromagnétique computationnelle des
106 dispositifs soumis aux limites de conformité de la densité de puissance incidente (DPI).

107
108 Le CNR-102.DPI.SIM couvre tous les dispositifs portables fonctionnant dans la bande de
109 fréquences de 6 GHz à 300 GHz. Les exigences techniques qu'il contient sont utilisées
110 pour réaliser des évaluations précises et reproductibles basées sur des simulations.

111
112 Les annexes du document CNR-102.DPI.SIM sont normatives. Les références à d'autres
113 documents ou annexes dans d'autres documents sont également normatives.

114 115 1.2. Période de transition

116
117 Ce document entrera en vigueur à la date de sa publication sur le site Web d'Innovation,
118 Science et Développement économique du Canada (ISDE). Toutefois, il y aura une période
119 de transition de **6 mois** à compter de sa publication, période pendant laquelle la conformité
120 au CNR-102.DPI.SIM, 1^{re} édition, ou au CNR-102.DPI.SIM, 2^e édition, sera acceptée.

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

125
126 On peut demander un exemplaire du CNR-102.DPI.SIM, 2^e édition, en envoyant un courriel
127 à l'adresse consultationradiostandards-consultationnormesradio@ised-isde.gc.ca.

128 129 2. Références normatives

130
131 Les documents énumérés sur la page web [Références normatives et base de données des](#)
132 [connaissances acceptables sur l'exposition aux radiofréquences \(RF\)](#) doivent être
133 consultés, s'ils sont applicables et disponibles, en conjonction avec le présent CNR.

134
135 ISDE peut envisager des méthodes d'évaluation qui ne figurent pas dans le CNR-
136 102.DPI.SIM ou les références normatives énumérées à la section 2 ci-bas. A cette fin,
137 envoyez une demande à l'adresse : [consultationradiostandards-](#)

138 consultationnormesradio@ised-isde.gc.ca avec des informations détaillées sur la ou les
139 méthodes d'évaluation alternatives.

140

141 3. Définitions, abréviations, sigles et quantités

142

143 On doit se référer au [CNR-102](#) et au [CNR-102.DPI.MEAS](#) pour les abréviations, sigles et
144 les quantités applicables à la présente norme.

145

146 4. Exigences générales

147

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

150

151 4.1. Limites d'exposition, cas d'utilisation et conditions d'exposition

152

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

157

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 (pDPI) 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.**

158

159 Il est important de noter que la conformité dans la zone de champ proche réactif se fait
160 normalement par rapport aux limites de densité de puissance absorbée (RB). Cependant,
161 comme ISDE n'a pas encore développé la norme CNR-102.DPA, la conformité des
162 appareils portables fonctionnant entre 6 GHz et 300 GHz doit être évaluée par rapport aux
163 limites de la DPI (NR) du paragraphe 5.3.3 de la norme CNR-102. Cette situation n'est
164 attendue que pour les émetteurs fonctionnant en dessous de 24 GHz.

165

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

172

173 **5. Évaluations basées sur la simulation**

174

175 L'évaluation par simulation doit être réalisée conformément à la norme [IEC/IEEE 63195-2](#).

176

177 **5.1. Logiciel de simulation et méthode**

178

179 Le logiciel de simulation doit être clairement identifié dans le mémoire technique sur
180 l'exposition aux RF. Idéalement, il doit utiliser l'une des méthodes de calcul en onde
181 complète suivantes :

- 182 • différences finies dans le domaine temporel (FDTD) / technique d'intégration finie
- 183 (FIT)
- 184 • méthode des éléments finis (FEM)

185

186 Dans le cas contraire, un formulaire de [demande](#) (adressé à la direction des normes
187 réglementaires) générale doit être soumis à ISDE, décrivant la méthode proposée et la
188 manière dont elle peut être utilisée pour effectuer une évaluation prudente de l'exposition
189 aux RF.

190

191 **5.2. Vérification du code**

192

193 Il doit être démontré que l'outil sélectionné répond aux exigences de vérification du code
194 énoncées dans l'annexe A de la norme [IEC/IEEE 63195-2](#).

