

**RÉPONSE D'HYDRO-QUÉBEC DISTRIBUTION
À L'ENGAGEMENT NUMÉRO 45**

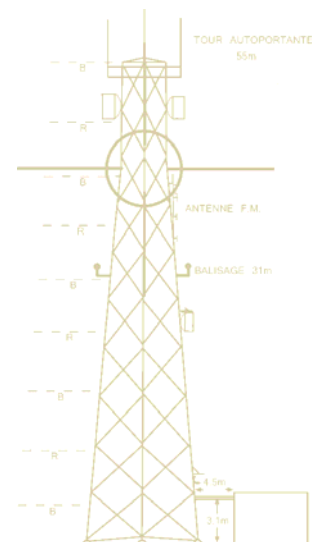
Engagement n° 45 :

Déposer le rapport du Centre de recherche industrielle du Québec et le rapport de YRH relativement aux mesures. (Demandé par la Régie)

Réponse à l'engagement n° 45 :

Voir les documents en liasse.

**VALIDATION DE LA MÉTHODOLOGIE DE MESURE
DES ASPECTS RADIOFRÉQUENCES
RELIÉS AUX NOUVEAUX COMPTEURS
UTILISÉS PAR HYDRO-QUÉBEC
DANS LE CADRE DE PROJETS PILOTES**



Préparé pour

**Direction principale Télécommunications
Groupe Technologie
Hydro-Québec**

1500 University, 4e étage
Montréal, QC
H3A 3S7



**Yves R. Hamel
et Associés Inc.**

424, rue Guy
bureau 102
Montréal (Qc)
Canada H3J 1S6

téléphone :
514 934 3024

télec. :
514 934 2245

web : www.YRH.com
courriel : Telecom@YRH.com

TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	2
2. DESCRIPTION DU MANDAT	2
3. DESCRIPTION DU RÉSEAU DE COMMUNICATION DES COMPTEURS INTELLIGENTS.....	3
3.1 GÉNÉRALITÉS	3
3.2 PROTOCOLE DE COMMUNICATION	4
4. NORMES EN VIGUEUR AU CANADA.....	7
5. DESCRIPTION ET VALIDITÉ DES MESURES EFFECTUÉES	8
5.1 MESURES DES TAUX DE TRANSMISSIONS	9
5.2 MESURES DE LA DISTRIBUTION DE L'ÉNERGIE RF AUTOUR DES COMPTEURS.....	11
6. ENVIRONNEMENT ÉLECTROMAGNÉTIQUE PRÉEXISTANT	16
7. REPRÉSENTATIVITÉ DES PROJETS PILOTES	18
8. CONCLUSION.....	20

1. Introduction

Yves R. Hamel et Associés Inc., consultants en radiodiffusion et télécommunications a été mandaté par Hydro-Québec pour évaluer et valider les procédures de mesures de certains aspects radiofréquences reliés à l'opération des nouveaux compteurs utilisés par Hydro-Québec dans le cadre de trois projets pilotes permettant de valider l'efficacité de la technologie et les différentes fonctionnalités du système.

Ce nouveau système de compteurs intelligents utilise une technologie de communication sans fil dans la bande de fréquences exempte de licence de 900 MHz, basée sur une approche de réseau maillé qui permet d'assurer une opération des plus robustes, sans qu'il soit nécessaire de déployer une infrastructure importante comme dans le cas d'un réseau de téléphonie mobile à titre d'exemple.

Puisqu'un grand nombre de ces compteurs seront installés dans le cadre d'un déploiement général, il est apparu important pour Hydro-Québec de valider certaines caractéristiques opérationnelles dans le cadre de projets pilotes. De plus, les aspects reliés au respect des normes en vigueur au Canada et au Québec seront validés, en particulier le Cahier des charges sur les normes radioélectriques (CNR-210) d'Industrie Canada et le Code de sécurité 6 de Santé Canada traitant des limites d'exposition humaine à l'énergie électromagnétique radioélectrique dans la gamme de fréquences de 3 kHz à 300 GHz. Le présent rapport s'intéressera davantage au respect du Code de sécurité 6.

2. Description du mandat

Ce mandat consiste à valider les procédures de d'essais utilisées par les équipes d'experts d'Hydro-Québec au cours du processus d'évaluation des performances radiofréquences des nouveaux compteurs. Ces essais consistent en particulier à faire des mesures en situations réelles sur le terrain afin de vérifier que les paramètres opérationnels s'accordent avec les prévisions de conception. Des mesures en environnement contrôlé ont aussi été effectuées afin de valider les performances radioélectriques des différents modèles de compteurs. Finalement, le mandat inclut aussi la validation des analyses statistiques des données recueillies par le système de gestion du réseau de communication du système de compteurs intelligents effectuées par les

services d'Hydro-Québec, ceci, afin de permettre d'établir les performances réelles et les paramètres opérationnels du réseau maillé et du routage des communications.

3. Description du réseau de communication des compteurs intelligents

3.1 Généralités

Du point de vue télécommunication, le système de compteurs intelligents déployé par Hydro-Québec dans le cadre des projets pilotes est basé sur une technologie dite à étalement spectral opérant dans la bande exempte de licence du 900 MHz (902-928 MHz). Cette bande de fréquences est utilisée pour toute sorte de système, tel que des téléphones sans fil domestique, des télécommandes d'ouverture de porte, des systèmes d'identification radiofréquence, des systèmes d'accès Internet sans-fil, des liaisons radio de réseaux locaux, etc.

Afin de permettre à tous ces systèmes d'utiliser simultanément la même bande de fréquence, ils doivent utiliser une technologie à étalement spectral, plus particulièrement dans ce cas-ci, une technologie à sauts de fréquences. La bande entière de 902 à 928 MHz est subdivisée en 86 canaux de 300 kHz de largeur, dont 82 sont utilisés, et chacun des paquets transmis utilise un canal différent de celui utilisé lors de la transmission du paquet précédent, selon une séquence quasi-aléatoire. D'autres systèmes utilisent des largeurs de canaux différentes et dans certains cas n'utilisent qu'une partie de la bande ou pourrait même utiliser une autre technologie d'étalement spectral, mais ils doivent tous utiliser une certaine forme d'étalement spectral. Les compteurs déployés par Hydro-Québec dans le cadre des projets pilotes, respectent les normes canadiennes pour ce type d'opération dans cette bande de fréquence, plus particulièrement le Cahier des charges sur les normes radioélectriques (CNR-210). Le numéro d'homologation 5931A-HUNTSU864 a été attribué par Industrie Canada pour le modèle de compteur Focus AXR-SD utilisé de façon générale pour les installations domestiques et le numéro 5931A-HUNTSU825 pour le modèle S4e utilisé pour les installations industrielles et commerciales polyphasées.

Une autre particularité de la technologie de ce réseau de compteurs intelligents est l'utilisation d'une topologie de réseau maillée. Dans un réseau conventionnel, chaque compteur devrait communiquer directement avec le collecteur, ce qui limiterait sensiblement la zone couverte par chacun des collecteurs. En utilisant une topologie de réseau maillée, chacun des compteurs a la

possibilité de communiquer avec chacun des autres compteurs situés dans son voisinage et de relayer l'information d'un autre compteur vers le collecteur. Le réseau est constitué de trois types de nœud de communication différent, soit les compteurs, le collecteur qui comme son nom l'indique collecte toutes les données transmises par les compteurs et les nœuds intermédiaires qui sont désignés sous le nom de routeurs et qui servent à faciliter l'acheminement du trafic vers le collecteur.

Lorsqu'un compteur est mis en service, il cherche à communiquer avec le collecteur le plus près et il interroge pendant quelques minutes les compteurs avec lesquels il peut communiquer afin de déterminer les parcours disponibles pour rejoindre le collecteur le plus efficacement possible. Si le compteur peut communiquer directement avec le collecteur avec une fiabilité suffisante, les communications se feront directement, toutefois le compteur gardera en mémoire les compteurs qu'il aura identifiés comme de bons candidats pour agir comme relais et il revalidera périodiquement leurs disponibilités, afin de pouvoir pallier à tout changement dans l'environnement qui pourrait perturber le lien direct avec le collecteur. Tous ces compteurs identifiés comme relais potentiels sont désignés sous le nom de « voisin », non pas parce qu'ils sont géographiquement voisins, mais parce qu'ils représentent les meilleurs options possibles pour retransmettre l'information vers le collecteur tout en utilisant le moins de bonds radio possible.

Afin de réduire le plus possible le nombre de relais, un troisième type de nœud de communication est introduit dans le réseau et est désigné sous le nom de routeur. Ces routeurs sont installés à des endroits stratégiques dans la zone de desserte d'un collecteur, à une hauteur typique de 5 à 7 mètres, soit dans un poteau ou sur le câble de distribution et utilisent un type d'antenne plus performant que l'antenne intégrée dans les compteurs. Ces routeurs permettent d'augmenter significativement la robustesse du réseau en réduisant le nombre de relais nécessaires et permettent aussi de réduire de façon significative le nombre de relais effectués par les compteurs eux-mêmes, les routeurs ayant un plus grand rayon de communication dû à leur plus grande hauteur, à l'efficacité accrue de leur antenne et à une puissance légèrement plus élevée.

3.2 Protocole de communication

Sans entrer dans tous les détails techniques du protocole de communication utilisé par le réseau de compteurs intelligents, une brève revue du protocole de communications est nécessaire, afin

de comprendre le fonctionnement de la portion radiofréquence (RF) du système. Si le lecteur souhaite connaître plus en détails le fonctionnement du système, il est invité à consulter le rapport « *Analyse des transmissions - Équipement IMA* » produit par la Direction principale des télécommunications d'Hydro-Québec.

Tel que mentionné précédemment, lors de la mise en service d'un compteur, celui-ci interroge les divers compteurs, routeurs, ainsi que le collecteur, afin de déterminer quels sont les nœuds de communications les plus efficaces pour permettre une communication de fiabilité suffisante avec le collecteur. Ce processus dure environ de 5 à 10 minutes en transmettant périodiquement des impulsions RF de courte durée qui permettent au compteur d'identifier le collecteur, les routeurs et d'autres compteurs qui pourraient être utilisés pour communiquer avec le collecteur. Il établira une liste de ces nœuds de communications par ordre de préférence selon le nombre de bonds nécessaires pour rejoindre le collecteur. S'il peut communiquer directement avec le collecteur, ce sera son lien de communication préféré et il maintiendra quand même une liste de ses routes alternatives, au cas où le lien direct avec le collecteur ne soit plus possible pour toutes sortes de raisons. Il revalidera ensuite la disponibilité de ses préférés environ toutes les minutes et simultanément il informera les autres compteurs qui le considèrent comme un de leurs préférés de sa disponibilité pour relayer leurs communications si nécessaire.

