

RÉPONSE D'HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION À L'ENGAGEMENT NUMÉRO 35

Original : 2012-04-03 HQD-7, Document 7
En liasse



Engagement n° 35 :

Produire le rapport en date du 15 mars 2012 détaillant les mesures faites au niveau de la distribution de la densité de puissance autour du compteur ainsi que la mesure de l'atténuation faite vers l'arrière (demandé par SÉ-AQLPA).

Réponse à l'engagement n° 35 :

Voir le document en liasse.

Original : 2012-04-03 HQD-7, Document 7
En liasse

Analyse de conformité des compteurs avancés au Code de Sécurité 6

Analyse théorique et validation expérimentale

Version du document: 1.2R

Statut: Version finale
Date de publication: 15/03/2012

Auteur: François Robichaud, ing.



© Hydro-Québec 2012 Unité – Ingénierie, processus techniques et pilotes Direction – Infrastructure de mesurage avancée Division – Distribution Tous droits réservés

Montréal, QC, Canada.

Historique de révision

Version	Date	Auteur(s)	Description
0.1	06/02/2012	François Robichaud	Version préliminaire
0.2	24/02/2012	François Robichaud	Ajout banques de compteurs
1.0	03/03/2012	François Robichaud	Ajout résultats du CRIQ et analyse
1.1	04/03/2012	François Robichaud	Révision finale
1.2R	15/03/2012	François Robichaud	Version finale

Collaborateurs

Nom	Département
Éric Morin	Technicien expert, DIMA
André Bourget	Technicien expert, DIMA
Serge Giroux	Technicien expert, DIMA
Louis Dupont	Ingénieur, DIMA
Louis-Jean Bluteau	Conseiller architecture de technologie - DPT

Table des matières

1	In	troduction6
2	Ol	ojectif7
3	Co	ontexte8
4	Ar	nalyse théorique9
	4.1	Caractéristiques de transmission d'un compteur9
	4.2	Calculs
	4.3	Résultat
5	Va	lidation expérimentale11
	5.1	Démarche 11
	5.2	Position d'exposition maximale pour le compteur résidentiel11
	5.3	Densité de puissance moyenne d'un compteur résidentiel – Face13
	5.4	Densité de puissance moyenne d'un compteur résidentiel – Derrière14
	5.5	Densité de puissance moyenne d'un compteur CII polyphasés G4AE – Face16
	5.6	Densité de puissance moyenne d'un compteur CII monophasé G4MX – Face18
6	Ré	sumé
	6.1	Résumé des mesures
7	Cł	nambre de compteurs
	7.1	Descriptions de mesures effectuées
	7.1.1	Détails – chambre de compteurs #1
	7.1.2	Détails – chambre de compteurs #221
	7.1.3	Détails – chambre de compteurs #3
	7.1.4	Détails – chambre de compteurs #4
	7.2	Atténuation à l'extérieur des chambres de compteurs
	7.2.1	Extérieur – chambre de compteurs #1
	7.2.2	Extérieur – chambre de compteurs #2
	7.2.3	Extérieur – chambre de compteurs #3

	7.2.4	Extérieur – chambre de compteurs #4	27
8	An	alyse	28
	8.1	Validation du résultat théorique en fonction de la mesure expérimentale	28
	8.2	Comparaison de l'exposition aux radiofréquences émises par rés VS CII	28
	8.3	Expositions aux radiofréquences autour du compteur	29
	8.3.1	Plans horizontal et vertical	29
9	Co	nclusion	30
10	An	nexe	31
	10.1	Appareil de mesure NARDA utilisé	31
	10.2	Validation externe - position d'exposition maximale pour le compteur rés	32
	10.2.1	Compteur résidentiel – Plan horizontal	32
	10.2.2	Compteur résidentiel – Plan vertical	32
	10.3	Validation externe - position d'exposition maximale pour le compteur CII	33
	10.3.1	Compteur CII – Plan horizontal	33
	10.3.2	Compteur CII – Plan vertical	33
	10.4	Confirmation de la position d'exposition maximale pour le compteur rés	34
	10.4.1	Maximums	34
	10.4.2	Minimums	35
	10.5	Validation externe – densité de puissance moyenne à proximité du compteur	35
	10.5.1	Compteur résidentiel – En face à un mètre de distance	35
	10.5.2	Compteur résidentiel – Derrière à un mètre de distance	36
	10.5.3	Compteur résidentiel avec embase de plastique – En face à 1 mètre	36
	10.5.4	Compteur résidentiel avec embase de plastique – Derrière à 1 mètre	37
	10.5.5	Compteur CII – En face à un mètre de distance	38
	10.5.6	Compteur CII – Derrière à un mètre de distance	38

1 Introduction

La technologie sélectionnée par Hydro-Québec pour la mise en place d'une infrastructure de mesurage avancée nécessite le déploiement de différents types d'équipements informatiques, de télécommunication et de mesurage.

Les éléments constituant le réseau d'acquisition et de transport des données de consommation électrique vers le système d'acquisition central utilisent une interface de communication sans-fil.

Plus particulièrement, les compteurs responsables du mesurage de la consommation installés chez les clients communiquent dans la bande des radiofréquences 902 – 928 Mhz.

Au Canada la norme régissant le contrôle de l'exposition de la population aux radiofréquences est le Code de Sécurité 6, sous la juridiction de Santé Canada.

Par conséquent dans le but de valider la conformité au Code de Sécurité 6, Hydro-Québec a procédé à une étude des expositions radiofréquences résultant de l'utilisation des compteurs sélectionnés dans le cadre du projet pilote IMA.

2 Objectif

Une première étape consiste à évaluer le niveau d'exposition aux radiofréquences théorique selon la méthodologie exposée par le Code de Sécurité 6, de manière à obtenir un ordre de grandeur pour situer les transmissions radiofréquences des compteurs parmi les valeurs limites acceptées par Santé Canada.

Par la suite, une validation expérimentale permettra de confirmer l'exactitude des calculs en effectuant des mesures en environnement contrôlé, selon les étapes suivantes :

- Déterminer la position autour du compteur où l'exposition radiofréquence est maximale;
- Mesurer la densité de puissance moyenne à cet endroit pour les deux modes de fonctionnement (démarrage ou initialisation₍₁₎ et normal ou fonctionnement courant₍₂₎);

Enfin, comme aucune règle systématique ne permet d'évaluer l'effet additif possible de la contribution de chacun des compteurs lorsqu'il y en a plusieurs dans un espace restreint, étant donné que la transmission aléatoire des compteurs, la dimension des pièces, les matériaux de construction et la disposition des compteurs sont autant de facteurs qui influencent la propagation des radiofréquences, seule une approche empirique permettra d'obtenir une évaluation exacte de la situation.

(1)Mode démarrage ou initialisation :

Se produit lors de l'installation initiale ou lors d'un redémarrage suite à une coupure de l'alimentation électrique (arrêts planifiés ou pannes).

(2) Mode normal ou fonctionnement courant :

Fonctionnement au quotidien des équipements, soit plus de 99,9 % du temps (en fonction de l'indice de continuité provincial);

3 Contexte

Dans le cadre du déploiement massif de compteurs avancés, 13 modèles différents seront utilisés, regroupés en deux grandes familles d'appareils, dont l'une répondra aux besoins de la clientèle résidentielle comptant pour près de 90 % de la totalité et l'autre répondra aux besoins des secteurs Commercial, Industriel et Institutionnel (CII). La présente analyse portera principalement sur la famille résidentielle, même si quelques mesures concernant la famille CII seront effectuées.

Les deux familles de compteurs sont équipées d'émetteurs radiofréquences semblables, mais possèdent un boîtier différent; celui des appareils résidentiels est plus court et plus mince.

Les compteurs sont équipés d'un émetteur ZigBee, dont la puissance d'émission est plus faible que celle du LAN dans la bande radiofréquence 900 Mhz. Présentement, la fonctionnalité ZigBee n'est pas activée.

4 Analyse théorique

Dans le but d'évaluer la conformité des compteurs avancés au code de Sécurité 6, une analyse théorique a été effectuée selon la méthodologie énoncée par Santé Canada.

