



SHDM

SOCIÉTÉ D'HABITATION
ET DE DÉVELOPPEMENT
DE MONTRÉAL

PROJET PLACE DE L'ACADIE

ÉTAT DU CHAMP MAGNÉTIQUE DU SITE

présenté à

SOCIÉTÉ D'HABITATION ET DE DÉVELOPPEMENT DE MONTRÉAL

425, rue Sherbrooke Est, bureau 01
Montréal (Québec) H2L 1J9

Mars 2009

C08217-2

Préparé par :

Jean-Jacques Sincennes, ing.



GÉOPHYSIQUE SIGMA INC.

1400, rue Marie-Victorin, bureau 200
Saint-Bruno, QC J3V 6B9

Téléphone : (450) 441-4600

Télécopieur : (514) 227-5378

Courriel : info@geosigma.com



TABLE DES MATIÈRES

1. INTRODUCTION	1
2. LOCALISATION GÉNÉRALE DU SITE	2
3. MESURES DES CHAMPS MAGNÉTIQUES	3
4. VALEURS TYPIQUES DU CHAMP MAGNÉTIQUE	4
5. MESURES EFFECTUÉES AU SITE PLACE DE L'ACADIE	5
5.1. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	5
5.1.1. Mesures de juillet 2008	5
5.1.2. Contrôle en période hivernale – 7 janvier 2009	6
❖ Information demandé à Hydro-Québec	6
❖ Information fournie par Hydro-Québec	7
5.1.3. Simulations de l'intensité du champ magnétique à 60 Hz	8
❖ Intensités de courant fournies par Hydro-Québec	8
❖ Calcul de l'intensité du champ magnétique	9
❖ Simulation de la distribution du champ magnétique	10
5.2. ANALYSE DES RÉSULTATS DE LA SIMULATION	10
6. CONCLUSION	11

ANNEXE A – CARTES DU CHAMP MAGNÉTIQUE

- MESURES ET SIMULATIONS

FIGURES

FIGURE 1 – CHAMP MAGNÉTIQUE CALCULÉ EN FONCTION DE LA DISTANCE ET DU COURANT	9
FIGURE 2 – CARTE DU CHAMP MAGNÉTIQUE (EN μT) MESURÉ LE 15 JUILLET 2008	A-1
FIGURE 3 – CARTE DU CHAMP MAXIMAL (EN μT) À -20°C	A-2
FIGURE 4 – CARTE DU CHAMP MAGNÉTIQUE (EN % DE ICNIRP-GP) À -20°C	A-3
FIGURE 5 – CARTE DU CHAMP MAXIMAL (EN μT) À 0°C	A-4
FIGURE 6 – CARTE DU CHAMP MAGNÉTIQUE (EN % DE L'ICNIRP-GP) À 0°C	A-5
FIGURE 7 – CARTE DU CHAMP MAXIMAL (EN μT) À $+20^{\circ}\text{C}$	A-6
FIGURE 8 – CARTE DU CHAMP MAGNÉTIQUE (EN % DE ICNIRP-GP) À $+20^{\circ}\text{C}$	A-7
FIGURE 9 – CARTE DU CHAMP (EN μT) - MOYENNE ANNUELLE	A-8
FIGURE 10 – CARTE DU CHAMP MAGNÉTIQUE (EN % DE L'ICNIRP-GP) – MOYENNE ANNUELLE	A-9

TABLEAUX

TABLEAU 1 – EXEMPLES TYPIQUES DE CHAMPS PRÉSENTS DANS L'ENVIRONNEMENT	4
TABLEAU 2 – INTENSITÉ MAXIMALE DU COURANT AUTORISÉE	8
TABLEAU 3 – CHAMP MAGNÉTIQUE – RÉSULTATS DE LA SIMULATION	11



1. Introduction

À la demande de la **SOCIÉTÉ D'HABITATION ET DE DÉVELOPPEMENT DE MONTRÉAL (SHDM)**, **GÉOPHYSIQUE SIGMA INC.** a effectué la mesure des champs magnétiques fluctuants pour le secteur sud-ouest du site **Place de l'Acadie**.