Ces communications de gestion du réseau radiofréquence (Synchronisation) constituent la plus grande partie des communications qui seront effectuées sur le réseau, soit une transmission de moins de 50 msec à toutes les minutes environ. À cela s'ajoute les communications de maintenance du réseau qui seront variables selon que le compteur agisse comme relais pour certains compteurs situés en aval et selon le nombre de ces compteurs pour qui il relaiera les informations applicatives. Il est à noter que toutes les communications dites de gestion RF se feront de compteur à compteur ou de compteur à routeur seulement et ne nécessitent pas d'être relayées d'aucune façon. Ces communications de gestion RF (Synchronisation et Maintenance) totalisent au maximum moins de 82 secondes de communication par jour, soit plus de 98% des communications émises par un compteur, lorsque la valeur maximale des communications de maintenance effectuées par un compteur depuis le début des projets pilotes est considérée. Les transmissions nécessaires pour le transfert des données de mesurage et le relais des données des compteurs situés en aval représentent moins de 2 secondes d'émission RF par jour en moyenne, selon les données recueillies par le système de gestion du réseau au cours des projets pilotes.

Sur la base de ces données recueillies au cours des projets pilotes, moins de 25% des compteurs agissent comme relais, pour environ 4,4 compteurs chacun. Le compteur ayant enregistré la plus grande activité à titre de compteur « relayant » n'a effectué qu'environ 94 secondes de transmissions au total en une journée, soit une douzaine de secondes en 24 heures à effectuer le relais des compteurs situés en aval.

Le Tableau 1 qui suit est repris du rapport mentionné précédemment et fournit les détails volumétriques des transmissions RF observés pour les compteurs au cours des projets pilotes en cours.

Tableau 1- Sommaire des taux de transmissions journaliers des compteurs

	Type de paquet	Durée (ms)	Nombre de transmissions	Temps requis par jour (s)
Données applicatives	Relève	63	1	0,06
	Profils de consommation	57	6	0,34
	Lectures sur demande	63	2	0,13
	Trafic applicatif ⁽¹⁾	63	13,97 ⁽¹⁾	0,88
Gestion RF	Maintenance	46	270 ⁽²⁾	12,42
	Synchronisation	48	1440 ⁽²⁾	69,16
	Total		1732,97	82,95

Notes :

- (1) Le « 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.
- (2) Ce type de transmissions varie 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. Il en est de même pour les routeurs et les collecteurs.

Dans le cas des routeurs, le volume de transmissions RF total est légèrement plus élevé, totalisant environ 120 secondes par jour. Les communications de la catégorie gestion RF sont identiques avec environ 81 secondes par jour et constituent toujours la plus grande part des transmissions journalières des routeurs. Cependant, tel que mentionné précédemment, les routeurs sont expressément introduit dans le réseau afin de faciliter le routage des communications vers le collecteur et de ce fait, il est normal que les routeurs effectuent un nombre beaucoup plus élevé de relais d'information que les compteurs. Le Tableau 1 indique que

selon les observations effectuées au cours des projets pilotes, un peu moins de 14 relais par jour sont effectués en moyenne par un compteur, alors que ce nombre est de près de 600 en moyenne pour un routeur, pour une durée de transmission journalière de près de 40 secondes. Malgré ce temps de transmission plus élevé, il faut noter que 120 secondes par jour ne représentent qu'un facteur d'utilisation de 0.14% et que ces routeurs sont typiquement installés dans les infrastructures du réseau de distribution électrique et de ce fait relativement éloignés des habitations et des piétons.

4. Normes en vigueur au Canada

Tel que mentionné précédemment, l'opération au Canada de tout équipement émettant des ondes électromagnétiques est assujettie à des normes clairement définies par l'autorité canadienne en matière de gestion et d'utilisation du spectre électromagnétique, soit Industrie Canada. Dans le cas spécifique des équipements utilisés pour le réseau de compteurs intelligents d'Hydro-Québec, ils doivent respecter les termes du Cahier des charges sur les normes radioélectriques CNR-210. Les compteurs, les routeurs et autres équipements radio utilisés sur le réseau ont été expertisés par Industrie Canada et une certification en regard de cette norme a été émise. Tous les essais relatifs à cette norme n'ont pas été repris systématiquement dans les laboratoires d'Hydro-Québec, cependant les essais et les observations effectués indiquent que ces éléments du réseau respectent cette norme.

La deuxième norme applicable est celle relative à l'exposition humaine à l'énergie électromagnétique radioélectrique. Cette norme est sous l'autorité de Santé Canada et est désignée sous le titre de « Limites d'exposition humaine à l'énergie électromagnétique radioélectrique dans la gamme de 3 kHz à 300 GHz » communément appelée Code de sécurité 6. Ce code de sécurité n'est pas destiné à spécifier les performances d'un équipement, mais vise plutôt à limiter l'exposition des personnes à l'énergie radioélectrique. Il spécifie les règles à observer pour l'utilisation sécuritaire des dispositifs émettant des rayonnements radioélectriques et l'exposition sécuritaire à ces rayonnements. Le code de sécurité 6 est la seule norme en vigueur au Canada relativement à l'exposition aux rayonnements électromagnétiques non-ionisant.

Le code de sécurité 6 spécifie des méthodologies de mesures et des seuils maximaux d'intensité de champ électrique, d'intensité de champ magnétique ou de densité de puissance à respecter

pour deux catégories d'environnement. L'environnement "contrôlé" correspond typiquement à l'exposition des travailleurs qui ont à travailler à proximité d'une source de rayonnement électromagnétique et qui ont reçu une formation appropriée; et l'environnement "non contrôlé" qui correspond à l'exposition pour le grand public, applicable dans tous les espaces accessibles au grand public sans restriction. La dernière mise à jour de cette norme par Santé Canada date de 2009 et est basée sur l'ensemble des études scientifiques produites dans le monde et évaluées par les spécialistes de Santé Canada qui font un suivi continu des nouvelles publications scientifiques sur le sujet.

La limite d'exposition dans un environnement non contrôlé est typiquement de 20% de la limite dans les environnements contrôlés, qui inclus elle-même une marge de sécurité adéquate basée sur le débit d'absorption spécifique. La limite maximale d'exposition est dépendante de la fréquence d'opération du système en cause. Dans le cas de ce système de compteurs intelligents, opérant dans la bande de fréquences exempte de licence de 902 à 928 MHz, la norme établit la limite d'exposition en termes de densité de puissance à 6 W/m² pour un environnement non contrôlé.

Le code de sécurité 6 spécifie aussi que, pour des expositions dont l'intensité varie sensiblement avec le temps, les valeurs moyennes sur une période de 6 minutes doivent être utilisées. Il spécifie aussi que dans les cas où la distribution des champs n'est pas uniforme, ce qui est le cas à proximité d'une source comme un compteur électrique, les mesures doivent être prises à une distance minimale de 0.2 mètres de la source de rayonnement, sur un plan représentant la surface projetée par la tête et le tronc du corps humain.

5. Description et validité des mesures effectuées

Afin de bien quantifier le rayonnement électromagnétique des compteurs intelligents utilisés par Hydro-Québec, il est important de bien connaître le taux de transmissions (facteur d'utilisation RF) de ces compteurs en fonctionnement normal, ainsi que la distribution de l'énergie RF autour du compteur lorsque celui-ci transmet des informations. Afin de quantifier ces deux facteurs, une série de mesures en laboratoire a été effectuée sur les deux modèles de compteurs utilisés, afin de quantifier le taux de transmissions sous diverses conditions d'opération, et des mesures

d'intensité de rayonnement ont aussi été effectuées en milieu contrôlé, soit dans une chambre anéchoïde du Centre de recherche industriel du Québec (CRIQ).

5.1 Mesures des taux de transmissions

Le montage d'un réseau de compteurs intelligents utilisant une topologie de réseau maillé a permis de simuler les diverses conditions d'opération et de quantifier un certain nombre de facteurs au niveau système, toutefois un tel montage ne permet pas toujours de quantifier précisément les communications d'un nœud spécifique du réseau. Afin d'isoler certains nœuds sélectionnés et de permettre de quantifier adéquatement les communications de chacun de ces nœuds spécifiques (compteurs, routeurs), ceux-ci ont été placés dans des cages de Faraday permettant d'isoler ce nœud du reste du réseau simulé et de tout autre source d'interférence pouvant se retrouver dans l'environnement du laboratoire.

Ces mesures ont permis de déterminer avec précision les durées de transmission de chacun des types de transmission, ainsi que leur distribution dans le temps. Les résultats de ces mesures, jumelés aux observations statistiques de l'opération des projets pilotes, ont permis de produire les informations contenus dans le Tableau 1, afin d'établir avec une précision adéquate les différents taux de transmission et ainsi permettre d'établir le facteur d'utilisation RF de chacun des types d'équipements. Pour certains paramètres, tel que les transmissions reliées à la maintenance RF du réseau, les valeurs de distribution temporelle maximales observées au cours des projets pilotes ont été utilisées, afin de refléter une approche conservatrice.

Des mesures de validation sur le terrain ont aussi été effectuées en utilisant des sondes RF directement attachées au compteur sous essais, ce qui permettait d'identifier les transmissions du compteur d'intérêt, des transmissions des autres compteurs situés à proximité. Les résultats de ces mesures sur le terrain présentent un profil d'utilisation RF identique aux résultats obtenus en laboratoire.

La Figure 1 ci-dessous montre les résultats d'une observation effectuée sur un compteur résidentiel en mode normal d'opération, avec la sonde de captation attachée au compteur. La Figure 2, quant à elle montre une captation effectuée à 10 mètres de ce même compteur. On voit clairement qu'à cette distance, le niveau des impulsions du compteur sous essais sont atténuées de 20 à 30 dB environ, alors que les impulsions des autres compteurs des résidences

avoisinentes sont légèrement augmentées, puisque la sonde est maintenant plus rapprochée de ces compteurs. On remarquera que chacune des impulsions n'est constituée que d'une seule trace, démontrant bien que chacun des compteurs utilise un canal RF différent à chacune des transmissions.