4.1 Caractéristiques de transmission d'un compteur

À partir de statistiques obtenues des compteurs du projet pilote IMA, résumées dans le Tableau 1, il a été possible de calculer la durée moyenne de transmission radiofréquence d'un compteur durant 24 heures.

Dans le but de compléter les données de base qui serviront aux calculs :

- (1) Une lecture de registres par jour;
- (2) Six lectures de profils par jour;

certaines valeurs résultant des statistiques provenant des projets pilotes ont été précisées :

- (3) Deux lectures sur demande des registres de consommation par jour (hypothèse);
- ⁽⁴⁾ Un compteur relaie l'information de 1,27 compteurs;
- ⁽⁵⁾ La maintenance du réseau nécessite 270 transmissions par jour;
- ⁽⁶⁾ Une transmission pour la synchronisation par minute;

Type de paquet	Durée (ms)	Nombre de Paquets	Nombre de Transmissions	Temps total par jour (sec)
(1) Registres	63	1	1	0.063
(2) Profils de consommation	57	1	6	0.342
(3) Lecture sur demande	63	1	2	0.126
(4) Information relayée	63	11	1.27	0.880
(5) Maintenance du réseau	46	1	270	12.42
(6) Synchronisation	48	1	1440	69.12
			TOTAL	82.95

Tableau 1

(4) Information relayée

Aussi appelée « trafic applicatif » représente les données applicatives générées par d'autres compteurs et relayées par le compteur. Le nombre de transmissions s'y rattachant varie en fonction du maillage et, plus particulièrement, du routage et il s'agit ici de la moyenne observée dans le cadre du Projet Pilote LAD d'Hydro-Québec.

(5) Maintenance du réseau - (6) Synchronisation

Ce type de transmissions varient en fonction du nombre de voisins et du taux de « trafic applicatif » transitant par le compteur. Cette variation est à la fois complexe et subtile, et aux fins de la présente analyse, on la considère fixe à sa valeur maximale.

4.2 Calculs

En utilisant les détails du Tableau 1 de la section 4.1, il est possible de déterminer la durée de transmission d'un compteur pour une période d'analyse de 6 minutes, selon les calculs de la case 1 du Tableau 2.

Le calcul du facteur d'utilisation s'effectue en faisant le ratio de la durée de transmission par rapport à la période d'analyse (case 3 du Tableau 2).

La densité de puissance se calcule en considérant un patron de radiation semblable à un tore autour du compteur d'un rayon d'un mètre. Cela correspond à un gain d'antenne de l'assemblage du compteur de 1.5 dBi, ce qui a été validé par Landis+Gyr de même que la puissance d'émission fixée à 425 mW (case 4 du Tableau 2).

Enfin, la densité de puissance moyenne est obtenue par le produit de la densité de puissance par le facteur d'utilisation (case 5 du Tableau 2).

1	2	3	4	5
Durée de la transmission (T en sec.)	Période d'analyse (Tr en sec.)	Facteur d'utilisation (F = T/Tr)	Densité de puissance (Wp en W/m²)	Densité de puissance moyenne (Wa=Wp*F en W/M²)
82.95 x 6 /(24 x 60) = 0.346	360	0.346 / 360 = 0.00096	$0,425 \text{ W} / 8,88 \text{ m}^2 = 0.0478$	$0.0478 \times 0.00096 = 4.6 \times 10^{-5}$

Tableau 2

4.3 Résultat

La valeur de la densité de puissance moyenne obtenue par l'analyse théorique est de $4.6 \times 10^{-5} \, \text{W/m}^2$ (case 5 du Tableau 2).

Cela représente donc 46 $\mu W/m^2$. Pour faciliter la comparaison avec l'exposition engendrée par d'autres appareils, on arrondira cette densité de puissance moyenne à 50 $\mu W/m^2$.

5 Validation expérimentale

De manière à pouvoir discriminer la contribution des compteurs aux émissions radiofréquences, les mesures ont été effectuées en laboratoire. Plus particulièrement dans une chambre blindée anéchoïque du CRIQ (Centre de Recherches Industrielles du Québec) le 31 janvier 2012.

Ces expérimentations avaient pour but de confirmer l'exactitude des résultats obtenus par les calculs théoriques, mais également de comparer les niveaux d'exposition engendrés par les deux familles de compteurs (résidentiels et CII).

5.1 Démarche

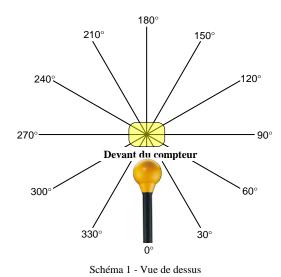
En déterminant la distribution de la densité de puissance maximale dans le plan horizontal et vertical autour du compteur, il est possible de trouver la position où l'exposition est maximale et ainsi de mesurer à cet endroit la densité de puissance moyenne.

Comme le patron de radiation détaillé du compteur n'est pas disponible, il a été nécessaire de procéder à des mesures ponctuelles dans le plan horizontal et vertical autour du compteur (à 1 mètre de distance) pour déterminer la position d'exposition maximale.

5.2 Position d'exposition maximale pour le compteur résidentiel

Une séquence de mesure autour du compteur (à 1 mètre de distance) dans le plan horizontal est effectuée à tous les 30 degrés et la valeur maximale de la densité de puissance est notée pour chacune des positions.

Mesures dans le plan horizontal (**Réf. M-10**)



Degrés	Fréquences	Densité de puissance maximale
0	902.901 MHz	54.68 mW/m ²
30	920.604 MHz	38.50 mW/m ²
60	912.201 MHz	23.13 mW/m ²
90	907.406 MHz	10.09 mW/m²
120	913.396 MHz	5.49 mW/m ²
150	908.296 MHz	3.55 mW/m ²
180	918.498 MHz	2.01 mW/m ²
210	911.257 MHz	4.09 mW/m ²
240	925.098 MHz	879.2 μW/m²
270	926.906 MHz	518.3 μW/m²
300	922.095 MHz	9.54 mW/m ²
330	910.088 MHz	26.80 mW/m ²
360	912.793 MHz	46.72 mW/m ²

Tableau 3

Selon les mesures du Tableau 3 de la page précédente, la densité de puissance maximale sur le plan horizontal a été mesurée en face du compteur, à la position 0 degré.

Une seconde séquence de mesures autour du compteur (à 1 mètre de distance) dans le plan vertical est effectuée à tous les 30 degrés et la valeur maximale de la densité de puissance est notée pour chacune des positions.

240° 240° 270° Dessus du compteur 300° Schéma 2 - Vue de face

Mesures dans le plan vertical (Réf. M-12)

Degrés	Fréquences	Densité de puissance maximale
0	924.201 MHz	8.24 mW/m ²
30	914.900 MHz	9.07 mW/m ²
60	925.395 MHz	3.84 mW/m ²
90	913.106 MHz	6.94 mW/m ²
120	904.697 MHz	7.18 mW/m ²
150	913.383 MHz	5.86 mW/m ²
180	905.297 MHz	1.96 mW/m ²
210	918.807 MHz	7.81 mW/m ²
240	927.494 MHz	8.67 mW/m ²
270	911.600 MHz	20.97 mW/m ²
300	927.798 MHz	12.31 mW/m ²
330	913.991 MHz	6.98 mW/m ²
360	903.203 MHz	6.43 mW/m ²

Tableau 4

Selon les mesures du Tableau 4, la densité de puissance maximale sur le plan vertical a été mesurée sur le côté gauche du compteur, à la position 270 degré, selon le référentiel angulaire utilisé.

En comparant la densité de puissance maximale horizontale (54.68 mW/m²) à celle verticale (20.97 mW/m²), on constate que la position où elle est optimale est en face du compteur, à la hauteur de celui-ci.

Par conséquent, la densité de puissance moyenne sera donc mesurée face au compteur, à la même hauteur que ce dernier de manière à obtenir l'exposition maximale (Image 1).