Ces mesures sont requises afin de quantifier les champs magnétiques générées par une ligne de transport et de distribution d'électricité qu'Hydro-Québec exploite en périphérie du site.

Dans le cadre de l'étude, Géophysique Sigma Inc. a fourni l'instrumentation requise pour l'acquisition des mesures du champ magnétique, a supervisé et réalisé la collecte des données et a effectué l'analyse des données en conformité avec la méthodologie recommandée par l'**ICNIRP**¹

Une première série de mesures a été effectuée du 15 au 17 juillet 2008 et un rapport d'analyse des mesures a été émis en septembre 2008².

Dans ce rapport, nous avons conclu que les intensités de champ magnétique étaient très faibles et nous avons recommandé de reprendre les mesures en période de pointe hivernale.

Le présent rapport – C08217-2 – reprend les grandes lignes du rapport précédent, rend compte des mesures de contrôle réalisées le 7 janvier 2009 et fournit les valeurs du champ magnétique fondées sur les données d'utilisation de la ligne 120 kV obtenues d'Hydro-Québec le 10 mars 2009.

¹ International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection

² Géophysique Sigma Inc., Projet Place de l'Acadie – État du champ magnétique du site, Septembre 2008 – Rapport C08217-1.

2. Localisation générale du site

Le site à l'étude est bordé au nord-ouest par le boulevard Henri-Bourassa, au nord-est par le boulevard de l'Acadie, au sud-ouest par l'autoroute des Laurentides (A-15) et au sud-est par une clôture qui le sépare partiellement du couloir emprunté par une ligne de transport de 120 kV du réseau d'Hydro-Québec.

La photo 1 ci-dessous illustre la position de la ligne de transport par rapport à la limite sud-est de la propriété. La partie occupée par les automobiles sera utilisée comme stationnement.