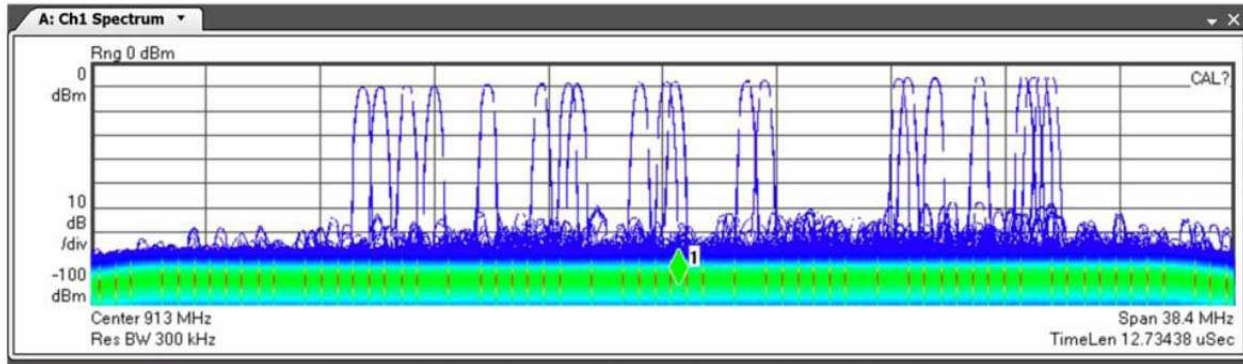
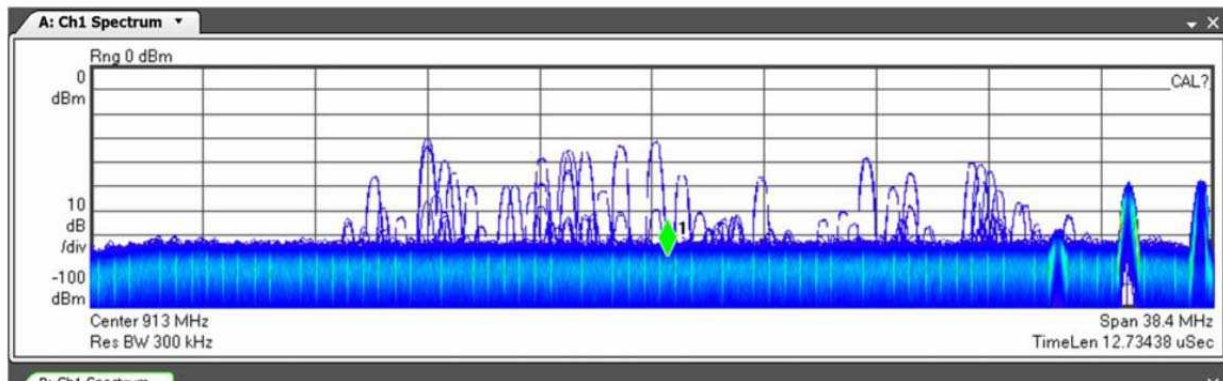


Figure 1- Occupation spectrale d'un compteur avec sonde de captation attachée au compteur.



.Figure 2- Occupation spectrale d'un compteur avec sonde de captation à 10 m du compteur.

On notera à l'extrême droite de la Figure 2, l'apparition de deux impulsions opaques d'une intensité presque aussi élevée que celles des compteurs les plus rapprochés qui se situent à quelques dizaines de mètres tout au plus. L'apparence opaque de ces impulsions indique que ces signaux sont permanents ou quasi-permanent. Ces signaux sont émis par deux différents réseaux de téléavertisseurs en opération dans la région de Boucherville. Après vérification, les stations émettant ces signaux ont été localisées et se situent entre 4,7 km et plus de 10 km du point de mesure. Compte tenu du taux de transmissions beaucoup plus élevé, quasi-permanent, de ces signaux de téléavertisseurs, leurs contributions à la densité de puissance électromagnétique au point de mesure situé à 10 m du compteur le plus rapproché, est possiblement plus importante que celle de l'ensemble des compteurs avoisinants, même à ces distances de 5 km et plus.

5.2 Mesures de la distribution de l'énergie RF autour des compteurs

Une fois que les facteurs d'utilisation des différents équipements ont été quantifiés convenablement, il était nécessaire de mesurer de façon adéquate la distribution spatiale de l'énergie RF autour des différents modèles de compteurs. Pour ce faire, des mesures sur le terrain ont été tentées et la variabilité des résultats démontre que l'environnement immédiat du compteur peut influencer les mesures d'intensité de champ par un facteur non négligeable. L'utilisation des valeurs maximales peut sembler satisfaisante selon une approche conservatrice, mais d'un point de vue scientifique, la répétabilité des mesures avec des résultats concordants est souhaitable afin d'éviter des interprétations parfois erronées. Afin de satisfaire cette condition, des essais en chambre anéchoïde ont donc été effectués.

Des mesures en chambre anéchoïde permettent d'éliminer toute contribution du monde environnant et aussi toute réflexion importante sur les obstacles environnementaux entourant le compteur sous observation. Les divers compteurs mesurés ont été placés au centre d'une table tournante permettant de mesurer plusieurs positions autour du compteur, sans avoir à déplacer l'appareil de mesures et ainsi assurer l'intégrité de l'environnement de mesures. Les mesures effectuées à l'avant et au même niveau que le compteur constituait le point de référence de départ et la table tournante était ensuite tournée par incrément de 30° afin de quantifier la distribution de l'intensité d'énergie dans le plan horizontal et le plan vertical à 1 mètre de distance du compteur. Une première série de mesure a été effectuée avec les compteurs montés sur un panneau de bois et dans un coffret plastique, afin d'évaluer la distribution de l'énergie autour du compteur lui-même et une deuxième série alors que le compteur était installé de façon conventionnelle sur un boîtier électrique métallique typiquement utilisé pour les installations domestiques.

La photo de la Figure 3 montre le montage pour les mesures sur le modèle de compteur utilisé pour les abonnés industriel et commercial, alors que la Figure 4 montre le montage de mesure pour un compteur domestique monté sur un boîtier électrique typique.

Toutes ces mesures ont aussi été reprises avec une ampleur encore plus importante par les experts du CRIQ, afin de valider les résultats obtenus par les équipes d'Hydro-Québec.



Figure 3- Mesures d'un compteur CII sans panneau électrique de montage



Figure 4- Mesures d'un compteur domestique monté sur un boîtier électrique typique

Une évaluation théorique de l'intensité d'énergie à une distance de 1 mètre du compteur a d'abord été effectuée en utilisant un modèle toroïdal afin de représenter la distribution de l'énergie émise par une antenne de type dipôle demi-onde, puisque l'antenne utilisée dans ces compteurs s'approche de ce type d'antenne. La valeur moyenne de densité de puissance théorique obtenue à un mètre de distance est légèrement inférieure à $50 \mu\text{W}/\text{m}^2$ ce qui nous indique l'ordre de grandeur des résultats attendus au cours des mesures.

L'appareil de mesure utilisé est un modèle SRM-3006 du fabricant NARDA, utilisant une sonde tri-axiale couvrant la bande de 27 MHz à 3 GHz. Ces deux éléments de l'appareil de mesure disposent de certificats de calibration datant respectivement d'octobre et de septembre 2011. Ce modèle de mesureur d'intensité de champ constitue une référence mondiale dans le domaine des mesures de sécurité radioélectrique. Il permet de plus de prendre des mesures sélectives en fonction de la bande de fréquences d'intérêt, étant doté de fonctions poussées d'analyse spectrale.

Les résultats des mesures effectuées montrent que la densité de puissance mesurée est du même ordre de grandeur ou inférieure à la valeur théorique calculée. Dans le cas des mesures effectuées avec un montage sur panneau de bois, presque transparent aux ondes électromagnétiques, la distribution de l'énergie dans le plan horizontal se rapproche d'une distribution omnidirectionnelle à l'intérieur d'une variation de $\pm 3\text{dB}$. La variation la plus importante a été notée entre l'avant ou la droite du compteur et le côté gauche, lorsque regardé à partir de l'avant. Cette variation serait vraisemblablement causée par le corps même du compteur, puisque l'antenne de ce dernier est située sur son côté droit et les composants principaux du compteur feraient obstruction dans cette direction.

En contrepartie et tel qu'anticipé, les mesures effectuées pour le compteur FOCUS AXR-SD, monté sur un boîtier électrique métallique, tel qu'il est généralement utilisé dans les installations domestiques, montrent que des variations de l'ordre de 10 dB à 15 dB sont présentes dans le plan horizontal, ce qui représente une variation par un facteur de 10 à 25 environ. Tel que déjà noté au cours de mesures sur le terrain en situation réelle, l'intensité la plus élevée se retrouve vers l'avant du compteur. Ce phénomène est dû au fait que la paroi arrière, et dans une moindre mesure les parois avant du boîtier électrique, étant constitué d'acier, donc conducteur électrique, bloque les ondes radio et les réfléchissent vers l'avant du compteur. Le phénomène est de plus accentué par le fait que la distance séparant l'antenne du compteur et la paroi arrière du boîtier

électrique est d'une quinzaine de centimètres, soit presque une demi longueur d'onde à 900 MHz. De ce fait, l'énergie réfléchiée par la paroi arrière du boîtier revient pratiquement en phase avec le signal émis par l'antenne, ce qui augmente de façon notable l'intensité des signaux vers l'avant du compteur et permet une performance de communication accrue dans cette direction.

Puisque rien ne se perd et rien ne se crée, cette énergie réfléchiée vers l'avant par le boîtier électrique n'atteint pas le mur de la résidence sur lequel le boîtier est typiquement installé et ne peut donc pas pénétrer le mur de la résidence, ce qui explique la différence importante. La Figure 5 fournit les résultats des mesures effectuées par les experts du CRIQ avec le montage du compteur FOCUS sur un boîtier électrique typique.

Le lecteur qui souhaiterait avoir plus de détails concernant les mesures effectuées pourra trouver toutes les informations pertinentes dans le rapport « *Analyse de conformité des compteurs avancés au Code de Sécurité 6. Analyse théorique et validation expérimentale* » produit par la Direction infrastructure de mesurage avancée d'Hydro-Québec.