195

196 **5.3. Modèle de simulation**

197

198 Cette section présente les exigences liées au modèle de simulation.

199

200 Le requérant soumet tous les paramètres de simulations pertinents pour la modélisation
201 (voir annexes A à C), y compris une copie électronique de la simulation et des ressources
202 informatiques nécessaires pour reproduire les résultats.

203

204 Le requérant est responsable du respect des limites spécifiées dans la [CNR-102](#), quel que
205 soit le modèle de simulation utilisé.

206

207 **Note** : Le requérant, lorsque cela est possible, peut choisir d'effectuer l'évaluation complète
208 de la densité de puissance en mesurant toutes les configurations d'antennes possibles
209 (voir la section 5 du [CNR-102.DPI.MES](#)).
210

211 **5.3.1. Modèle du MAE**

212
213 LE MAE doit être modélisé en espace libre et les configurations d'essai doivent être
214 choisies conformément à la section 5.3 du [CNR-102.DPI.MES](#) et modélisées de manière
215 appropriée.
216

217 La procédure de modélisation du MAE est décrite dans le mémoire technique sur
218 l'exposition aux RF. Les dimensions mécaniques et les propriétés des matériaux doivent
219 être fournies, ainsi que les tolérances associées.
220

221 La troncature du modèle ou du domaine de calcul du MAE est autorisée afin de réduire les
222 ressources de calcul. Toutefois, les champs réactifs du modèle ne doivent pas être
223 tronqués. Lorsqu'un modèle tronqué est utilisé, il doit être démontré et documenté dans le
224 mémoire technique sur l'exposition aux RF que la troncature a un impact négligeable sur
225 les caractéristiques RF du modèle du MAE. La méthodologie décrite à la section 9.2.5 de la
226 norme [IEC/IEEE 63195-2](#) peut être utilisée à cet égard.
227

228 **5.3.2. Surface d'évaluation**

229
230 La surface d'évaluation doit se trouver dans le domaine de calcul. Sinon, le domaine de
231 calcul doit être choisi de manière à ce que les composants du champ réactif du MAE ne
232 soient pas affectés par des conditions aux limites d'absorption.
233

234 La valeur moyenne de la DPI sur la surface d'évaluation doit être effectué conformément à
235 la section 8.4 de la norme [IEC/IEEE 63195-2](#).
236

237 **5.3.3. Paramètres de simulation et ressources informatiques**

238
239 Tous les paramètres de simulation pertinents, comme ceux liés au maillage, aux conditions
240 limites, à la convergence, etc., ainsi que les ressources informatiques nécessaires pour
241 reproduire les résultats de la simulation, doivent être fournis dans le mémoire technique sur
242 l'exposition aux RF.
243

244 **5.3.4. Analyse d'incertitude**

245
246 Cette section contient les lignes directrices pour l'analyse d'incertitude par simulation.
247

248 **5.3.4.1. Exigences générales**

249

250 Une analyse d'incertitude complète doit être effectuée et présentée conformément à la
251 norme [IEC/IEEE 63195-2](#). Le bilan d'incertitude, qui doit être fourni dans le mémoire
252 technique sur l'exposition aux RF, doit démontrer que l'incertitude accrue ($k = 2$) du modèle
253 informatique est $\leq 30 \%$.

254
255 Les étapes de l'évaluation de chaque composante du bilan d'incertitude doivent être
256 indiquées dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF.

257

258 **5.3.4.2. Incertitudes de simulation**

259

260 Il faut parfois s'écarter des procédures prescrites pour évaluer les diverses incertitudes de
261 simulation. Par exemple,

262

263 a. Résolution du maillage (FDTD/FIT) – si les directives données à la section 9.2.2.2
264 de la norme [IEC/IEEE 63195-2](#) s'avèrent trop compliquées pour les calculs, cette
265 incertitude peut être évaluée en augmentant le nombre total de cellules de mailles
266 d'un facteur de 2 ou, en cas d'application d'une sous-grille, d'un facteur de 4 dans la
267 région la plus exposée (y compris la ou les antennes sources).