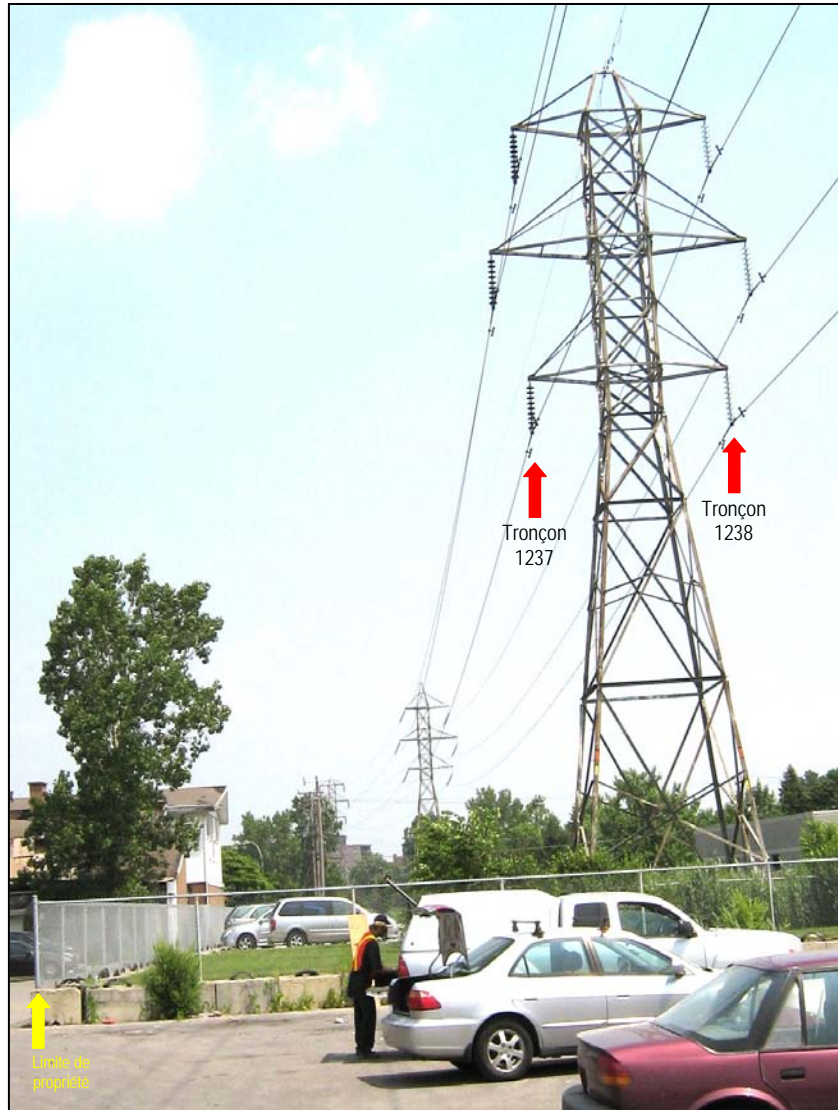


Photo 1 – Position de la ligne 120 kV



3. Mesures des champs magnétiques

Les champs magnétiques existent partout à l'état naturel. Avec le développement technologique, de nouvelles sources de champs magnétiques sont apparus comme ceux produits par les réseaux de distribution électrique, les réseaux de télécommunication ou les innombrables appareils alimentés à l'électricité.

Afin de s'assurer de l'innocuité des champs magnétiques, de nombreuses études ont été faites par différents organismes nationaux et internationaux qui œuvrent dans le domaine de la santé et de la sécurité.

Ces recherches ont servies à établir une limite d'exposition sécuritaire pour le grand public. Cette limite, clairement expliquée dans un document publié par l'**ICNIRP**³, et par l'**INRS**⁴, est régulièrement mise à jour. Ce rapport scientifique est à l'origine des limites prescrites par la plupart des organismes réglementaires tels :

- Santé Canada (Canada)
- Organisation mondiale de la santé (ONU)
- National Institute of Environmental Health Sciences (États-Unis)
- National Radiological Protection Board (Royaume-Uni)
- Health Protection Agency (Royaume-Uni)

Dans un document⁵ disponible sur le site d'Hydro-Québec, la société d'état s engage à respecter ce critère d'exposition qui pour un réseau de distribution électrique fonctionnant à **60 Hz** est de **83 μ T** (*microTesla*).

³ **ICNIRP**, « *Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300GHz)*», Health Physics, Volume 74, No 4 , Avril 1998

⁴ **INRS**, « *Guide pour l'établissement de limites d'exposition au champs électriques, magnétiques et électromagnétiques*», ND 2143-182-01, 2001

⁵ **Hydro-Québec**, «*Les champs électromagnétiques et la santé*», 5e édition, décembre 2005



4. Valeurs typiques du champ magnétique

Il est intéressant de comparer les intensités du champ magnétique attribuable à la présence des équipements de transport et de distribution d'Hydro-Québec situés juste à l'extérieur du site du projet avec l'intensité des champs magnétiques naturels ou avec les champs magnétiques des appareils électriques utilisés dans la vie de tous les jours.

Au tableau 1 ci-dessous, on fournit quelques exemples. Les intensités pourront surprendre mais il est important de ne pas perdre de vue que le champ magnétique est inversement proportionnel à la distance. Comme les appareils que l'on utilise sont près de nous, quelques fois à quelques centimètres de notre corps, l'intensité du champ magnétique est alors très importante.