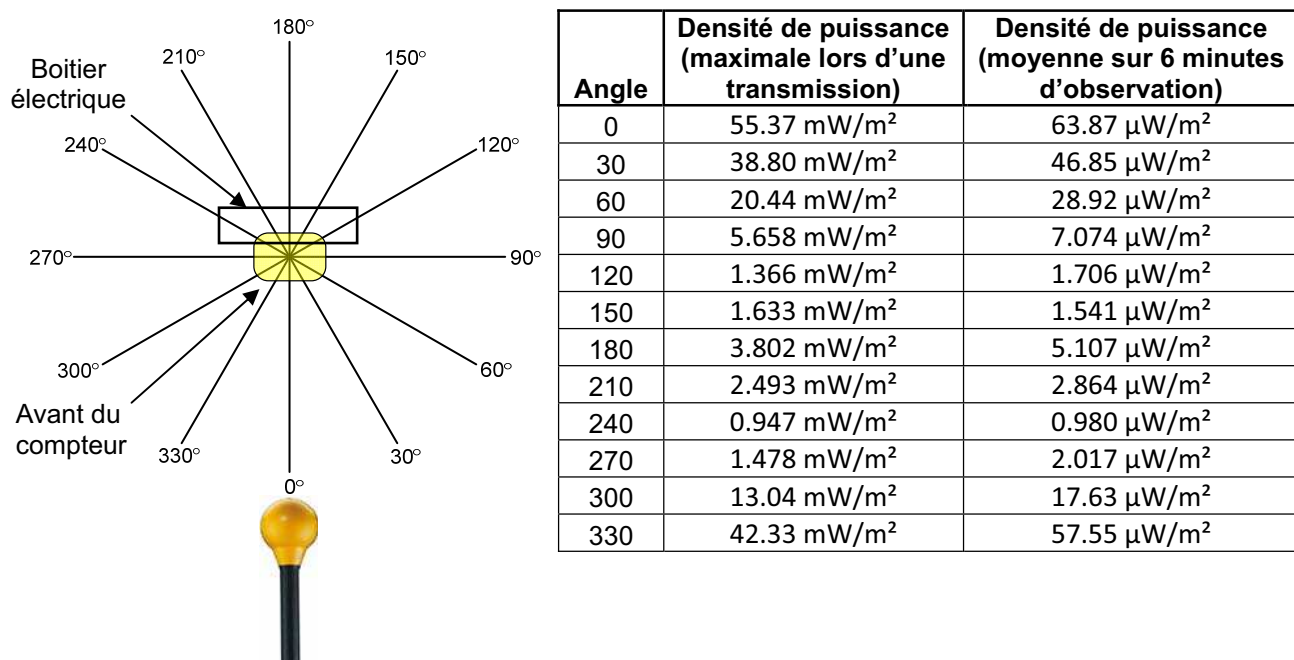


Figure 5- Résultats des mesures dans le plan horizontal, compteur FOCUS monté dans un boîtier électrique

La densité de puissance moyenne pour l'ensemble du plan horizontal pour une durée de 6 minutes se situe donc aux environs de 20 μW/m², alors que la limite autorisée par le code de

sécurité 6 se situe à 6 W/m^2 dans cette bande de fréquence, ce qui représente dans le pire des cas, un ratio de 1 : 300,000 relativement au maximum permis par la norme. La densité moyenne au point de densité la plus élevée, soit en avant du compteur, a été mesurée à $63.9 \mu\text{W/m}^2$, soit environ le triple de la densité moyenne précédente, pour un ratio approximatif de près de 1 :100,000 de la densité maximale permise par la norme, soit environ 0.001% de la norme à 1 mètre du compteur. Ceci démontre encore une fois qu'une partie importante de l'énergie irradiée par l'antenne vers l'arrière du compteur est réfléchiée par le boîtier électrique et retournée vers l'avant, d'où l'écart du simple au triple entre la densité moyenne dans le plan horizontale et la densité maximale vers l'avant du compteur.

On remarquera que les mesures de densité d'énergie les plus basses ne se situent pas vers l'arrière, mais plutôt dans le secteur 120° à 150° et de 240° à 270° . Ces résultats peuvent vraisemblablement s'expliquer par 2 facteurs prédominants. Premièrement, le corps du compteur cause un certain blocage dans le secteur de 240° et 270° , étant donné sa position par rapport à l'antenne. Deuxième facteur important, les signaux réfléchis sur les parois du boîtier électrique augmente le niveau de signal vers l'avant et diminue grandement le niveau de signal vers le secteur arrière de l'installation.

Si nous ajoutons à l'écart de densité de puissance entre l'avant du compteur et l'arrière du compteur de l'ordre de 10 à 15 dB, les pertes causées par le passage au travers du mur de la résidence, qui serait au minimum de 5 dB environ dans le cas d'une résidence ayant un revêtement non conducteur, la densité de puissance à moins de 1 mètre à l'intérieur de la résidence serait environ de 20 dB sous la densité de puissance vers l'avant du compteur, donc environ 1 million de fois sous la norme du code de sécurité 6. Tout revêtement extérieur ou finition intérieur fait d'un matériau conducteur ou incorporant un grillage métallique réduirait d'un autre facteur 10 environ la densité de puissance à l'intérieur de la résidence.

Malgré le niveau de sophistication des équipements de mesures utilisés, ce type de mesures comporte un facteur significatif de variabilité et d'incertitude. Aucune des valeurs mesurées, même en condition contrôlée comme à l'intérieur d'une chambre anéchoïde, ne peut être considérée comme une valeur absolue. Toutes ces valeurs mesurées et les ratios dégagés doivent être interprétés comme des ordres de grandeurs dont la précision absolue pourrait varier jusqu'à presque $\pm 3 \text{ dB}$ dans les pires cas, soit presque du simple au double, ou du simple à la moitié en ce qui concerne les mesures de densité de puissance. Le simple fait que deux appareils

identiques soient utilisés dans les mêmes conditions et fournissent des résultats présentant un écart de l'ordre de 10%, démontre bien qu'une certaine incertitude existe.

Afin de simplifier son utilisation, le manufacturier établit une marge d'incertitude globale, représentant le pire cas, applicable à l'appareil de mesures et ses accessoires. Dans la bande de fréquence d'intérêt, cette marge d'incertitude globale serait de +2.4 / -3.3 dB. Un second facteur à considérer et pouvant introduire une certaine variabilité est associé au fait que le nombre de transmissions sur une période de 6 minutes peut ne pas toujours être identique et que certaines transmissions ont des durées légèrement différentes entre 47 et 63 msec. Dans la mesure où les valeurs mesurées et les ratios dérivés sont considérés comme des valeurs typiques et qu'aucune ne s'approche de la limite fixée par la norme, l'utilisation de ces facteurs d'incertitudes n'est pas jugée essentielle.

6. Environnement électromagnétique préexistant

Le déploiement d'un système de compteurs intelligents couvrant tout le réseau de distribution d'Hydro-Québec introduit certainement une contribution additionnelle à la multitude de signaux radiofréquence présent dans l'environnement, mais l'amplitude de cette contribution doit être évaluée non seulement en regard du respect des normes existantes, mais aussi en regard de sa magnitude comparativement à ce qui existe déjà et au respect global du Code de sécurité 6 concernant les limites d'exposition humaine à l'énergie électromagnétique radioélectrique.

Tout d'abord, il faut faire la différence entre environnement électromagnétique et électromagnétique radioélectrique. Les ondes électromagnétiques incluent toutes formes d'ondes qui peuvent être définies par les 4 équations de Maxwell et par l'équation de Schrödinger, ce qui incluent les signaux de la bande ELF (3-30 Hz) jusqu'au rayon Gamma (30-300 EHz) [1 Exahertz = 1,000,000,000 GHz]. Une toute petite partie de ce spectre est désignée comme la partie visible du spectre. Le soleil émet une très large portion du spectre électromagnétique, dont une grande partie est heureusement absorbée par l'atmosphère terrestre. La portion visible et une partie de l'infrarouge et la partie radiofréquence provenant du soleil ne sont pas bloquées par l'atmosphère terrestre et représentent une densité de puissance de l'ordre de 1000 W/m², ce qui semble être une valeur exorbitante, cependant ce rayonnement électromagnétique est essentiel à la survie humaine.

La portion radiofréquence du spectre électromagnétique est définie comme la bande comprise entre 3 kHz et 300 GHz et ne représente qu'une très faible partie des émissions reçues du soleil. Une très grande partie de cette bande spectrale n'est pas exploitée, mais la portion de 300 kHz jusqu'à 30 GHz est largement exploitée dans les activités de télécommunications contemporaines.

La qualification et la quantification précise de l'environnement électromagnétique radioélectrique est une tâche complexe et influencée par de multiples variables environnementales et temporelles. Toutefois, certains systèmes ont une contribution beaucoup plus importante que d'autres.

Bien que la croyance populaire attribue une large contribution provenant de la téléphonie cellulaire, une évaluation sommaire indique que la puissance apparente rayonnée totale dans la grande région de Montréal par toutes les stations cellulaires serait de l'ordre de 500 kW environ en équivalent omnidirectionnel, distribuée sur l'ensemble du territoire. Par comparaison, les deux seuls émetteurs de TV numérique de la Société Radio-Canada localisés dans la tour du Mont-Royal émettent une puissance apparente rayonnée de près de 900,000 Watts. Malgré tout, cette puissance en TV numérique est beaucoup moindre que les puissances qui étaient rayonnées avant le 31 août 2011 par les émetteurs TV analogiques. Le seul émetteur analogique de la société Télé-Québec qui a cessé ses opérations en août 2011 émettait une puissance apparente de près de 900,000 Watts, alors qu'il n'émet maintenant que 269,000 Watts en mode numérique. De la même façon, certains émetteurs TV dans la bande VHF sont passés de 325,000 Watts en mode analogique en août 2011 à seulement 11,000 Watts environ en septembre 2011 en mode numérique.

De façon générale, l'environnement électromagnétique radioélectrique dans les principales villes du Québec est beaucoup moins chargé depuis le passage à la TV numérique le 31 août 2011, dû à la plus grande efficacité de la technologie numérique. Si une réduction de la densité de puissance électromagnétique est souhaitable dans notre environnement, la conversion complète à la TV numérique est certainement la voie à privilégier.

Par comparaison, la seule contribution des 15 stations FM les plus puissantes émettant à partir du territoire de l'île de Montréal est plus importante que le réseau de compteurs intelligents d'Hydro-Québec. Selon des projections effectuées à l'aide du logiciel HiField utilisé par Industrie Canada

pour l'analyse des champs électromagnétiques des stations de radiodiffusion et de télédiffusion, la contribution combinée de ces stations serait de l'ordre de 0.5% de la limite du Code de sécurité 6 à une distance de 5 km du Mont-Royal, soit plus de 20,000 fois supérieure à la contribution d'un compteur intelligent à 1 m en avant du compteur. Par extrapolation et sans tenir compte des facteurs topographiques ou urbains, on peut conclure que la contribution de ces seules stations FM, sans compter les autres émetteurs FM de la région, ni les émetteurs de télévision qui sont souvent de plus grand contributeurs, la grande région de Montréal reçoit une densité de puissance radioélectrique de plus de 200 fois supérieure à la contribution des compteurs intelligents situés à 1 mètre de distance, jusqu'à une distance de 50 km du Mont-Royal.