268

269 b. Conditions de limites (FDTD/FIT/FEM) – si les directives données à la section 9.2.3.
270 de la norme [IEEE 63195-2](#) s'avèrent trop compliquées pour les calculs, cette
271 incertitude peut être évaluée en augmentant la taille de la boîte englobante de 50 %
272 dans toutes les directions.

273

274 c. Convergence (FDTD/FIT) – si les directives données à la section 9.2.6 de la norme
275 [IEEE 63195-2](#) s'avèrent trop compliquées pour les calculs, on peut appliquer la
276 solution suivante.

277

278 Le temps de simulation requis pour la convergence, T_{conv} , doit être suffisamment
279 long pour garantir que le niveau de champ RMS maximal reste dans le même voxel
280 lorsque le temps de simulation augmente à $1,5 T_{\text{conv}}$ c.-à-d. que l'emplacement du
281 champ maximum RMS ne change pas. De plus, le niveau de champ associé à ce
282 voxel ne doit pas varier de plus de 2 %. On peut prendre en considération le champ
283 E ou H, selon celui qui est dominant dans le contexte de l'exposition. Le
284 pourcentage de variation du niveau de champ RMS maximum accompagnant
285 l'augmentation de T_{conv} à $1,5 T_{\text{conv}}$ constituera l'incertitude de convergence, avec une
286 distribution rectangulaire.

287

288 **5.3.4.3. Incertitude et validation du modèle MAE**

289

290 Une analyse d'incertitude complète consiste à faire des mesures pour valider le modèle du
291 MAE et déterminer son incertitude.

292
293 La composante d'incertitude modèle du MAE (comme indiqué dans le tableau 2 de la
294 norme [IEC/IEEE 63195-2](#)) peut être calculé conformément à la section 9.3 de la norme
295 [IEC/IEEE 63195-2](#) .

296
297 Dans les cas où la valeur de la DPI est dérivée du champ E ou H, l'incertitude peut être
298 évaluée conformément à la section 9.3 de la norme [IEC/IEEE 63195-2](#).

$$U_{DPI}(\%) = 100 \cdot \max(n) \left[\frac{|v_{mes}^2(n) - v_{sim}^2(n)|}{\max\{\max(n) |v_{mes}^2(n)| \quad \max(n) |v_{sim}^2(n)|\}} \right] \quad (1)$$

300 Où

- 301 • $v_{mes}(n)$ est la valeur de la DPI dérivée du champ E ou H par la prise de
302 *mesures* à la position n ou de sa solution de référence précise ;
- 303
304 • $v_{sim}(n)$ est la valeur de la DPI dérivée du champ E ou H par des *simulations* à la
305 position n ;

306
307 L'incertitude du modèle MAE basé sur les valeurs directes de la DPI peut être évaluée
308 comme suit :

- 309
310 • Les valeurs de densité de puissance *simulées* à chaque position n sur la surface
311 d'évaluation sont normalisées par rapport à la puissance rayonnée. Ces valeurs
312 sont désignées par $v_{sim}(n)$.
- 313
314 • Les valeurs de densité de puissance *mesurées* à chaque position n sur la
315 surface d'évaluation, obtenues conformément à la section 5 du [CNR-](#)
316 [102.DPI.MES](#), doivent être normalisées par rapport à la puissance rayonnée.
317 Ces valeurs sont désignées par $v_{mes}(n)$.
- 318
319 • L'incertitude numérique U_{DPI} est utilisée à la place de U_{DAS} pour les évaluations
320 en champ proche et est déterminée comme suit :

$$U_{DPI}(\%) = 100 \cdot \max \left[\frac{|v_{mes}(n) - v_{sim}(n)|}{\max[v_{mes}(n)]} \right] \quad (2)$$

322
323 L'impact des conducteurs à pertes doit être évalué. Pour ce faire, on évalue la conductivité
324 minimale et maximale de tous les conducteurs de la MAE à l'aide des spécifications
325 d'incertitude publiées. L'écart doit être indiqué dans le bilan d'incertitude à l'aide d'une
326 distribution de probabilité rectangulaire.