Image 1

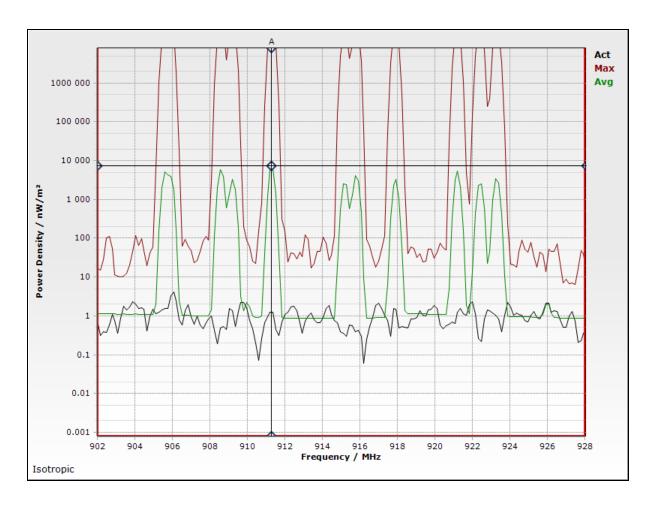
5.3 Mesure de la densité de puissance moyenne d'un compteur résidentiel – Face (Réf. M-9)

Selon les arguments de la section 5.2, les mesures suivantes seront réalisées à un mètre de distance, face au compteur dans le même plan horizontal (voir Image 1) pendant une période de 6 minutes.

Densité de puissance moyenne : $48.64~\mu W/m^2$

Détails de la mesure

Marker A:	Freq:	911.299 MHz	Avg Pk	: 7.306 μW/m²
Integration over fre Result Type: Ava	quency	Min Max	902.000 000 MHz 928.000 000 MHz	48.64 μW/m²



Fmin: 902 MHz Fmax: 928 MHz RBW: 300 kHz No. of Runs: 11333 Meas. Range: 8.000 mW/m² Sweep Time: 33 ms VBW: Off AVG: 6 min (100 %)

5.4 Mesure de la densité de puissance moyenne d'un compteur résidentiel – Derrière (Réf. M-13)

Dans le but de confirmer le résultat obtenu lors des mesures de la section 5.2, les mesures suivantes seront réalisées à un mètre de distance, derrière le compteur dans le même plan horizontal (voir Image 2) pendant une période de 6 minutes.

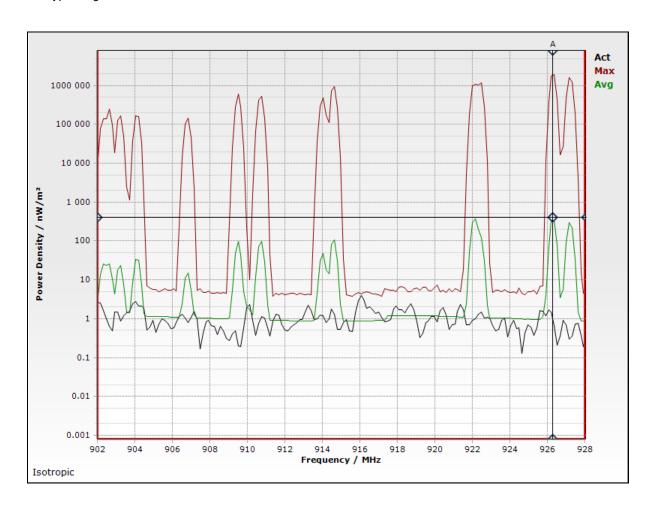


Image 2

Densité de puissance moyenne : $1.825~\mu W/m^2$

Détails de la mesure

Marker A:	Freq:	926.300 MHz	Avg Pk:	412.4 nW/m ²
Integration over fre	quency	Min	902.000 000 MHz	1.825 µW/m ²
Result Type: Avg		Max	928.000 000 MHz	1.623 μνν/111-



 Fmin:
 902 MHz
 Fmax:
 928 MHz
 RBW:
 300 kHz
 No. of Runs:
 10261

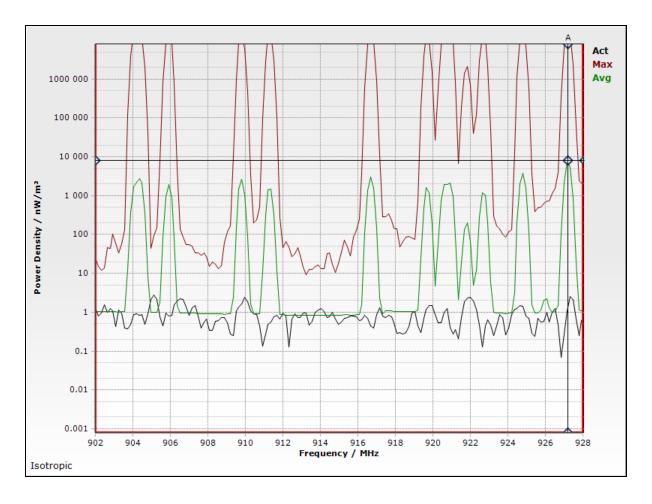
 Meas. Range:
 8.000 mW/m²
 Sweep Time:
 34 ms
 VBW:
 Off
 AVG:
 6 min (100 %)

5.5 Mesure de la densité de puissance moyenne d'un compteur CII polyphasé G4AE – Face (Réf. M-3)

Densité de puissance moyenne : $32.96~\mu W/m^2$

Détails de la mesure

Marker A:	Freq:	927.204 MHz	Avg Pk:	7.908 µW/m²
Integration over fre	equency	Min Max	902.000 000 MHz 928.000 000 MHz	32.96 µW/m²



Fmin: 902 MHz Fmax: 928 MHz RBW: 300 kHz No. of Runs: 10441 Meas. Range: 8.000 mW/m² Sweep Time: 76 ms VBW: Off AVG: 6 min (100 %)

Mesure de la densité de puissance d'un compteur CII



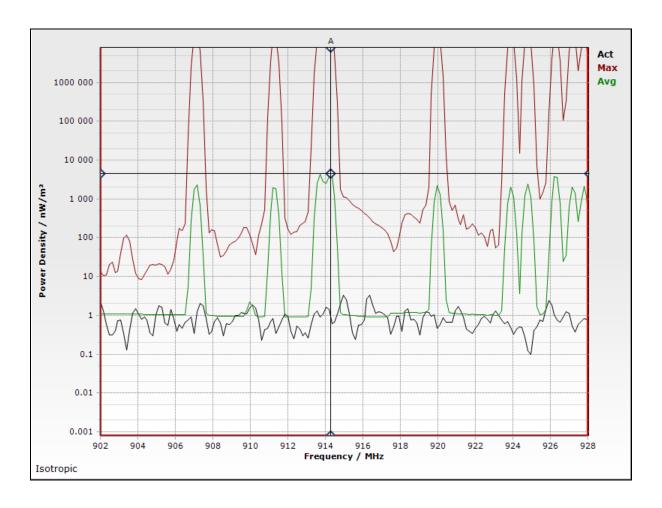
Image 3

5.6 Mesure de la densité de puissance moyenne d'un compteur CII monophasé G4MX – Face (Réf. M-6)

Densité de puissance moyenne : $30.76~\mu W/m^2$

Détails de la mesure

Marker A:	Freq:	914.276 MHz	Avg Pk:	4.587 μW/m²
		N.C.	000 000 000 MUI-	
Integration over fre	equency	Min	902.000 000 MHz	30.76 μW/m ²
Result Type: Avg		Max	928.000 000 MHz	



 Fmin:
 902 MHz
 Fmax:
 928 MHz
 RBW:
 300 kHz
 No. of Runs:
 9936

 Meas. Range:
 8.000 mW/m²
 Sweep Time:
 33 ms
 VBW:
 Off
 AVG:
 6 min (100 %)

6 Résumé

6.1 Résumé des mesures

Les résultats des différentes mesures effectuées en chambre blindée anéchoïque le 31 janvier 2012 au CRIQ à une distance d'un mètre du compteur pendant une durée de 6 minutes.