7. Représentativité des projets pilotes

Le projet pilote de lecture à distance (LAD) des compteurs électriques d'Hydro-Québec prend place dans trois zones représentant des morphologies urbaines et rurales typiques et représentatives du modèle d'urbanisme le plus courant au Québec. Le territoire du pilote du quartier Villeray, d'une superficie de 2.75 km² environ, représente un environnement urbain typique, alors que le territoire du pilote de Boucherville, d'une superficie de 7.5 km² représente un environnement banlieusard. Le pilote de la région de Memphrémagog, Mansonville est situé en zone rurale, avec un relief relativement accidenté, représentant un environnement rurale typique du Québec.

Le pilote du quartier Villeray comporte deux collecteurs dont l'un couvre près de 7,000 compteurs et l'autre plus de 5,500. Celui de Boucherville couvre près de 6,000 compteurs utilisant un seul collecteur, tandis que celui de Mansonville en couvre près de 2,000.

La planification préliminaire du déploiement global sur l'ensemble du territoire indique une quantité approximative de 560 collecteurs. Une position approximative de ces collecteurs a été élaborée et une subdivision arbitraire du territoire selon le modèle de Voronoï, montre que les territoires associés à chacun des collecteurs selon ce modèle présentent des superficies du même ordre de grandeur que les territoires des projets pilotes et comptent aussi un nombre de résidences du même ordre de grandeur avec une moyenne de près de 6,200 résidences selon les données du recensement de 2006. Les territoires associés aux collecteurs déployés en milieu rural et industriel présentent cependant une moyenne plus faible et une variabilité plus importante,

principalement dues aux variations importantes de densité de population. Il faut cependant noter que ces zones rurales et industrielles comportent une proportion plus importante d'industrie et de commerce.

Malgré les multiples modifications prévisibles de ce plan préliminaire, on peut conclure que l'ampleur des projets pilotes est représentative du projet de déploiement global, donc que les volumes de données recueillies et les résultats de ces pilotes représentent adéquatement les résultats prévisibles dans le cadre d'un déploiement global. Du point de vue rayonnement électromagnétique, les densités de puissance typiques prévisibles dans le cadre d'un déploiement global, seront similaires à celles mesurées au cours des pilotes.

8. Conclusion

Tous les équipements utilisés dans le cadre du déploiement du réseau de compteurs intelligents d'Hydro-Québec sont certifiés par Industrie Canada et rencontre les normes canadiennes en matière de radiocommunication, en particulier la norme CNR 210, version 8, « *Appareils radio exempts de licence (pour toutes les bandes de fréquences) : matériel de catégorie I* ».

La norme canadienne en matière de limites d'exposition humaine à l'énergie électromagnétique radioélectrique est sous la responsabilité de Santé Canada et est communément désignée sous le nom de « *Code de sécurité 6* ». La version actuellement en vigueur est celle de 2009. Cette norme établit entre autre les niveaux maximum d'exposition aux champs électromagnétiques radioélectriques pour la population en général et pour les travailleurs affectés aux tâches d'installation et d'entretien des équipements émetteurs d'ondes radioélectriques et des équipements connexes.

Afin de valider que le déploiement du réseau de compteurs intelligents d'Hydro-Québec respecte le Code de sécurité 6, Hydro-Québec a entrepris une campagne extensive de mesures en laboratoire et sur le terrain, à laquelle nous avons participé. L'objectif principal de ces mesures étant de quantifier les densités de puissance à proximité des compteurs et de déterminer le ratio de la densité de puissance mesurée à proximité du compteur à la densité de puissance maximale admise par la norme. Il est en effet d'usage courant d'évaluer la densité de puissance radioélectrique en un endroit donné, en termes de pourcentage de la valeur maximale autorisée, sur l'ensemble du spectre entre 3 kHz et 300 GHz. La norme exige aussi que les mesures soient effectuées sur une période de 6 minutes et que la valeur moyenne soit utilisée.

Suite à l'observation et l'analyse de la méthodologie de mesures utilisée par les équipes d'Hydro-Québec, on peut conclure que cette campagne de mesures a été effectuée selon les normes usuelles dans l'industrie des radiocommunications et selon les règles de l'art, aussi bien en ce qui concerne les mesures de densité de puissance radioélectrique, que les mesures de taux de transmissions RF. Les équipements d'essais utilisés pour ces mesures sont parmi les plus sophistiqués disponibles sur le marché et afin de valider les résultats obtenus, Hydro-Québec a mandaté le Centre de recherche industriel du Québec (CRIQ) afin d'effectuer leurs propres mesures en environnement contrôlé. Les résultats des deux séries de mesures sont comparables et ne donnent aucune indication d'une possible erreur procédurale.

En se basant sur les résultats de ces mesures, on peut conclure que même à proximité des compteurs, la valeur moyenne de densité de puissance est largement inférieure à la norme en vigueur, en fait inférieure à environ 0.001% de la norme à 1 mètre de distance en avant du compteur. Ces mesures ont aussi démontrées que pour une installation domestique typique, le rayonnement vers l'intérieur de la résidence serait environ de 10 à 25 fois inférieur au rayonnement vers l'avant du compteur. En y ajoutant l'atténuation minimale causée par le mur extérieur d'une résidence typique, la densité de puissance à l'intérieur de la résidence serait de l'ordre de 0.00001% de la norme.

La norme du Code de sécurité 6 considère l'énergie cumulative sur l'ensemble du spectre entre 3 kHz et 300 GHz. En milieu urbain, tel que la grande région de Montréal, la présence de contributeur beaucoup plus important, tel que les stations de radiodiffusion, de télédiffusion, cellulaires et autres, produisent une densité de puissance radioélectrique variant approximativement de 5% de la norme à proximité du Mont-Royal à 0.01% en périphérie de la zone urbaine. Ces valeurs sont de beaucoup supérieures aux valeurs mesurées à proximité des compteurs, même en situation presque extrême, soit à 1 mètre devant le compteur.

De façon sommaire, on peut conclure que ces campagnes de mesures, effectuées selon les règles de l'art, démontrent que la contribution du réseau de compteur intelligent, à la densité de puissance radioélectrique moyenne dans l'environnement préexistant, est négligeable et très largement inférieure à la norme en vigueur.

RAPPORT D'ESSAIS

de compatibilité électromagnétique

Mesures comparatives des compteurs avancés

Dossier CRIQ 670-43736-5R1

Monsieur François Robichaud
Expertise et Ingénierie
Direction Mesurage et relève
HYDRO-QUÉBEC
201, rue Jarry ouest
Montréal (Québec) H2P1S7

FABRICE LE GONIDEC
CONSEILLER INDUSTRIEL



CHRISTIAN FORGET, ING.
RESPONSABLE DE PROJET
LA DIRECTION ESSAIS ET CONFORMITÉ
DE PRODUITS À L'EXPORTATION



MARTIN THÉRIAULT, ING.
DIRECTEUR
LA DIRECTION ESSAIS ET CONFORMITÉ
DE PRODUITS À L'EXPORTATION

MONTRÉAL, LE 1^{ER} MARS 2012
RÉVISÉ LE 29 MARS 2012

DÉCLARATION DU CRIQ

Les essais se sont déroulés du lundi 20 février 2012 au mardi 28 février 2012. Les échantillons ont été reçus au CRIQ le lundi 20 février 2012.

Les essais ont été complétés et supervisés par les contresignataires. Ils attestent de l'exactitude des résultats.


Réalisés par : Xavier Couste, ing., DESS CEM


Supervisés par : Christian Forget, ing.

Ce rapport a été rédigé par : Christian Forget et Xavier Couste

Rapport révisé.

Description de la révision : retrait de l'identification des manufacturiers des produits testés.

Le client identifié à la page titre peut reproduire le rapport en entier ou le texte intégral du rapport sans les annexes. Toute autre forme de reproduction par quiconque nécessitera l'autorisation écrite du CRIQ.

Nombre total de pages : 28.

Les résultats consignés dans ce rapport ne se réfèrent qu'aux produits décrits dans ce rapport.

Les équipements et l'instrumentation utilisés lors des essais étaient vérifiés et/ou étalonnés. Les certificats d'étalonnage sont tous retraçables jusqu'aux étalons du Conseil national de recherche du Canada (CNRC) et/ou au *National Institute of Standards and Technology* (NIST) des États-Unis et sont disponibles sur demande. Pour les normes identifiées à notre portée d'essais, les rapports existants identifiant les incertitudes de mesure sont disponibles sur demande.

Le CRIQ est enregistré ISO 9001, certificat no 008999 et, de plus, le présent laboratoire d'essais est accrédité ISO 17025 par le Conseil canadien des normes pour certains essais indiqués à www.ccn.ca.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. INTRODUCTION.....	1
1.1. But du projet.....	1
1.2. Description de l'équipement en essai.....	1
1.3. Domaine d'application.....	2
1.4. Liste des équipements de test et de mesure.....	2
1.5. Commentaires techniques applicables à tous les essais.....	2
2. PHASE 1.....	3
2.1. Mesure de la distribution de la densité de puissance autour des compteurs.....	3
2.1.1. Résultats d'essais – Compteur Focus.....	3
2.1.2. Résultats d'essais – Compteur S4e.....	4
2.1.3. Données d'essais.....	5
2.1.4. Méthode d'essai.....	5
2.2. Densité de puissance des compteurs selon la distance en mode démarrage.....	6
2.2.1. Résultats d'essais – Compteur Focus.....	6
2.2.2. Résultats d'essais – Compteur Focus avec embase plastique.....	6
2.2.3. Résultats d'essais – S4e.....	7
2.2.4. Données d'essais.....	7
2.2.5. Méthode d'essai.....	7
2.3. Densité de puissance des compteurs selon la distance en mode permanent.....	8
2.3.1. Résultats d'essais – Compteur Focus.....	8
2.3.2. Résultats d'essais – Compteur Focus avec embase plastique.....	9
2.3.3. Résultats d'essais – S4e.....	9
2.3.4. Données d'essais.....	9
2.3.5. Méthode d'essai.....	9
3. PHASE 2.....	10
3.1. Densité de puissance d'un four à micro-ondes.....	10
3.1.1. Résultats d'essais.....	10
3.1.2. Méthode d'essai.....	10
3.2. Densité de puissance d'un moniteur bébé.....	11
3.2.1. Résultats d'essais – Moniteur bébé #1.....	11
3.2.2. Résultats d'essais – Moniteur bébé #2.....	11
3.2.3. Résultats d'essais – Moniteur bébé #3.....	12
3.2.4. Méthode d'essai.....	12
3.3. Densité de puissance d'un téléphone sans-fil maison.....	13
3.3.1. Résultats d'essais.....	13
3.3.2. Méthode d'essai.....	13
3.4. Densité de puissance d'un routeur WIFI avec un ordinateur portable.....	15
3.4.1. Résultats d'essais.....	15
3.4.2. Méthode d'essai.....	15
3.5. Densité de puissance d'une console de jeux.....	17
3.5.1. Résultats d'essais – Avec détecteur de mouvement.....	17
3.5.2. Résultats d'essais – Avec manette de jeux Bluetooth.....	17
3.5.3. Méthode d'essai.....	17

3.6.	Densité de puissance d'un cellulaire	19
3.6.1.	Résultats d'essais	19
3.6.2.	Méthode d'essai.....	19
3.7.	Comparaison des mesures de densité de puissance.....	21
4.	PHASE 3	22

1. INTRODUCTION

1.1. But du projet

PHASE 1 : Caractériser le niveau d'exposition radiofréquence causée par deux familles de compteurs avancés selon les spécifications du client.