327
328 L'incertitude associée à la technique de maximisation du champ doit être incluse dans le
329 bilan d'incertitude numérique total conformément à l'annexe C de la norme [CEI/IEEE](#)
330 [63195-2](#). Le modèle du MAE doit être validé par des mesures. Les exigences pour une
331 validation réussie des résultats de simulation par rapport aux données de mesure
332 correspondantes sont spécifiées ci-dessous. La validation du modèle MAE doit être
333 calculée conformément à la section 7.5.3 de la norme [CEI/IEEE 63195-2](#). En particulier :

334 Si la validation du modèle du MAE est basée sur les valeurs de la DPI dérivées des
335 champs E et H, elle peut être évaluée comme suit :

- 336
337 • À chaque position n à laquelle $v_{mes}(n)$ ou $v_{sim}(n)$ est supérieure à 5 % de la
338 valeur maximale *mesurée* ou *simulée* $\max[v_{sim}(n) v_{mes}(n)]$, vérifiez si l'écart
339 entre la valeur mesurée à la position n $v_{meas}(n)$ et la valeur simulée $v_{sim}(n)$
340 se situe dans l'incertitude combinée de U_{meas} et U_{sim} en l'évaluant :

$$\xi_n = \frac{[v_{sim}(n) - v_{meas}(n)]^2}{\sqrt{[v_{sim}(n) \cdot U_{sim(k=2)}]^2 + [v_{meas}(n) \cdot U_{meas(k=2)}]^2}} \leq 1 \quad (3)$$

341 Où

- 342 • $v_{mes}(n)$ est la DPI déterminé expérimentalement à la position n ou sa solution
343 de référence précise ;
344 • $v_{sim}(n)$ est la DPI déterminé par calcul à la position n ;
345 • $U_{sim(k=2)}$ est l'incertitude accrue ($k = 2$) de la valeur simulée ; et
346 • $U_{mes(k=2)}$ est l'incertitude accrue ($k = 2$) de la valeur mesurée
347

348 Si la validation du modèle MAE est basée sur les valeurs directes de la DPI, le calcul
349 devient :

350

$$\xi_n = \frac{(IPD_{mes} - IPD_{sim})}{\sqrt{(U_{mes} \cdot IPD_{mes})^2 + (U_{sim} \cdot IPD_{sim})^2}} \leq 1 \quad (4)$$

351 où :

- 352 • ξ_n est l'écart normalisé
353 • IPD_{mes} est une valeur DPI unique mesurée
354 • IPD_{sim} est une valeur unique de la DPI simulé
355 • U_{mes} est l'incertitude accrue ($k = 2$) de la valeur mesurée
356 • U_{sim} est l'incertitude accrue ($k = 2$) de la valeur simulée
357

358 One note que IPD_{mes} et IPD_{sim} doivent se trouver au même endroit et dans la même
359 configuration.
360

361 Lorsque $\xi > 1$, en utilisant la formule (3) ou (4), le modèle MAE n'est pas dans l'incertitude-
362 type composée. Le modèle MAE doit être révisé et réévalué jusqu'à ce que $\xi \leq 1$.

363
364 Une description détaillée de la procédure de validation du modèle du MAE doit être fournie
365 dans le mémoire technique sur l'exposition aux RF, ainsi que les résultats de la validation
366 du modèle et les graphiques ou tableaux démontrant la concordance entre les résultats
367 mesurés et simulés.

369 **5.4. Évaluation de l'exposition**

370
371 Une fois le modèle de simulation validé, on peut effectuer les évaluations de l'exposition.
372 La présente section décrit les exigences relatives à ces évaluations.

374 **5.4.1. Scénarios d'exposition et distances de séparation**

375
376 Les évaluations doivent être effectuées pour chaque scénario d'exposition et distance de
377 séparation identifiés dans les sections 4.1 et 4.2 du [CNR-102.DPI.MES](#), respectivement, à
378 moins qu'une justification suffisante ne soit fournie pour un ensemble réduit de scénarios
379 d'exposition et de distances de séparation les plus défavorables dans le mémoire
380 technique sur l'exposition aux radiofréquences.