Heure	Description de la mesure		la densité de e moyenne	Réf.
13:45:04	Bruit ambiant dans la chambre blindée anéchoïque	73.04	l nW/m²	M-1
13:52:31	Compteur G4AE - Phase de démarrage	485.6	β μW/m²	M-2
13.32.31	Correction – Bruit ambiant	- 0.015 %	485.5 μW/m ²	101-2
14:12:39	Compteur G4AE - Mode de fonctionnement normal	32.96	μW/m2	M-3
14.12.33	Correction – Bruit ambiant	- 0.22 %	32.89 μW/m ²	101-3
14:20:45	Compteur G4AE - Mode de fonctionnement normal -360° dans le plan horizontal (incrément de 30°)		5 μW/m²	M-4
	Correction – Bruit ambiant	-0.30 %	23.98 μW/m ²	
14:36:10	Compteur G4MX - Phase de démarrage	65.93	β μW/m²	M-5
14.30.10	Correction – Bruit ambiant	-0.11 %	65.86μW/m ²	101-2
14:45:48	Compteur G4MX - Mode de fonctionnement normal	30.76	β μW/m²	M-6
14.45.40	Correction – Bruit ambiant	-0.24 %	30.69μW/m ²	IVI-O
15:01:34	Compteur G4MX - Mode de fonctionnement normal -360° dans le plan horizontal (incrément de 30°)	25.19	θ μW/m²	M-7
	Correction – Bruit ambiant	-0.29 %	25.12 μW/m ²	
15:21:02	Compteur Focus - Phase de démarrage	1.036	s mW/m²	M-8
13.21.02	Correction – Bruit ambiant	-0.007 %	1.036 mW/m ²	IVI-O
15:40:16	Compteur Focus - Mode de fonctionnement normal	48.64 μW/m ²		M-9
15.40.10	Correction – Bruit ambiant	-0.15 %	48.57 μW/m ²	101-9
15:50:56	Compteur Focus - Mode de fonctionnement normal-360° dans le plan horizontal (incrément de 30°)	34.40) μW/m²	M-10
	Correction – Bruit ambiant	-0.21 %	34.33 μW/m ²	
16:00:34	Compteur Focus - Mode de fonctionnement normal -Au dessus	12.00) μW/m²	M-11
	Correction – Bruit ambiant	-0.61 %	11.93 μW/m ²	
16:10:39	Compteur Focus - Mode de fonctionnement normal-360° dans le plan vertical (incrément de 30°) - Au dessus	13.17	γμW/m²	M-12
	Correction – Bruit ambiant	-0.55 %	13.10 μW/m ²	
16:19:43	Compteur Focus - Mode de fonctionnement normal-Derrière		5 μW/m²	M-13
10.13.43	Correction – Bruit ambiant	-4.00 %	1.752 μW/m ²	101-13

Tableau 5

Les mesures surlignées ont été détaillées à la section 5 du document.

7 Chambre de compteurs

L'analyse de l'effet d'une grande quantité de compteurs regroupés dans un espace relativement restreint est difficilement réalisable par des calculs théoriques, puisque la disposition des compteurs, leur émission aléatoire, les réflexions multiples, les caractéristiques des matériaux de construction sont autant d'inconnus qui contribuent à augmenter l'incertitude des calculs.

Par conséquent pour obtenir une évaluation exacte, des mesures expérimentales sont plus appropriées.

Le protocole de mesure consiste à déterminer d'abord s'il y a des emplacements dans les espaces visités où l'exposition radiofréquence est supérieure par rapport à d'autres ; un balayage spatial de la pièce sous analyse permet de le déterminer.

Par la suite, une mesure de la densité de puissance moyenne temporelle est effectuée aux positions stratégiques trouvées précédemment. Pour les chambres 1,2 et 4 cela représente une position à un mètre du mur sur lequel les compteurs sont installés, au centre ; pour la chambre 3 la densité de puissance moyenne est uniforme dans la chambre, conséquence de la disposition des compteurs sur trois murs.

7.1 Descriptions de mesures effectuées

Ces mesures ont été effectuées le 29 février 2012 avec l'appareil décrit à l'annexe 1	10.	.1
---	-----	----

ld.	Emplacement de la chambre de compteurs	Description	Nombre de compteurs	Densité de puissance moyenne
1	Chambre de compteurs #1 Montréal	Chambre avec murs de béton et gypse, située au sous-sol d'un immeuble de 4 étages. Les compteurs sont localisés sur un seul mur.	9	577,83 μW/m²
2	Chambre de compteurs #2 Montréal	Chambre avec murs de bois, située sur le toit d'un immeuble de 5 étages. Les compteurs sont installés sur un seul mur.	61	995,33 μW/m²
3	Chambre de compteurs #3 Montréal	Chambre bétonnée au sous-sol avec compteurs répartis sur trois murs (23,23,22)	68	1053,6 μW/m²
4	Chambre de compteurs #4 Montréal	Chambre bétonnée au sous-sol avec compteurs répartis en deux rangées, séparées par une cloison de bois.	113	1794,0 μW/m²

Tableau 6

Dans les chambres 1,2 et 3 la valeur de densité de puissance moyenne énoncée est la moyenne de trois moyennes temporelles de 6 minutes chacune.

7.1.1 Détails - chambre de compteurs #1



- 9 compteurs situés sur un seul mur ;
- Murs de béton et de gypse au sous-sol d'un édifice de 4 étages;
- Densité de puissance moyenne : 577,83 μW/m²

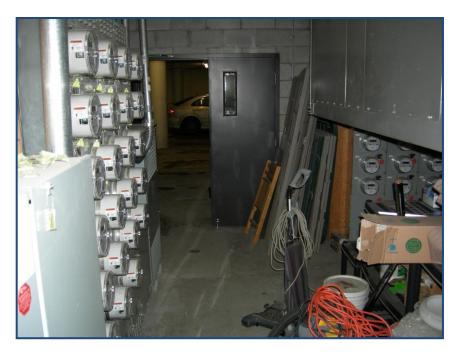
7.1.2 Détails - chambre de compteurs #2



- 61 compteurs situés sur un seul mur ;
- Murs de bois sur le toit d'un édifice de 5 étages ;
- Densité de puissance moyenne : 995,33 μW/m²;

7.1.3 Détails - chambre de compteurs #3





- 68 compteurs situés sur trois murs ;
- Murs de béton au sous-sol;
- Densité de puissance moyenne : 1053,6 µW/m²;

7.1.4 Détails - chambre de compteurs #4



• Première rangée de 76 (38-38) compteurs situés face à face ;



- Deuxième rangée de 37 compteurs séparée d'un mur de bois de la première rangée ;
- Murs de béton au sous-sol;
- Densité de puissance moyenne : 1794,0 μ W/m²;

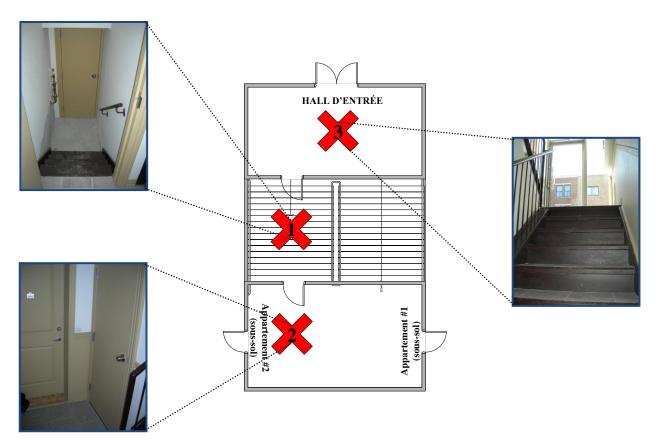
7.2 Atténuation à l'extérieur des chambres de compteurs

Dans le but de déterminer les niveaux de densité de puissance moyenne à proximité des chambres de compteurs, à l'extérieur, des mesures ont été effectuées sur les quatre sites présentés à la section 7.1.