PHASE 2 : Comparer les niveaux mesurés sur les compteurs avancés avec ceux mesurés sur des appareils d'usage domestique selon les spécifications du client.

PHASE 3 : Analyser exhaustivement les normes officielles régissant le contrôle des expositions aux radiofréquences relativement à la santé humaine.

1.2. Description de l'équipement en essai

Les équipements sous test (EST) utilisés dans le cadre de ce projet sont décrits ci-dessous.

Modèle	Type	Manufacturier	N° série	N° CRIQ
FOCUS AXR-SD	Compteur avancé avec embase plastique	Hydro-Québec	G9SJ-0024823	E28931
FOCUS AXR-SD	Compteur avancé avec embase métallique	Hydro-Québec	G9SJ-0024823	E28932
FOCUS AXR-SD	Compteur avancé avec embase plastique	Hydro-Québec	G9SJ-0003611	E28961
FOCUS AXR-SD	Compteur avancé avec embase métallique	Hydro-Québec	G9SJ-0003611	E28960
RXRS4e	Compteur avancé	Hydro-Québec	G4AE-0000076	E28933
N/D	Four à Micro-ondes	N/D	N/D	E28926
N/D	Moniteur bébé	N/D	N/D	E28930
N/D	Moniteur bébé	N/D	N/D	E28928
N/D	Moniteur bébé	N/D	N/D	E28929
N/D	Téléphone sans-fil	N/D	N/D	E28925
N/D	Routeur	N/D	N/D	E28927
N/D	Console de jeux	N/D	N/D	E28934
N/D	Téléphone cellulaire	N/D	N/D	E28935
N/D	Ordinateur portable	N/D	N/D	S/O

Tableau 1 : Description des équipements en essai

Le CRIQ est enregistré ISO 9001, certificat no 008999
 et, de plus, le présent laboratoire d'essais est accrédité ISO 17025 par le
 Conseil canadien des normes pour certains essais indiqués à www.ccn.ca

1.3. Domaine d'application

Tous les essais sont réalisés sur un échantillon des produits en mesurant la densité de puissance moyenne sur 6 minutes selon les prescriptions du Code de sécurité 6 (2009) de Santé Canada.

1.4. Liste des équipements de test et de mesure

Les différents équipements de test et de mesure utilisés lors des essais sont décrits dans le Tableau 2.

Équipement	Manufacturier; modèle	N° de série	Étalonnage	
			Intervalle (mois)	Échéance (a-m-j)
Équipement de mesure des radiofréquences	NARDA Safety Test Solution ; SRM-3006	F-0045	24	2013-10-05
Antenne triaxiale 27MHz-3GHz	NARDA Safety Test Solution ; 3501/03	K-0427	24	2013-09-22

Tableau 2 : Liste des équipements utilisés

1.5. Commentaires techniques applicables à tous les essais

Toutes les mesures ont été réalisées en chambre blindée et anéchoïque afin d'éviter la présence de sources de radiofréquences extérieures (signaux cellulaires, signaux de télévisions...).

2. PHASE 1

2.1. Mesure de la distribution de la densité de puissance autour des compteurs

Essai	Mesure de la densité de puissance autour des compteurs	
Spécification	Moyenne sur 6 minutes	
Date	2012-02-21	
Température / Humidité	Ambiantes	
Pression atmosphérique	Ambiante	
Opérateur	Alain Cocozza Xavier Couste	
Témoin du client	Éric Morin	
EST	Compteur Focus (E28932)	Compteur S4e (E28933)
Alimentation	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz

2.1.1. Résultats d'essais – Compteur Focus

Note :

D.P. Moy : Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes)

D.P. Max : Densité de puissance maximale

La rotation du compteur s'effectue dans le sens horaire.

Plan Horizontal (0° correspond à la face avant)

Angle (degré)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0	63,87	18,05	55370,00	47,43
30	46,85	16,71	38800,00	45,89
60	28,92	14,61	20440,00	43,10
90	7,07	8,50	5658,00	37,53
120	1,71	2,32	1366,00	31,35
150	1,54	1,88	1633,00	32,13
180	5,11	7,08	3802,00	35,80
210	2,86	4,57	2493,00	33,97
240	0,98	-0,09	947,10	29,76
270	2,02	3,05	1478,00	31,70
300	17,63	12,46	13040,00	41,15
330	57,55	17,60	42330,00	46,27

Plan Vertical (0° correspond au-dessous du compteur)

Angle (degré)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0	11,82	10,73	8107,00	39,09
30	9,05	9,57	6387,00	38,05
60	11,71	10,69	8384,00	39,23
90	16,76	12,24	13430,00	41,28
120	11,52	10,61	9292,00	39,68
150	3,52	5,47	2145,00	33,31
180	1,57	1,95	1350,00	31,30
210	9,46	9,76	8488,00	39,29
240	17,01	12,31	12410,00	40,94
270	2,12	3,26	4252,00	36,29
300	10,37	10,16	7991,00	39,03
330	16,16	12,08	13310,00	41,24

2.1.2. Résultats d'essais – Compteur S4e

Plan Horizontal (0° correspond à la face avant du compteur)

Angle (degré)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0	14,79	11,70	11490,00	40,60
30	28,28	14,51	18540,00	42,68
60	44,44	16,48	31190,00	44,94
90	47,65	16,78	29650,00	44,72
120	15,17	11,81	14370,00	41,57
150	5,44	7,35	3335,00	35,23
180	6,40	8,06	4763,00	36,78
210	4,11	6,14	3744,00	35,73
240	5,84	7,66	5708,00	37,56
270	13,51	11,31	10930,00	40,39
300	16,80	12,25	13510,00	41,31
330	12,89	11,10	12880,00	41,10

Plan Vertical (0° correspond au-dessous du compteur)

Angle (degré)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Max ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0	5,29	7,23	3512,00	35,46
30	6,86	8,36	5495,00	37,40
60	28,17	14,50	21070,00	43,24
90	81,83	19,13	45480,00	46,58
120	37,41	15,73	26860,00	44,29
150	18,08	12,57	14180,00	41,52
180	7,20	8,57	5497,00	37,40
210	5,23	7,18	3992,00	36,01
240	18,00	12,55	14270,00	41,54
270	24,25	13,85	15900,00	42,01
300	11,61	10,65	8239,00	39,16
330	7,10	8,51	4649,00	36,67

2.1.3. Données d'essais

Voir l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour les photos d'essais et les mesures.

2.1.4. Méthode d'essai

Le compteur avancé et son support sont placés sur une table à 80 cm du sol.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée au milieu du compteur avancé.

La distance entre l'antenne de mesure et le compteur avancé est ajustée à 1 m.

Une mesure de densité de puissance moyenne sur 6 minutes est réalisée pour chaque position.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque le compteur avancé se trouve dans son mode permanent. L'acquisition est lancée 10 minutes après la fin du mode démarrage.

La densité de puissance maximale est donnée à titre informatif à la demande du client.

La fréquence de communication des compteurs étant connue, l'appareil de mesure est paramétré sur la gamme de fréquence 902 MHz – 928 MHz.

2.2. Densité de puissance des compteurs selon la distance en mode démarrage

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance en mode démarrage		
Spécification	Moyenne sur 6 minutes		
Date	2012-02-22	2012-02-22	2012-02-22
Température / Humidité	Ambiantes	Ambiantes	Ambiantes
Pression atmosphérique	Ambiante	Ambiante	Ambiante
Opérateur	Alain Cocozza Xavier Couste	Alain Cocozza Xavier Couste	Alain Cocozza Xavier Couste
Témoin du client	Éric Morin	Éric Morin	Éric Morin
EST	Compteur Focus (E28932)	Compteur Focus avec embase plastique (E28931)	Compteur S4e (E28933)
Alimentation	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz

2.2.1. Résultats d'essais – Compteur Focus

Note :

D.P. Moy : Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes)

Distance (m)	Face avant		Face arrière	
	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,25	4906,00	36,91	221,10	23,45
0,5	3442,00	35,37	76,04	18,81
1	1120,00	30,49	104,60	20,20
2	254,60	24,06	32,64	15,14
3	111,20	20,46	14,74	11,68

2.2.2. Résultats d'essais – Compteur Focus avec embase plastique

Note :

D.P. Moy : Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes)

N/D signifie que les mesures n'ont pas été réalisées en accord avec le client.

Distance (m)	Face avant		Face arrière	
	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,25	N/D	N/D	N/D	N/D
0,5	2976,00	34,74	1950,00	32,90
1	1219,00	30,86	473,00	26,75
2	284,10	24,53	195,70	22,92
3	N/D	N/D	N/D	N/D

Le CRIQ est enregistré ISO 9001, certificat no 008999
 et, de plus, le présent laboratoire d'essais est accrédité ISO 17025 par le
 Conseil canadien des normes pour certains essais indiqués à www.ccn.ca

2.2.3. Résultats d'essais – S4e

Note :

D.P. Moy : Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes)

Distance (m)	Face avant		Face arrière	
	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,25	2938,00	34,68	224,40	23,51
0,5	955,70	29,80	241,50	23,83
1	320,90	25,06	187,20	22,72
2	67,40	18,29	53,80	17,31
3	53,32	17,27	24,28	13,85

2.2.4. Données d'essais

Voir l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour les photos d'essais et les mesures.