381
382 L'évaluation à l'aide de toutes les mesures d'exposition à l'DPI pertinentes (c-à-d. $sDPI_{n+}$,
383 $sDPI_{mod+}$, $sDPI_{tot+}$ et $psDPI$) doit être signalée, y compris le $pDPI$ pour les MAE dont les
384 éléments fonctionnent au-dessus de 30 GHz.

386 **5.4.2. Appareils avec plusieurs antennes ou plusieurs émetteurs**

387
388 Pour les dispositifs dont les éléments ne fonctionnent pas simultanément, les évaluations
389 doivent être effectuées pour chaque élément d'antenne actif, conformément à la section
390 8.2.2 de la norme [IEC/IEEE 63195-2](#). On note que le $pDPI$ doit également être évalué et
391 rapporté conformément à la section 8.2.2 de la [IEC/IEEE 63195-2](#) pour les MAE
392 fonctionnant au-dessus de 30 GHz.

393
394 Des évaluations supplémentaires doivent être effectuées pour les dispositifs comportant
395 plusieurs antennes non corrélées ou plusieurs émetteurs ou sources qui fonctionnent
396 indépendamment et peuvent fonctionner dans différentes gammes de fréquences. Leur
397 exposition doit être combinée et rapportée en termes de ratio d'exposition totale, comme
398 mentionné dans la section 8 de la CNR-102.

400 **5.4.3. Dispositifs à réseaux ou sous-réseaux**

401
402 Pour les dispositifs à réseaux ou sous-réseaux, les évaluations doivent être effectuées pour
403 chaque réseau ou sous-réseau actif conformément à la section 8.2.3 de la norme

404 [IEC/IEEE 63195-2](#) . Pour tous les MAE, la $sDPI_{n+}$, la $sDPI_{mod+}$, la $sDPI_{tot+}$ et, pour les MAE
405 fonctionnant au-dessus de 30 GHz, la $pDPI$, doivent être calculées séparément et
406 indiquées dans le mémoire technique sur l'exposition aux radiofréquences pour chaque
407 canal RF et pour chaque antenne. Le $psDPI$ est ensuite calculé en appliquant les
408 techniques de maximisation spécifiées dans l'annexe C de la norme [IEC/IEEE 63195-2](#).
409 Une description, y compris la justification et l'incertitude associées à la technique de
410 maximisation choisie, doit être documentée dans le mémoire technique sur l'exposition aux
411 RF.

412

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

414

415 Le mémoire technique sur l'exposition aux RF doit comprendre toutes les informations
416 nécessaires pour reproduire la simulation et les résultats des mesures associées, y
417 compris les informations relatives aux configurations, aux méthodes et aux instruments
418 d'essai. Une liste complète des informations requises est fournie dans l'[Annex A](#) du présent
419 document.

420

421 Reportez-vous à l'annexe A de la [CNR-102](#) pour plus d'informations.

422 **Annex A Renseignements à déclarer se rapportant à l'évaluation de la**
423 **densité de puissance incidente**

424
425 Cette annexe contient une liste complète des renseignements devant être inclus dans le
426 mémoire technique sur l'exposition aux RF afin de démontrer la conformité des dispositifs
427 portatifs aux limites de la DPI, dispositifs exploités dans la bande de fréquences de 6 à 300
428 GHz.

429
430 La section A.1 énumère les renseignements sur le matériel à l'essai et la catégorie
431 d'exposition. La section A.2 énumère les renseignements spécifiques pour les simulations
432 de densité de puissance incidente (DPI).