Les valeurs obtenues pour chacun de ces quatre emplacements sont présentées dans les sections suivantes. Ces mesures ont été effectuées le 9 mars 2012 avec l'appareil décrit à l'annexe 10.1

7.2.1 Extérieur - chambre de compteurs #1

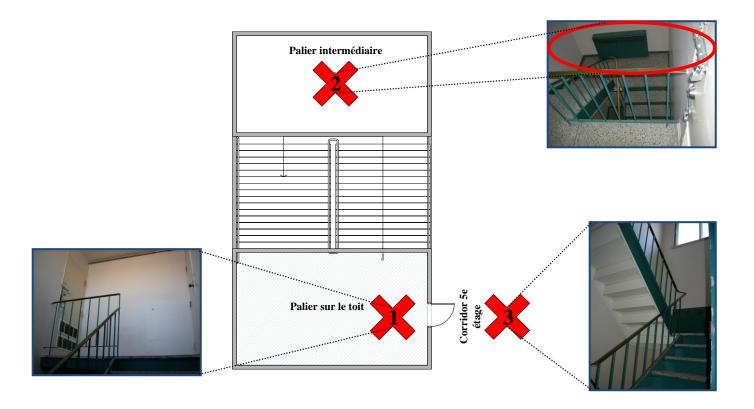
Emplacement où la mesure a été prise	Description de l'emplacement	Densité de puissance moyenne mesurée	
1	En face de la porte – à un mètre	154,40 μW/m²	
2	En face de la 2 ^e porte – à un mètre	0,65 μW/m²	
3	Dans le hall d'entrée de l'immeuble au-dessus des compteurs	1,29 μW/m²	
Tableau 7			



Page 24

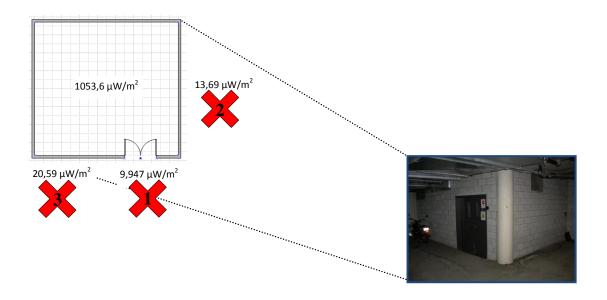
7.2.2 Extérieur - chambre de compteurs #2

Emplacement où la mesure a été prise	Description de l'emplacement	Densité de puissance moyenne mesurée
1	En face de la porte – à un mètre	62,35 μW/m²
2	Sur le palier intermédiaire menant à la porte des compteurs	39,69 μW/m²
3	Au pied de l'escalier menant au palier intermédiaire	$16,87~\mu W/m^2$
Tableau 8		



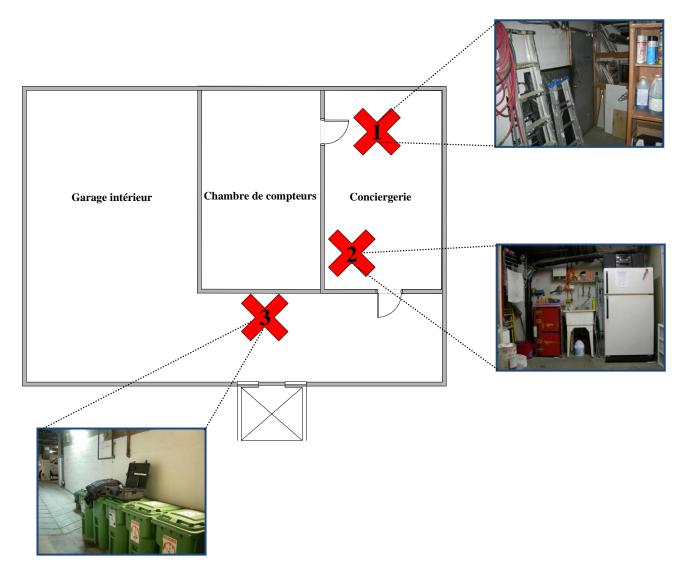
7.2.3 Extérieur - chambre de compteurs #3

Emplacement où la mesure a été prise	Description de l'emplacement	Densité de puissance moyenne mesurée
1	En face de la porte – à un mètre	9,95 μW/m²
2	En face mur droit – à un mètre	13,69 μW/m²
3	En face mur gauche – à un mètre	20,59 μW/m²
Tableau 9		



7.2.4 Extérieur - chambre de compteurs #4

Emplacement où la mesure a été prise	Description de l'emplacement	Densité de puissance moyenne mesurée
1	En face de la porte – à un mètre	11,28 μW/m²
2	En face du mur de la porte à l'autre extrémité – à un mètre	26,15 μW/m²
3	En face du mur mitoyen au garage intérieur – à un mètre	51,27 μW/m²
Tableau 10		



8 Analyse

Au Tableau 5 de la section 6, une correction a été appliquée aux résultats des mesures pour tenir compte du bruit ambiant (73.04 nW/m²) dans la chambre blindée anéchoïque dans laquelle les expérimentations ont eu lieu.

Ce bruit ambiant représente en moyenne 0.25 % des valeurs mesurées, ce qui est négligeable compte tenu du fait que l'ordre de grandeur de celles-ci par rapport au seuil imposé par le Code de Sécurité 6 est au moins 100 000 fois inférieur.

Par conséquent, la présente analyse ne tiendra pas compte du bruit ambiant et considérera les valeurs des mesures sans facteur de correction.

8.1 Validation du résultat théorique en fonction de la mesure expérimentale

À la section 4 il a été calculé que la densité de puissance moyenne à un mètre du compteur est de $46 \,\mu\text{W/m}^2$ alors qu'à la section 5.3 la densité de puissance moyenne mesurée en face d'un compteur résidentiel à un mètre de distance est de $48.64 \,\mu\text{W/m}^2$, soit une différence de $2.64 \,\mu\text{W/m}^2$, ce qui représente une différence de 5.7 % par rapport à la valeur théorique.

Ce faible écart entre la valeur théorique et expérimentale signifie que la représentation du patron de radiation d'un compteur dans les calculs par une forme quasi toroïdale est adéquate. De plus, les mesures obtenues lors des lectures dans les plans horizontal et vertical par incrément de 30 degrés indiquent que la distribution de la densité de puissance n'est pas uniforme dans chacun des deux plans. Cela sera discuté plus en détail à la section 8.3 .

8.2 Comparaison de l'exposition aux radiofréquences émises par un compteur résidentiel et CII

La densité de puissance moyenne mesurée devant un compteur résidentiel à un mètre de distance est de $48.64~\mu\text{W/m}^2$ (M-9) alors que celle d'un compteur CII varie de $30.76~\mu\text{W/m}^2$ à $32.96~\mu\text{W/m}^2$ (M-6 et M-3), ce qui donne une moyenne de densité de puissance moyenne de $31.86~\mu\text{W/m}^2$ pour le compteur CII.

En comparant les deux valeurs de densité de puissance moyenne $48.64~\mu\text{W/m}^2$ et $31.86~\mu\text{W/m}^2$, on constate que celle du compteur CII est inférieure de 1,8 dB. Cette différence peut s'expliquer entre autres par le fait que l'emplacement de l'antenne est différent pour les deux familles de compteurs. L'antenne du compteur résidentiel est située sur le devant alors que celle du compteur CII sur le côté droit (lorsque l'on se situe en face du compteur). Pour le compteur CII, on devrait donc s'attendre à obtenir une densité de puissance moyenne maximale à la droite du compteur, à la position 3 heures, ce qui a été validé expérimentalement (Tableaux 15 et 16 sections 10.3.1 et 10.3.2).

8.3 Expositions aux radiofréquences autour du compteur

Pour le compteur résidentiel, il a été déterminé par les mesures de la section 5.2 que l'emplacement où l'exposition aux radiofréquences est maximale se trouve en face du compteur.

8.3.1 Plans horizontal et vertical

Les mesures de la densité de puissance moyenne face au compteur (M-9) et derrière le compteur (M-13) permettent de constater des valeurs de $48.64~\mu\text{W/m}^2$ et de $1.825~\mu\text{W/m}^2$ respectivement pour le compteur résidentiel monté sur une embase métallique (Images 1 et 2). La densité de puissance moyenne à l'arrière du compteur correspond donc à une atténuation de 14,3~dB de celle que l'on mesure en face.

Considérant un compteur situé à l'extérieur d'une résidence, la densité de puissance moyenne des radiofréquences qu'il émet à l'intérieur de celle-ci à une distance d'un mètre du mur serait 80 fois plus faible qu'à un mètre devant le compteur, en estimant une atténuation causée par le mur de 5 dB, ce qui est une valeur conservatrice.