2.2.5. Méthode d'essai

Le compteur avancé et son support sont placés sur une table à 80 cm du sol.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée au milieu du compteur avancé.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée sur les 6 premières minutes du démarrage du compteur avancé pour chaque distance.

Le mode démarrage représente la mise en service initiale du compteur avancé. Pour retrouver ce mode démarrage, le compteur avancé doit être laissé hors-tension pendant une période minimale de 6 minutes.

La fonctionnalité du compteur avancé est vérifiée avant chaque série de mesure au moyen d'un appareil de support (silverbox).

La fréquence de communication des compteurs étant connue, l'appareil de mesure est paramétré sur la gamme de fréquence 902 MHz – 928 MHz.

2.3. Densité de puissance des compteurs selon la distance en mode permanent

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance en mode permanent		
Spécification	Moyenne sur 6 minutes		
Date	2012-02-28	2012-02-28	2012-02-24
Température / Humidité	Ambiantes	Ambiantes	Ambiantes
Pression atmosphérique	Ambiante	Ambiante	Ambiante
Opérateur	Xavier Couste	Xavier Couste	Xavier Couste
Témoin du client	André Bourget	André Bourget	Eric Morin
EST	Compteur Focus (E28960)	Compteur Focus avec embase plastique (E28961)	Compteur S4e (E28933)
Alimentation	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz

2.3.1. Résultats d'essais – Compteur Focus

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

N/D signifie que les mesures n'ont pas été réalisées en accord avec le client.

Distance (m)	Face avant		Face arrière	
	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,25	N/D	N/D	N/D	N/D
0,5	203,83 (3)	23,09	2,25 (2)	3,53
1	54,67 (5)	17,38	1,93 (5)	2,86
2	17,44 (3)	12,42	1,17 (2)	0,69
3	N/D	N/D	N/D	N/D

2.3.2. Résultats d'essais – Compteur Focus avec embase plastique

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

N/D signifie que les mesures n'ont pas été réalisées en accord avec le client.

Distance (m)	Face avant		Face arrière	
	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,25	N/D	N/D	N/D	N/D
0,5	N/D	N/D	N/D	N/D
1	56,32 (5)	17,51	29,48 (5)	14,70
2	N/D	N/D	N/D	N/D
3	N/D	N/D	N/D	N/D

2.3.3. Résultats d'essais – S4e

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	Face avant		Face arrière	
	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,25	104,24 (5)	20,18	12,55 (2)	10,99
0,5	42,08 (6)	16,24	7,36 (2)	8,67
1	12,78 (6)	11,06	5,84 (4)	7,66
2	3,41 (6)	5,33	1,93 (2)	2,86
3	1,95 (3)	2,91	1,47 (2)	1,66

2.3.4. Données d'essais

Voir l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** pour les photos d'essais et les mesures.

2.3.5. Méthode d'essai

Le compteur avancé et son support sont placés sur une table à 80 cm du sol.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée au milieu du compteur avancé.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque le compteur avancé se trouve dans son mode permanent. L'acquisition est lancée 10 minutes après la fin du mode démarrage pour chaque distance.

3. PHASE 2

3.1. Densité de puissance d'un four à micro-ondes

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance	
Spécification	Moyenne sur 6 minutes	
Date	2012-02-23	2012-02-27
Température / Humidité	Ambiantes	Ambiantes
Pression atmosphérique	Ambiante	Ambiante
Opérateur	Xavier Couste	Xavier Couste
Témoin du client	Eric Morin	Eric Morin
EST	Four micro-onde (E28926)	Four micro-onde (E28926)
Alimentation	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz

3.1.1. Résultats d'essais

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,5	6170,67 (3)	37,90
1	2146,67 (3)	33,32

3.1.2. Méthode d'essai

La méthode d'essai suit les spécifications du client pendant les essais.

Le four à micro-ondes est placé sur une table à 80 cm du sol.

L'antenne de mesure est placée en direction de la face avant du four à micro-ondes.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée au milieu du four à micro-ondes.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque le four à micro-ondes fonctionne à pleine puissance pour chauffer un volume de 10 tasses d'eau.

Un *prescan* entre 27 MHz et 3 GHz est réalisé afin de repérer la plage de fréquence des émissions rayonnées par l'équipement sous test. L'appareil de mesure est ensuite paramétré pour cette plage de fréquence.

3.2. Densité de puissance d'un moniteur bébé

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance		
Spécification	Moyenne sur 6 minutes		
Date	2012-02-23 2012-02-27	2012-02-23 2012-02-27	2012-02-24 2012-02-27
Température / Humidité	Ambiantes		
Pression atmosphérique	Ambiante		
Opérateur	Xavier Couste	Xavier Couste	Xavier Couste
Témoin du client	Eric Morin	Eric Morin	Eric Morin
EST	Moniteur bébé #1 (E28930)	Moniteur bébé #2 (E28928)	Moniteur bébé #3 (E28929)
Alimentation	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz	120 V / 60 Hz

3.2.1. Résultats d'essais – Moniteur bébé #1

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,5	10,48 (3)	10,20
1	1,62 (3)	2,08
2	0,49 (3)	-3,06

3.2.2. Résultats d'essais – Moniteur bébé #2

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,5	11,54 (3)	10,62
1	3,93 (3)	5,95
2	1,45 (3)	1,61

3.2.3. Résultats d'essais – Moniteur bébé #3

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,5	476,80 (3)	26,78
1	153,50 (3)	21,86
2	123,20 (3)	20,91

3.2.4. Méthode d'essai

La méthode d'essai suit les spécifications du client.

Le moniteur bébé est placé sur une table à 80 cm du sol.

L'antenne de mesure est placée en direction de la face avant du moniteur bébé.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée au milieu du moniteur bébé.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque le moniteur bébé est en fonction. Un métronome mécanique permet de générer du bruit pendant la mesure. Le récepteur est placé à l'extérieur de la chambre anéchoïque pendant les mesures.

Un *prescan* entre 27 MHz et 3 GHz est réalisé afin de repérer la plage de fréquence des émissions rayonnées par l'équipement sous test. L'appareil de mesure est ensuite paramétré pour cette plage de fréquence.

3.3. Densité de puissance d'un téléphone sans-fil maison

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance
Spécification	Moyenne sur 6 minutes
Date	2012-02-24 2012-02-25
Température / Humidité	Ambiantes
Pression atmosphérique	Ambiante
Opérateur	Xavier Couste
Témoin du client	Eric Morin
EST	Téléphone maison sans-fil (E28925)
Alimentation	120 V / 60 Hz

3.3.1. Résultats d'essais

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance par rapport à la base (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
1	352,05 (3)	25,47
2	217,80 (3)	23,38
3	118,45 (3)	20,74

3.3.2. Méthode d'essai

La méthode d'essai suit les spécifications du client.

La base du téléphone sans-fil maison est placée sur une table à 1 m du sol.

L'antenne de mesure est placée en direction de la face avant de la base.

Le combiné du téléphone sans-fil est placé à une hauteur de 1 m et à une distance fixe de 0,5 m de l'antenne de mesure.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée à 1 m.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque le téléphone est en fonction (mode appel sur haut-parleur). Un métronome mécanique permet de générer du bruit pendant la mesure.

Un *prescan* entre 27 MHz et 3 GHz est réalisé afin de repérer la plage de fréquence des émissions rayonnées par l'équipement sous test. L'appareil de mesure est ensuite paramétré pour cette plage de fréquence.

3.4. Densité de puissance d'un routeur WIFI avec un ordinateur portable

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance
Spécification	Moyenne sur 6 minutes
Date	2012-02-25
Température / Humidité	Ambiantes
Pression atmosphérique	Ambiante
Opérateur	Xavier Couste
Témoin du client	Aucun
EST	Routeur WIFI (E28927)
Alimentation	Ordinateur portable 120 V / 60 Hz

3.4.1. Résultats d'essais

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance par rapport au routeur (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
1	950,90 (3)	29,78
2	338,55 (3)	25,30
3	106,20 (3)	20,26

3.4.2. Méthode d'essai

La méthode d'essai suit les spécifications du client.

Le routeur WIFI est placé sur une table à 1 m du sol.

L'antenne de mesure est placée en direction de la face avant du routeur WIFI.

L'ordinateur portable est placé à une hauteur de 0,8 m et à une distance fixe de 0,2 m de l'antenne de mesure.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée à 1 m.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque l'ordinateur portable établit une connexion vidéo sur internet via le routeur WIFI (streaming).

Un *prescan* entre 27 MHz et 3 GHz est réalisé afin de repérer la plage de fréquence des émissions rayonnées par l'équipement sous test. L'appareil de mesure est ensuite paramétré pour cette plage de fréquence.

3.5. Densité de puissance d'une console de jeux

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance
Spécification	Moyenne sur 6 minutes
Date	2012-02-25 2012-02-27
Température / Humidité	Ambiantes
Pression atmosphérique	Ambiante
Opérateur	Xavier Couste
Témoin du client	Eric Morin
EST	Console de jeux (E28934)
Alimentation	120 V / 60 Hz

3.5.1. Résultats d'essais – Avec détecteur de mouvement

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
1	61,67 (4)	17,90
2	23,53 (4)	13,72

3.5.2. Résultats d'essais – Avec manette de jeux Bluetooth

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
1	71,69 (4)	18,55
2	39,27 (4)	15,94

3.5.3. Méthode d'essai

La méthode d'essai suit les spécifications du client.

Un *prescan* entre 27 MHz et 3 GHz est réalisé afin de repérer la plage de fréquence des émissions rayonnées par l'équipement sous test. L'appareil de mesure est ensuite paramétré pour cette plage de fréquence.

Les mesures sont réalisées selon 2 modes de fonctionnement.

Mode 1 : avec détecteur de mouvement

La console de jeux et le détecteur de mouvement sont placés sur une table à 0,8 m du sol.

L'antenne de mesure est placée en direction de la face avant de la console de jeux.
La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée au milieu de la console de jeux.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque la console de jeux et le détecteur de mouvement sont en fonctionnement (durant un jeu). La manette de jeux Bluetooth est désactivée pendant la mesure.

Mode 2 : avec manette de jeux Bluetooth

La console de jeux et le détecteur de mouvement sont placés sur une table à 0,8 m du sol.

L'antenne de mesure est placée en direction de la face avant de la console de jeux.