433 **A.1 Renseignements sur le dispositif d'essai et la catégorie d'exposition**
434
435

(1) Informations générales
<ul style="list-style-type: none"> • Numéro d'homologation ISDE
<ul style="list-style-type: none"> • Informations relatives à l'homologation (c'est-à-dire NIVM, NMP, NMH, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> • Numéro de modèle
<ul style="list-style-type: none"> • Environnement d'exposition aux RF (grand public/utilisation contrôlée)
(2) Description du matériel mis à l'essai (MAE)
<ul style="list-style-type: none"> • Nature et destination du MAE
<ul style="list-style-type: none"> • Théorie de fonctionnement du MAE
(3) Configurations de fonctionnement du dispositif et conditions d'essai
<ul style="list-style-type: none"> • 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
<ul style="list-style-type: none"> • Description des formes d'onde générées par chaque émetteur dans le MAE, y compris la forme d'onde fondamentale (sinusoïdale, triangulaire, rectangulaire ou autre) et la fréquence, la modulation appliquée et la largeur de bande occupée à 99 % (OBW), le facteur d'utilisation, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Description de la puissance conduite du niveau d'excitation appliqué à chaque antenne en fonction des cas d'utilisation et des états de fonctionnement applicables.

436
437
438
439

A.2 Informations à inclure dans le dossier technique sur l'exposition aux radiofréquences concernant les évaluations computationnelles

(1) Ressources informatiques
<ul style="list-style-type: none"> • Outil et méthode de calcul (c'est-à-dire FDTD/FIT et FEM)
<ul style="list-style-type: none"> • Résultats de la vérification du code (peut être inclus dans une pièce jointe séparée)
<ul style="list-style-type: none"> • Résumé des ressources informatiques utilisées pour effectuer les calculs de densité de puissance incidente (DPI) pour le modèle de matériel mis à l'essai (MAE).
<ul style="list-style-type: none"> • Résumé des exigences minimales en matière de calcul pour reproduire les résultats de l'évaluation
(2) Mise en œuvre et validation de l'algorithme
<ul style="list-style-type: none"> • Résumé du logiciel et de la mise en œuvre du solveur électromagnétique applicable à l'évaluation DPI particulière, y compris les conditions limites absorbantes, les méthodes d'excitation de la source, les méthodes de traitement des fils métalliques minces, des feuilles ou des matériaux diélectriques, etc.
<ul style="list-style-type: none"> • Description des procédures utilisées pour valider les algorithmes de calcul de base et analyse de la précision de calcul basée sur ces algorithmes pour l'évaluation particulière de la DPI.
(3) Paramètres de calcul
<ul style="list-style-type: none"> • Liste tabulée des paramètres de calcul tels que : <ol style="list-style-type: none"> 1. Durée totale de la simulation 2. Dimensions du domaine de calcul 3. Maillage, y compris la taille maximale des mailles 4. Convergence et critères/conditions d'achèvement de la simulation

5. Conditions limites
6. séparation du modèle de matériel mis à l'essai (MAE) des limites absorbantes
7. Tout autre paramètre essentiel lié aux exigences de la configuration informatique pour l'évaluation de la DPI.
<ul style="list-style-type: none"> Description des procédures utilisées pour gérer l'efficacité des calculs et la précision de la modélisation pour le modèle MAE
(4) Mise en œuvre et validation du modèle d'émetteur
<ul style="list-style-type: none"> Description des caractéristiques essentielles qui doivent être modélisées correctement pour que le modèle de MAE soit valide.
<ul style="list-style-type: none"> Descriptions et illustrations montrant la correspondance entre le MAE modélisé et le dispositif réel en ce qui concerne la forme, la taille, les dimensions et les caractéristiques de rayonnement en champ proche.
<ul style="list-style-type: none"> Description du modèle tronqué, le cas échéant, et justification et démonstration que la troncature a un impact négligeable sur les caractéristiques RF du modèle de MAE.
<ul style="list-style-type: none"> Vérification du modèle MAE pour s'assurer de son équivalence avec le dispositif réel dans la prédiction des distributions DPI.
<ul style="list-style-type: none"> Vérification de la distribution de la DPI dans les canaux haut, moyen et bas, similaire à celle prise en compte dans les mesures de la DPI pour déterminer la DPI le plus élevé.
(5) Paramètres diélectriques
<ul style="list-style-type: none"> Liste tabulée des paramètres diélectriques, y compris une description, pour le MAE et le domaine de calcul.
<ul style="list-style-type: none"> Vérification des paramètres diélectriques utilisés dans le calcul de la DPI afin de s'assurer qu'ils sont appropriés pour déterminer l'exposition la plus élevée attendue pour un fonctionnement normal de l'appareil.
(6) Procédures de terminaison en régime permanent
<ul style="list-style-type: none"> Description des critères et des procédures utilisés pour déterminer que les conditions d'équilibre sinusoïdal ont été atteintes dans l'ensemble du domaine de calcul pour mettre fin aux calculs.
<ul style="list-style-type: none"> Rapport sur le nombre de pas de temps ou de cycles sinusoïdaux exécutés pour atteindre un état stable
<ul style="list-style-type: none"> Description de la marge d'erreur attendue fournie par les procédures de terminaison
(7) Surface d'évaluation et positionnement du dispositif d'essai
<ul style="list-style-type: none"> Justification et description des positions d'essai du MAE utilisées dans les calculs de la DPI
<ul style="list-style-type: none"> Illustrations montrant la surface d'évaluation et les distances de séparation entre le modèle de MAE et le système de mesure pour les configurations testées.
<ul style="list-style-type: none"> Description détaillée de la procédure d'évaluation de l'exposition et des résultats, y compris toutes les conditions d'exposition et les distances de séparation, avec justification de la réduction aux configurations les plus défavorables.