Le gradient de la densité de puissance dans le plan horizontal est plus prononcé que dans le plan vertical:

Description	Plan horizontal		Plan vertical	
Valeur maximale mesurée	54.68 mW/m² à 518.3 μW/m²		20.97 mW/m ²	à 1.960 mW/m²
Position	0°	270°	270°	180°
Description de la position	Face au compteur	Côté gauche	Côté droit	Sous le compteur
Valeur moyenne sur 6 minutes	34.40 μW/m² (M-10)		13.17 μW	⁷ /m ² (M-12)

Tableau 11

Une des raisons est l'emplacement de l'antenne dipôle du compteur, située à l'avant de celui-ci.

La comparaison de la densité de puissance moyenne obtenue durant une séquence de mesures sur 360° à celle obtenue à une position particulière permet de confirmer la distribution non uniforme de la densité de puissance ainsi que l'emplacement des maximums:

Description	Plan horizontal	Plan vertical
Valeur moyenne sur 6 minutes	48.64 μ W/m ² (M-9) en face	12.00 μW/m ² (M-11) au-dessus
Valeur moyenne sur 6 minutes 360°	34.40 μW/m ² (M-10) 360°	13.17 μW/m² (M-12) 360°
Ratio Postion / 360°	1.41	0.91

Tableau 12

Dans le plan horizontal, le ratio de 1.41 signifie que la valeur de densité de puissance à l'avant du compteur est supérieure à la moyenne des valeurs mesurées tout autour dans le même plan alors que dans le plan vertical, le ratio de 0.91 indique qu'au-dessus du compteur, la valeur est inférieure à la moyenne et donc que dans ce plan la région d'exposition maximale n'est pas à cette position mais vraisemblablement à la droite du compteur.

9 Conclusion

L'analyse théorique conclut qu'à un mètre de distance du compteur résidentiel, la densité de puissance moyenne est de 46 μ W/m² alors que les expérimentations en laboratoire ont permis de mesurer 48 μ W/m². En arrondissant ces deux données à 50 μ W/m², cela représente une exposition de 120 000 fois inférieures à la norme du Code de Sécurité 6 pour le grand public.

La distribution de la densité de puissance autour d'un compteur résidentiel est influencée par l'emplacement de son antenne et du montage sur lequel il est installé (embase métallique ou autre). Pour un compteur résidentiel, la position où la densité de puissance est maximale est devant le compteur dans le même plan horizontal que celui-ci, ce qui a été validé par un organisme indépendant (section 10.2), qui confirme l'ordre de grandeur de la densité de puissance moyenne à un mètre en face du compteur résidentiel à la section 10.5.1.

Comme la majorité des compteurs de la Province sont résidentiels et que ces derniers sont presque tous installés sur des embases métalliques, ces conditions reproduites en environnement contrôlé pour la prise de mesures sont représentatives du contexte de la clientèle d'Hydro-Québec. Il est aussi ressorti des mesures faites au CRIQ qu'il n'y a pas d'interférences constructives résultant d'une possible réflexion des ondes radiofréquences vers l'avant du compteur (section 10.5.3).

En ce qui concerne la comparaison de l'exposition radiofréquence des compteurs résidentiels et CII en face à un mètre du compteur, elles sont de 48 $\mu W/m^2$ et $31.86~\mu W/m^2$ (section 8.2) respectivement. La différence d'emplacement de l'antenne ainsi que d'épaisseur du couvercle peut expliquer en partie cette différence de valeur.

Cependant la valeur de la densité de puissance moyenne mesurée par Hydro-Québec (section 8.2) à un mètre en face du compteur CII est deux fois plus élevée que celle mesurée par le CRIQ (section 10.5.5). Cet écart entre les deux valeurs peut s'expliquer par le fait que les deux séries de mesure (HQ et CRIQ) ont été réalisées sur le même compteur CII mais à des périodes différentes. Il est donc probable que le compteur CII n'ait pas été complètement en régime permanent durant la prise de mesures faite par Hydro-Québec, mais en phase de transition entre le mode de démarrage et le mode normal (régime permanent). En effet durant les séances de mesures intensives exécutées au CRIQ pendant près de deux semaines consécutives, il s'est avéré que la durée de transition de la phase de démarrage au régime permanent du compteur peut prendre jusqu'à 10 minutes alors qu'initialement il avait été observé qu'une période de 6 minutes semblait suffisante.

En conclusion, la densité de puissance moyenne (provenant de l'émission radiofréquence du compteur) mesurée à un mètre de distance en face d'un compteur avancé résidentiel, utilisé dans le cadre du projet pilote, est d'au moins 100 000 fois inférieure à la norme du Code de Sécurité 6 pour le grand public (limite de 6 000 000 $\mu W/m^2$ à 900 MHz).

De plus, même une très grande concentration de compteurs avancés dans un espace restreint respecte la norme, puisque la densité de puissance moyenne mesurée à l'intérieur de chambres de compteurs est plusieurs milliers de fois inférieure à la limite d'exposition (section 7.1). Il n'y a donc pas d'effet additif de la contribution de chacun des compteurs (somme des densités de puissance moyenne) lorsque plusieurs sont regroupés.

Aussi à l'extérieur de celles-ci, à proximité, l'atténuation est d'au moins 6 dB et peut atteindre jusqu'à 17 dB (section 7.2), en ne considérant que les valeurs maximales de densité de puissance moyenne mesurée.

10 Annexe

10.1 Appareil de mesure NARDA utilisé



Identification matérielle et logicielle de l'unité centrale

Device Info	
Device Model:	SRM-3006
Production ID:	FA007927-001
Serial Number:	F-0044
ID Number:	ED92EF31CD344C47
Firmware Version:	V1.1.2
Firmware Date:	29.07.10
Bootloader Version:	V1.0.8
Calibration Date:	06.10.11
Next Recommended Calibration:	06.10.13
Calibration certificate:	300601-F0044-20111006-36
Options	
UMTS C-CPICH Demodulation:	Deactivated
Scope:	Activated

• Identification matérielle de la sonde et caractéristiques électriques

Antenna Info	
Long Name:	Three-Axis Antenna 27MHz - 3GHz
Serial Number:	K-0426
Calibration Date:	22.09.11
Calibration certificate:	350103-K0426-110922

Short Name	3AX 27M-3G
Long Name	Three-Axis Antenna 27MHz - 3GHz
Manufacturer	Narda
Device Name	
Model	3501/03
Serial Number	K-0426
Calibration Date	09/22/2011
Minimum Frequency	27 MHz
Maximum Frequency	3 GHz
Property	E_Field
MNOL	11 dBm

10.2 Validation externe - position d'exposition maximale pour le compteur résidentiel

Source : Rapport d'essais de compatibilité électromagnétique, Mesures comparatives des compteurs avancés – dossier CRIQ 670-43736-5

10.2.1 Compteur résidentiel – Plan horizontal

F. C. I	Position	Densité de puissance moyenne	Densité de puissance maximale
En face du	0 °	63.87 μW/m ²	55.37 mW/m ²
compteur	30°	46.85 μW/m²	38.80 mW/m ²
	60°	28.92 μW/m²	20.44 mW/m ²
	90°	7.07 µW/m²	5.66 mW/m ²
	120°	1.71 μW/m²	1.37 mW/m ²
D	150°	1.54 μW/m²	1.63 mW/m ²
Derrière le compteur	180°	5.11 μW/m²	3.80 mW/m ²
compicui	210°	2.86 μW/m²	2.49 mW/m ²
	240°	0.98 μW/m²	0.95 mW/m ²
	270°	2.02 µW/m²	1.48 mW/m ²
	300°	17.63 μW/m²	13.04 mW/m ²
	330°	57.55 μW/m²	42.33 mW/m ²
	Tableau 13 – Focus – Plan horizontal (Réf. MCRIQ –1)		

Position d'exposition maximale : En face (0 degré)
Position d'exposition minimale : Côté gauche-arrière (240 degrés)

10.2.2 Compteur résidentiel – Plan vertical

	Position	Densité de puissance moyenne	Densité de puissance maximale	
Dessous le -	0°	11.82 µW/m²	8.11 mW/m²	
compteur	30°	9.05 µW/m²	6.84 mW/m ²	1
	60°	11.71 µW/m²	8.38 mW/m ²	1
	90°	16.76 μW/m²	13.43 mW/m ²] ←
	120°	11.52 μW/m²	9.29 mW/m ²	1
	150°	3.52 μW/m²	2.15 mW/m ²	Maximums
Dessus du -	180°	1.57 μW/m²	1.35 mW/m ²	 ←
compteur	210°	9.46 μW/m²	8.49 mW/m ²	Minimums
	240°	17,01 μW/m²	12.41 mW/m ²] willing
	270°	2.12 μW/m²	4.25 mW/m ²]←
	300°	10.37 μW/m²	7.99 mW/m ²	
	330°	16.16 μW/m²	13.31 mW/m ²	
	Tableau 14 – Focus – Plan vertical (Réf. MCRIQ –2)			

Position d'exposition maximale : Côté droit (90 degrés) à 3heures Position d'exposition minimale : à midi (180 degrés)

10.3 Validation externe - position d'exposition maximale pour le compteur CII

Que l'on considère la densité de puissance moyenne ou maximale pour déterminer la position d'exposition maximale donne le même résultat, à une position adjacente près.