La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée au milieu de la console de jeux.
La manette de jeux Bluetooth est placée à la hauteur de l'antenne de mesure et à une distance fixe de 0,25 m de l'antenne de mesure.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque la console de jeux et la manette de jeux Bluetooth sont en fonctionnement (durant un jeu). Le détecteur de mouvement est désactivé pendant la mesure.

3.6. Densité de puissance d'un cellulaire

Essai	Mesure de la densité de puissance selon la distance
Spécification	Moyenne sur 6 minutes
Date	2012-02-27
Température / Humidité	Ambiantes
Pression atmosphérique	Ambiante
Opérateur	Xavier Couste
Témoin du client	Eric Morin
EST	Cellulaire (E28935)
Alimentation	120 V / 60 Hz

3.6.1. Résultats d'essais

Note :

D.P. Moy (X): Densité de puissance moyenne (sur 6 minutes) calculée pour X mesures

Distance (m)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\text{dB}\mu\text{W}/\text{m}^2$)
0,5 m	2572,00 (2)	34,10
1	698,75 (2)	28,44
2	267,75 (2)	24,28

3.6.2. Méthode d'essai

La méthode d'essai suit les spécifications du client.

Le cellulaire est placé à une hauteur de 1 m du sol.

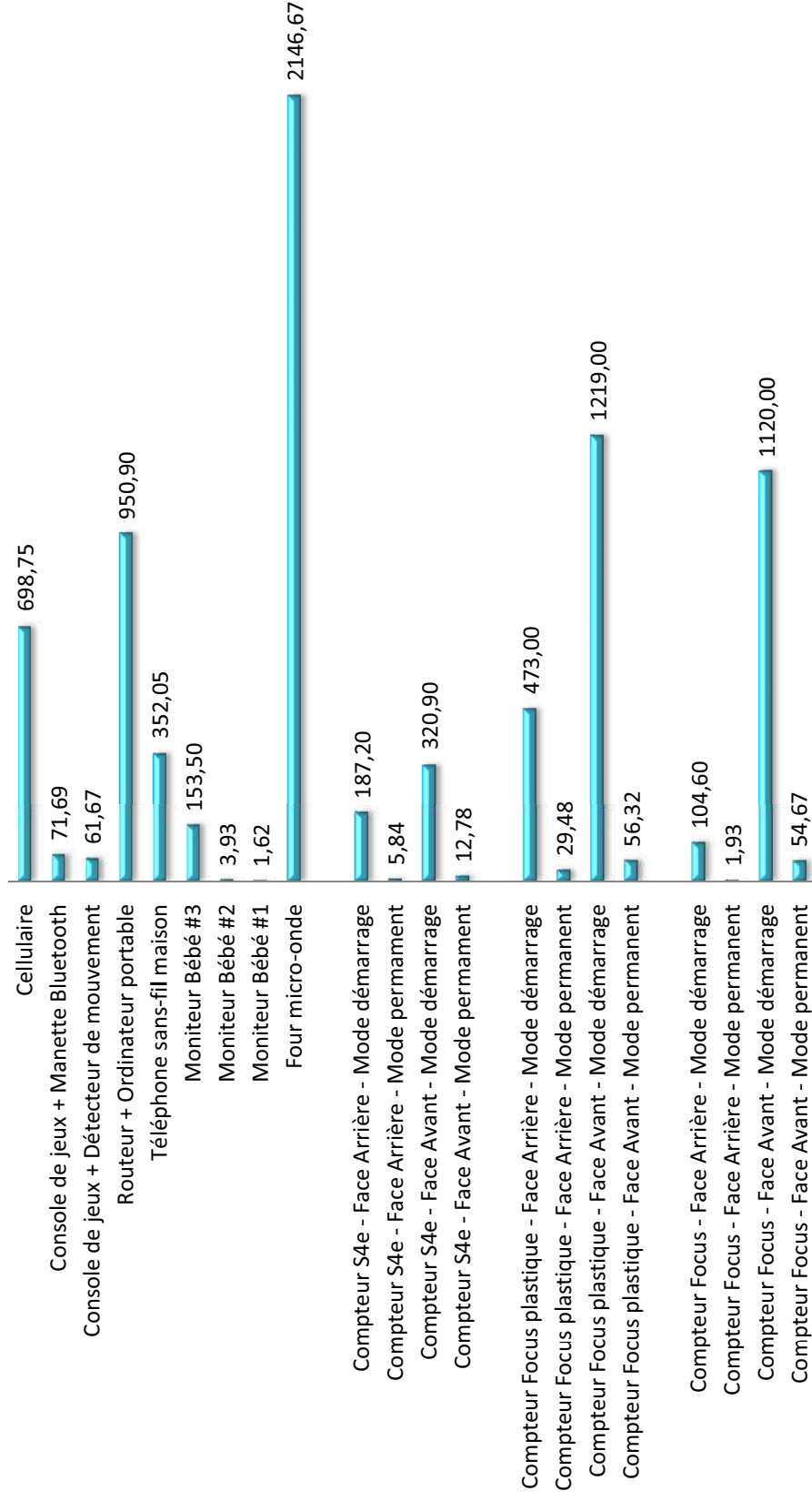
La hauteur de l'antenne de mesure est ajustée à 1 m.

La mesure de la densité de puissance moyenne est réalisée lorsque le cellulaire est en fonction (mode appel sur haut-parleur). Un métronome mécanique permet de générer du bruit pendant la mesure. Le cellulaire est placé dans la chambre anéchoïque de manière à avoir une réception équivalente à 1 barre (4 barres représentant le maximum de réception sur l'affichage du cellulaire). La porte de la chambre anéchoïque reste ouverte durant la mesure.

Un *prescan* entre 27 MHz et 3 GHz est réalisé afin de repérer la plage de fréquence des émissions rayonnées par l'équipement sous test. L'appareil de mesure est ensuite paramétré pour cette plage de fréquence.

3.7. Comparaison des mesures de densité de puissance

Tableau comparatif des densités de puissance (uW/m2) à 1m



Le CRIQ est enregistré ISO 9001, certificat no 008999
 et, de plus, le présent laboratoire d'essais est accrédité ISO 17025 par le
 Conseil canadien des normes pour certains essais indiqués à www.ccn.ca

1201, boulevard Crémazie Est, bureau 1.210 Montréal (Québec) H2M 0A6
 514 383-1550, 1 800 667-4570, Télécopieur : 514 383-3234

4. PHASE 3

Le tableau suivant compare les mesures de densité de puissance réalisées dans le cadre de ce projet avec les principales limites d'exposition aux radiofréquences internationales.

	Mesure	Limite		Limite INCIRP*	
		Canada USA	Japon	D.P. Moy (µW/m ²)	% de la limite
	D.P. Moy (µW/m ²)		% de la limite	D.P. Moy (µW/m ²)	% de la limite
Compteur Focus - Face Avant Mode permanent (902MHz-928MHz)	54,67	6000000	0,0009 %	4500000	0,0012 %
Compteur Focus - Face Avant Mode démarrage (902MHz-928MHz)	1120,00	6000000	0,0187 %	4500000	0,0249 %
Compteur Focus - Face Arrière Mode permanent (902MHz-928MHz)	1,93	6000000	0,0000 %	4500000	0,0000 %
Compteur Focus - Face Arrière Mode démarrage (902MHz-928MHz)	104,60	6000000	0,0017 %	4500000	0,0023 %
Compteur Focus plastique - Face Avant Mode permanent (902MHz-928MHz)	56,32	6000000	0,0009 %	4500000	0,0013 %
Compteur Focus plastique - Face Avant Mode démarrage (902MHz-928MHz)	1219,00	6000000	0,0203 %	4500000	0,0271 %
Compteur Focus plastique - Face Arrière Mode permanent (902MHz-928MHz)	29,48	6000000	0,0005 %	4500000	0,0007 %
Compteur Focus plastique - Face Arrière Mode démarrage (902MHz-928MHz)	473,00	6000000	0,0079 %	4500000	0,0105 %
Compteur S4e - Face Avant Mode permanent (902MHz-928MHz)	12,78	6000000	0,0002 %	4500000	0,0003 %
Compteur S4e - Face Avant Mode démarrage (902MHz-928MHz)	320,90	6000000	0,0053 %	4500000	0,0071 %
Compteur S4e - Face Arrière Mode permanent (902MHz-928MHz)	5,84	6000000	0,0001 %	4500000	0,0001 %
Compteur S4e - Face Arrière Mode démarrage (902MHz-928MHz)	187,20	6000000	0,0031 %	4500000	0,0042 %

Le CRIQ est enregistré ISO 9001, certificat no 008999
 et, de plus, le présent laboratoire d'essais est accrédité ISO 17025 par le
 Conseil canadien des normes pour certains essais indiqués à www.ccn.ca

1201, boulevard Crémazie Est, bureau 1.210 Montréal (Québec) H2M 0A6
 514 383-1550, 1 800 667-4570, Télécopieur : 514 383-3234

	Mesure	Limite Canada USA Japon	Limite INCIRP*
	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)	D.P. Moy ($\mu\text{W}/\text{m}^2$)
		% de la limite	% de la limite
Four Micro-onde (2,39GHz-2,47GHz)	2146,67	10000000	10000000
Moniteur Bébé #1 (49,8MHz-49,9MHz)	1,62	2000000	2000000
Moniteur Bébé #1 (901MHz-903MHz)	3,93	6000000	4500000
Moniteur Bébé #2 (2,4GHz-2,47GHz)	153,50	10000000	10000000
Téléphone sans-fil maison (1,9GHz-1,94GHz)	352,05	10000000	10000000
Routeur+ordinateur portable (2,4GHz-2,5GHz)	950,90	10000000	10000000
Console de jeux + Détecteur de mouvement (2,4GHz-2,5GHz)	61,67	10000000	10000000
Console de jeux + Manette Bluetooth (2,4GHz-2,5GHz)	71,69	10000000	10000000
Cellulaire (832MHz-842MHz)	698,75	6000000	4500000

*INTERNATIONAL COMMISSION ON NON-IONIZING RADIATION PROTECTION (INCIRP)

Le CRIQ est enregistré ISO 9001, certificat no 008999
 et, de plus, le présent laboratoire d'essais est accrédité ISO 17025 par le
 Conseil canadien des normes pour certains essais indiqués à www.ccn.ca

1201, boulevard Crémazie Est, bureau 1.210 Montréal (Québec) H2M 0A6
 514 383-1550, 1 800 667-4570, Télécopieur : 514 383-3234