(8) Calcul de la densité de puissance spatiale de crête à partir des composants des champs
<ul style="list-style-type: none"> Description des procédures utilisées pour calculer les crêtes sinusoïdales à l'état stable des champs E, des champs H et des pDPI sur la surface d'évaluation.
<ul style="list-style-type: none"> Description des procédures utilisées pour rechercher la densité de crête à crête de puissance incidente (pDPI) spatiale la plus élevée.
<ul style="list-style-type: none"> Description de la marge d'erreur attendue fournie par les algorithmes utilisés pour calculer l'DPI à chaque emplacement en fonction des composantes de champ et des paramètres diélectriques sélectionnés.
<ul style="list-style-type: none"> Description de la marge d'erreur attendue fournie par les algorithmes utilisés pour le calcul du DIPP
(9) Procédures pour établir la densité de puissance spatiale moyenne de crête
<ul style="list-style-type: none"> Description des procédures utilisées pour rechercher la densité de puissance incidente moyenne spatiale la plus élevée (psDPI), y compris les procédures de traitement des tissus inhomogènes dans un rayon de quatre centimètres carrés (4 cm²).
<ul style="list-style-type: none"> Description de la marge d'erreur attendue fournie par les algorithmes utilisés pour le calcul du psDPI
(10) Incertitude de calcul totale
<ul style="list-style-type: none"> Établir un budget d'incertitude conformément à la norme
<ul style="list-style-type: none"> Description de la manière dont chaque valeur d'incertitude a été obtenue, y compris tout écart par rapport à la norme susmentionnée.
<ul style="list-style-type: none"> Description détaillée et illustration de la procédure et des résultats de la validation du modèle MAE
<ul style="list-style-type: none"> Déclaration de l'incertitude élargie, qui doit être $\leq 30\%$.
(11) Résultats des simulations
<ul style="list-style-type: none"> Description de la manière dont la puissance de sortie maximale de l'appareil est déterminée et utilisée pour normaliser les valeurs de l'DPI pour chaque configuration d'essai.
<ul style="list-style-type: none"> Tracés de l'DPI sur la surface d'évaluation, avant et après l'application de la moyenne spatiale, pour chaque configuration d'essai à mesurer.
<ul style="list-style-type: none"> Liste tabulée des valeurs pDPI et psDPI, avec leur emplacement sur la (les) surface(s) d'évaluation
<ul style="list-style-type: none"> Liste tabulée de la moyenne quadratique des niveaux de champ E et de champ H à chaque emplacement de la DPI
<ul style="list-style-type: none"> Description de la méthode appliquée pour évaluer le psDPI (par exemple, technique de maximisation du champ, optimisation, livre de codes, etc.)
<ul style="list-style-type: none"> Description de l'algorithme de calcul de la moyenne appliqué conformément à la section 8.6 de la norme IEC/IEEE 63195-2
(12) Renseignement sur l'antenne
<ul style="list-style-type: none"> Efficacité de l'antenne à la fréquence correspondante
<ul style="list-style-type: none"> Gain en champ lointain en dB à la fréquence correspondante

- Le champ lointain doit être indiqué conformément à l'annexe B sur l'angle solide évalué ayant une valeur d'échelon de 5 degrés s'étendant le long des coordonnées phi (ϕ) et thêta (θ).