10.3.1 Compteur CII – Plan horizontal

F. 6. 1	Position	Densité de puissance moyenne	Densité de puissance maximale
En face du compteur	0°	14.79 μW/m²	11.49 mW/m²
compicui	30°	28.28 μW/m²	18.54 mW/m²
	60°	44.44 μW/m²	31.19 mW/m ²
	90°	47.65 μW/m²	29.65 mW/m ²
	120°	15.17 μW/m²	14.37 mW/m²
D	150°	5.44 μW/m²	3.34 mW/m ²
Derrière le compteur	180°	6.40 µW/m²	4.76 mW/m²
compicui	210°	4.11 μW/m²	3.74 mW/m ²
	240°	5.84 μW/m²	5.71 mW/m ²
	270°	13.51 μW/m²	10.93 mW/m²
	300°	16.80 μW/m²	13.51 mW/m ²
	330°	12.89 μW/m²	12.88 mW/m ²
	Tableau 15 – CII – Plan horizontal (Réf. MCRIQ –3)		

Position d'exposition maximale : Côté droit (90 degrés) Position d'exposition minimale : Côté gauche-arrière (210 degrés)

10.3.2 Compteur CII – Plan vertical

D 1	Position	Densité de puissance moyenne	Densité de puissance maximale
Dessous du compteur	0°	5.29 μW/m²	3.51 mW/m ²
compicui	30°	6.86 μW/m²	5.50 mW/m ²
	60°	28.17 μW/m²	21.07 mW/m ²
	90°	81.83 μW/m²	45.48 mW/m ²
	120°	37.41 μW/m²	26.86 mW/m ²
D 1	150°	18.08 μW/m²	14.18 mW/m ²
Dessus du -	180°	7.20 µW/m²	5.50 mW/m ²
compteur	210°	5.23 μW/m ²	3.99 mW/m ²
	240°	18.00 μW/m²	14.27 mW/m ²
	270°	24.25 μW/m²	15.90 mW/m ²
	300°	11.61 μW/m²	8.24 mW/m ²
	330°	7.10 µW/m²	4.65 mW/m ²
	Tableau 16 – CII – Plan vertical (Réf. MCRIQ –4)		

Position d'exposition maximale : Côté droit (90 degrés) à 3 heures Position d'exposition minimale : Côté gauche à 11 heures (210 degrés)

10.4 Confirmation de la position d'exposition maximale pour le compteur résidentiel (FOCUS)

En comparant les mesures obtenues par Hydro-Québec et le CRIQ, on constate qu'elles permettent de localiser le même emplacement où l'exposition radiofréquence est maximale autour du compteur résidentiel, même si les méthodes de mesure utilisées diffèrent quelque peu :

- Hydro-Québec : Mesure à la position suivante dès qu'une émission radiofréquence est mesurée (valeur maximale);
- CRIQ : Mesure de la densité de puissance moyenne (6 minutes) à chacune des 12 positions;

10.4.1 Maximums

En comparant les mesures obtenues par Hydro-Québec à celles du CRIQ, l'on remarque que la position autour du compteur résidentiel (FOCUS) à laquelle une exposition est maximale est la même, soit en face de celui-ci, dans le plan horizontal.

En ce qui concerne le plan vertical, la position d'exposition maximale obtenue par Hydro-Québec et le CRIQ est également la même, soit à la position **3 heures**. Les valeurs obtenues par le CRIQ à 240° et 270° (deuxième maximum et deuxième minimum respectivement) représenteraient la présence d'une région d'exposition maximale à proximité d'une région d'exposition minimale (30° entre les deux), ce qui est très peu probable et invaliderait ces deux données, raison pour laquelle la position d'exposition maximale réelle semble être à la position 90°.

Plan	Mesures d'Hydro-Québec		Mesures	du CRIQ
	Maximum Minimum		Maximum	Minimum
Horizontal	0 °	270°	0 °	240°
Vertical 270° 180° 90° 180°				
Tableau 17 – Focus – Position d'exposition maximale				

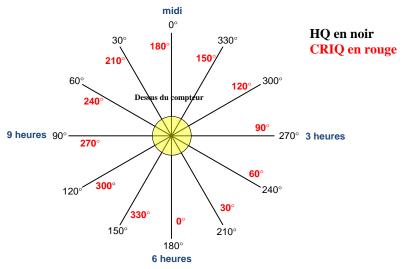


Schéma 3 - Référentiels angulaires dans le plan vertical

Aussi, le référentiel angulaire utilisé par le CRIQ pour les mesures dans le plan vertical (en **rouge**) est déphasé de 180° par rapport à celui utilisé par Hydro-Québec (en noir), ce qui fait que la correspondance des mesures équivalentes doit se faire selon l'ajustement identifié par l'illustration précédente (Schéma 3 - Référentiels angulaires dans le plan vertical).

10.4.2 Minimums

En ce qui concerne la localisation du minimum dans le plan horizontal, les valeurs mesurées étant relativement faibles, les deux méthodes de mesure ont localisé des positions contigües, à 30° de différence.

Pour ce qui est de la localisation du minimum dans le plan vertical, les valeurs mesurées par Hydro-Québec et le CRIQ sont différentes, l'une indiquant dessous le compteur et l'autre au-dessus. Pour déterminer avec précision la position du minimum d'exposition, il faudrait donc procéder à l'établissement du patron de radiation de l'assemblage que constituent le transmetteur radiofréquence et son antenne dans le compteur résidentiel. Cependant, comme le but de l'exercice était de déterminer l'emplacement du maximum dans le but de mesurer l'exposition maximale autour du compteur, l'établissement du patron de radiation détaillé n'a pas été jugé nécessaire.

10.5 Validation externe – densité de puissance moyenne à proximité du compteur

Les valeurs de densité de puissance moyenne mesurées par Hydro-Québec ont été validées par le CRIQ, comme le démontrent les données suivantes.

10.5.1 Compteur résidentiel – En face à un mètre de distance

La densité de puissance moyenne à un mètre en face du compteur résidentiel a été mesurée à cinq reprises (moyenne temporelle de 6 minutes) par deux appareils différents, celui d'Hydro-Québec et celui du CRIQ.

Mesure en régime permanent (moyenne temporelle)	Compteur Focus PROD sécurité avancée	Compteur Focus PROD sécurité avancée
face au compteur	Mesures prises avec NARDA HQ	Mesures prises avec NARDA CRIQ
à 1 mètre de distance	(densité de puissance moyenne)	(densité de puissance moyenne)
1	$52,31 \mu \text{W/m}^2$	$47,89 \mu \text{W/m}^2$
2	$42,42 \mu \text{W/m}^2$	$51,26 \mu \text{W/m}^2$
3	$60,58 \mu \text{W/m}^2$	66,09 μ W/m ²
4	$47,64 \mu \text{W/m}^2$	59,19 μW/m ²
5	$48,02 \ \mu \text{W/m}^2$	$48,90 \; \mu \text{W/m}^2$
Tableau 18	Moyenne : 50,19 μW/m ²	Moyenne : 54,67 μW/m ² (Réf. MCRIQ –5)

Les moyennes des moyennes temporelles mesurées par l'appareil d'Hydro-Québec et du CRIQ sont respectivement $50.19~\mu\text{W/m}^2$ et $54,67~\mu\text{W/m}^2$.