(13) Impédance du point d'alimentation ou coefficient de réflexion d'entrée

- L'impédance du point d'alimentation complexe ou le coefficient de réflexion à la fréquence correspondante doivent être indiqués conformément à l'annexe B (s'étendant dans une gamme de fréquences de ± 5 GHz et ayant une valeur d'échelon maximale de 50 MHz)

440

441

442

ÉBAUCHE

443 **Annex B Informations spécifiques relatives aux calculs de densité de** 444 **puissance**

445
446 Cette annexe présente des renseignements spécifiques pour effectuer le calcul de la
447 densité de puissance.

448 449 **B.1 Modèles de champ lointain**

450
451 Le champ E complexe du modèle de champ lointain doit être enregistré selon un format où
452 les valeurs sont séparées par une virgule ou une espace et ayant une entrée par ligne :

$$i, j, \phi, \theta, E_{\phi r}, E_{\phi i}, E_{\theta r}, E_{\theta i}$$

453
454
455 où :

- 456 • i et j sont les indices rectilignes des points nodaux correspondant aux coordonnées
457 ϕ et θ sur l'angle solide
- 458 • ϕ et θ sont les coordonnées ϕ et θ de l'angle solide en radians
- 459 • $E_{\phi r}$ et $E_{\phi i}$ sont les parties réelles et imaginaires de la composante ϕ du champ E
- 460 • $E_{\theta r}$ et $E_{\theta i}$ sont les parties réelles et imaginaires de la composante θ du champ E

461 462 **B.2 Impédance du point d'alimentation**

463
464 L'impédance du point d'alimentation doit être enregistré selon un format où les valeurs sont
465 séparées par une virgule ou une espace et ayant une entrée par ligne :

$$f, Z_r, Z_i$$

466
467
468 où :

- 469 • f est la fréquence en GHz
- 470 • Z_r et Z_i sont les parties réelles et imaginaires de l'impédance du point d'alimentation
471 en Ω

472 473 **B.3 Coefficient de réflexion**

474
475 Le coefficient de réflexion doit être enregistré selon un format où les valeurs sont séparées
476 par une virgule ou une espace et ayant une entrée par ligne :

$$f, |S_{11}|$$

477
478 où :

- 479 • f est la fréquence en GHz
- 480 • $|S_{11}|$ est la valeur absolue du coefficient de réflexion d'entrée en dB

481 **Annex C Désignatifs des modèles de conception assistée par ordinateur**

482

483 Le modèle à l'essai (MAE) utilisé pour les simulations doit être équivalent, et idéalement
484 identique, au dispositif réel qui sera évalué avec le système de mesure. Le fichier du
485 modèle simulation doit être disponible sur demande d'ISDE dans un format
486 interchangeable comme : *.sat, *.sab, *.step, *.stl. Pour d'autres formats de fichiers, veuillez
487 vérifier auprès de l'ISDE qu'ils sont pris en charge. Veuillez noter que les dispositions
488 relatives à la divulgation d'informations décrites dans la procédure de normalisation radio
489 PNR-100, [Homologation des appareils\(s\) radio et du matériel de radiodiffusion](#),
490 s'appliquent.

491

492 Les objets et les couches du fichier de simulation doivent être organisés dans un tableau
493 où les propriétés des matériaux et des diélectriques (en fonction de la fréquence) sont
494 indiquées. Dans la mesure du possible, toutes les pièces conductrices doivent être
495 intégrées au modèle de simulation avec leurs propriétés diélectriques associées
496 dépendantes de la fréquence.