L'écart de $4.48~\mu W/m^2$ entre les deux moyennes (HQ et CRIQ) est moindre que l'écart-type des deux ensembles de mesures, ce qui fait que ces deux moyennes sont considérées semblables. Par conséquent, la justesse du protocole de mesure ainsi que l'exactitude des mesures prises par l'un ou l'autre des partis sont les mêmes.

10.5.2 Compteur résidentiel – Derrière à un mètre de distance

La densité de puissance moyenne à un mètre derrière le compteur résidentiel a été mesurée a cinq reprises (moyenne temporelle de 6 minutes) par le CRIQ. La moyenne des moyennes temporelles mesurées est de $1,932~\mu\text{W/m}^2$, comparativement à $1,825~\mu\text{W/m}^2$ mesurée par Hydro-Québec (M-13).

Mesure en régime permanent (moyenne temporelle) à l'arrière du compteur à 1 mètre de distance	Compteur Focus PROD sécurité avancée Mesures prises avec NARDA CRIQ (densité de puissance moyenne)
1	$1,76 \mu \text{W/m}^2$
2	$1,85 \mu \text{W/m}^2$
3	$2,51 \mu \text{W/m}^2$
4	$2,04 \mu \text{W/m}^2$
5	$1,51 \mu \text{W/m}^2$
Tableau 19	Moyenne: 1,93 μW/m ² (Réf. MCRIQ – 6)

Tel que mentionné à la section 8.3.1 (14,3 dB), l'embase métallique a un effet d'atténuation vers l'arrière du compteur de l'ordre de 14 dB (14,5 dB plus précisément selon les données du CRIQ).

10.5.3 Compteur résidentiel avec embase de plastique – En face à un mètre de distance

Connaissant l'effet d'atténuation de l'embase métallique vers l'arrière du compteur, son effet possible vers l'avant doit être vérifié. Pour se faire, le compteur résidentiel sera installé sur une embase de plastique et les mêmes mesures seront répétées.

Les valeurs de densité de puissance moyenne mesurées à un mètre de distance à l'avant du compteur sont colligées dans le tableau suivant. On remarque que la moyenne des densités de puissance moyennes avec embase de plastique est de $56,32~\mu\text{W/m}^2$ comparativement à $54,67~\mu\text{W/m}^2$ (Réf. MCRIQ -5) avec l'embase métallique.

On peut donc conclure que l'embase métallique n'a aucun effet mesurable (réflexion causant une interférence constructive, . . .) sur la densité de puissance moyenne à l'avant du compteur. Pour valider cette observation, des mesures effectuées à l'intérieur d'une résidence du quartier Villeray à un mètre d'un compteur avancé résidentiel donnent une moyenne de densités de puissance moyenne de $34,38~\mu\text{W/m}^2$, ce qui confirme l'observation.

Mesure en régime permanent	Compteur Focus PROD sécurité
(moyenne temporelle) face au compteur avec embase	avancée Mesures prises avec NARDA
de plastique	CRIQ
à 1 mètre de distance	(densité de puissance moyenne)
1	$48,87 \mu \text{W/m}^2$
2	$46,80 \mu W/m^2$
3	$55,02 \mu \text{W/m}^2$
4	$71,08 \mu \text{W/m}^2$
5	59,83 μ W/m ²
Tableau 20	Moyenne : 56,32 μW/m ² (Réf. MCRIQ -7)

10.5.4 Compteur résidentiel avec embase de plastique – Derrière à un mètre de distance

Pour mesurer la contribution de la structure du compteur à l'atténuation mesurée vers l'arrière, les mêmes mesures seront répétées avec le compteur sur l'embase de plastique à un mètre de distance vers l'arrière.

Mesure en régime permanent (moyenne temporelle) à l'arrière du compteur avec embase de plastique à 1 mètre de distance	Compteur Focus PROD sécurité avancée Mesures prises avec NARDA CRIQ (densité de puissance moyenne)
1	$37,77 \mu W/m^2$
2	$18,65 \mu \text{W/m}^2$
3	$30,27 \mu \text{W/m}^2$
4	$22,33 \mu \text{W/m}^2$
5	$38,28 \mu \text{W/m}^2$
Tableau 21	Moyenne : 29,46 μW/m ² (Réf. MCRIQ –8)

Selon les mesures recueillies au tableau précédent, la moyenne des densités de puissance moyennes est 29,46 $\mu W/m^2$, ce qui correspond à une atténuation de 2,7 dB (comparativement à la densité de puissance moyenne mesurée en face de 54,67 $\mu W/m^2$) .

La structure du compteur contribue donc à atténuer la densité de puissance moyenne de 2.7 dB alors que l'embase métallique de 11.8 dB, pour un total combiné de 14,5 dB (tel que stipulé à la section 10.5.2)

10.5.5 Compteur CII – En face à un mètre de distance

Contrairement à la valeur de densité de puissance moyenne mesurée par Hydro-Québec de $31.86 \, \mu \text{W/m}^2$ (présentée à la section 8.2), celle mesurée par le CRIQ est de $12,44 \, \mu \text{W/m}^2$ soit 2.5 fois moins.

Étant donné la justesse du protocole de mesure ainsi que l'exactitude des mesures, tant d'Hydro-Québec que du CRIQ, qui se sont révélées équivalentes (voir section 10.5.1), cet écart entre les deux valeurs de la mesure de la densité de puissance moyenne à un mètre en face du compteur CII peut s'expliquer par le fait que les deux séries de mesure (HQ et CRIQ) ont été réalisées sur le même compteur CII mais à des périodes différentes.

Il est donc probable que le compteur CII n'ait pas été complètement en régime permanent durant la prise de mesures faite par Hydro-Québec, mais en phase de transition entre le mode de démarrage et le mode normal (régime permanent).

Mesure en régime permanent (moyenne temporelle)	Compteur S4e DEV Mesures prises avec NARDA
en face du compteur	CRIQ
à 1 mètre de distance	(densité de puissance moyenne)
1	$10,17 \; \mu \text{W/m}^2$
2	11,46 $\mu W/m^2$
3	$13,23 \mu \text{W/m}^2$
4	13,89 μ W/m ²
5	$13,47 \mu \text{W/m}^2$
Tableau 22	* Moyenne : 12,44 µW/m² (Réf. MCRIQ -9)

^{*} La sixième mesure de la moyenne temporelle de densité de puissance réalisée n'a pas été considérée car la configuration de l'appareil NARDA du CRIQ n'était pas identique à ce qu'elle était lors de toutes les autres mesures (RBW=100 KHz au lieu de RBW=300 KHz) ce qui donne une moyenne de 12,44 µW/m² au lieu de 12,78 µW/m² tel que mentionné dans le rapport du CRIQ).

En effet durant les séances de mesures intensives exécutées au CRIQ pendant près de deux semaines consécutives, il s'est avéré que la durée de transition de la phase de démarrage au régime permanent du compteur peut prendre jusqu'à 10 minutes alors qu'initialement il avait été observé qu'une période de 6 minutes semblait suffisante.

10.5.6 Compteur CII - Derrière à un mètre de distance

Pour la séance de prises de mesure, le compteur CII est installé sur un support de bois, donc les mesures effectuées derrière à un mètre de distance indiquent la densité de puissance moyenne du patron de radiation résultant de l'assemblage de l'antenne à l'intérieur du boîtier du compteur, ne subissant aucun effet de la présence d'une embase métallique.

Les valeurs de tableau suivant indiquent une moyenne de densités de puissance moyennes de $5,84 \,\mu\text{W/m}^2$, ce qui représente une atténuation de $3,3 \,dB$ par rapport à la valeur mesurée à un mètre devant de $12,44 \,\mu\text{W/m}^2$ (MCRIQ-9).

Mesure en régime permanent	Compteur S4e DEV
(moyenne temporelle)	Mesures prises avec NARDA
à l'arrière du compteur	CRIQ
à 1 mètre de distance	(densité de puissance moyenne)
1	$3,13 \mu W/m^2$
2	$6,90 \mu \text{W/m}^2$
3	$7,20 \; \mu \text{W/m}^2$
4	$6,12 \mu \text{W/m}^2$
Tableau 23	Moyenne : 5,84 μW/m ²
	(Réf. MCRIQ –10)