Tableau 1 – Exemples typiques de champs présents dans l'environnement

Champ magnétique moyen de certains appareils (en μT)					
Distance >>>	1 cm	15 cm	30 cm	120 cm	Moyenne corps entier
Téléviseur couleur			0,7		
Fer à repasser		0,8	0,1		
Écran de micro-ordinateur		1,4	0,5		
Lave-vaisselle		2	1		
Rond de poêle		3	0,8		
Lampe fluorescente		4	0,6		
Malaxeur		10	1		
Plinthe chauffante portative		10	2		
Perceuse		15	3		
Four à micro-ondes		20	1	0,2	
Scie circulaire		20	4		
Taille-crayon électrique		20	7	0,2	
Séchoir à cheveux		30	0,1		
Aspirateur		30	6	0,1	
Ouvre-boîte		60	15	0,2	
Photocopieur		90	20		
Couverture chauffante classique	10				1,5
Rasoir électrique	800				

Source : EMF In Your Environment, Environment Protection Agency, U.S.A., 1992.



5. Mesures effectuées au site Place de l'Acadie

Afin de vérifier que le champ magnétique présent sur ce site est conforme aux limites prescrites par l'ICNIRP, des mesures ont été effectuées dans la portion sud-est du site qui est la plus susceptible d'être affectée par les champs magnétiques fluctuants à cause de la présence d'une ligne de transport à 120 kV exploitée par Hydro-Québec.

À partir du boulevard de l'Acadie, la ligne de transport borde le site sur une distance d'environ 145 m puis traverse une section en forme de pointe de tarte qui ne sera pas dévolue à l'habitation. Il est prévu que cette portion du site conservera sa vocation actuelle (i.e. stationnement extérieur).

5.1. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS

5.1.1. Mesures de juillet 2008

Lors de la première série de mesures en juillet 2008, nous avons considérés deux types de champs magnétiques fluctuants. :

1. Le champ magnétique généré par le réseau électrique à 60 Hz (ligne de transport, ligne de distribution, transformateur, etc. dont la distribution mesuré le 15 juillet 2008 est illustrée à nouveau sur la carte de la figure 2 en page A-1 de l'annexe A.

Cette carte fournit les contours du champ magnétique à **60 Hz** exprimé en **μT** . L'espacement entre les courbes de contours est de **0,05 μT** . Les contours cotés à tous les **0,1 μT** sont montrés en trait gras.

2. Les champs magnétiques fluctuants dans la gamme qui s'étend de 5 Hz à 32 kHz afin d'inclure les champs générés par les réseaux de télécommunication. Plutôt que d'être mesurée en **μT** (microTesla), l'instrument de mesure utilisé fournit l'intensité des champs fluctuants dans cette gamme de fréquence en termes de pourcentage de la limite prescrite par le critère **ICN98** de l'ICNIRP. La répartition de ces champs en pourcent (%) a été fournie sur la carte de la figure 2 en page 6 du rapport précédent C08217-1.



L'analyse des résultats de cette première séance de mesure avait montré que :

1. L'intensité maximale du champ magnétique à 60 Hz est inférieure à **0,7 μ T**. Cette valeur maximale est obtenue dans le coin nord-est du site près de la clôture et du boulevard de l'Acadie.
2. En termes de pourcentage de la limite **ICNIRP Grand Public**, la valeur maximale est aussi atteinte à cet endroit. La valeur mesurée à cet endroit est de **0.5 %** de la limite.
3. Dans un cas comme dans l'autre, l'intensité mesurée lors de cette séance de mesure était négligeable.

5.1.2. Contrôle en période hivernale – 7 janvier 2009

Le 7 janvier 2009, nous avons effectué des mesures de contrôle afin d'évaluer l'intensité des champs magnétiques fluctuants en période de pointe hivernale. Puisqu'il fait plus froid à cette période de l'année, le chauffage des habitations accroît sensiblement la consommation d'électricité. Cet accroissement de la consommation a pour effet d'augmenter l'intensité du courant transporté sur le réseau et par voie de conséquence d'accroître l'intensité des champs magnétiques fluctuants.

Les résultats de ces contrôles ont toutefois montré que :

1. Contrairement aux attentes, le champ magnétique mesuré au site le 7 janvier 2009 n'avait pas augmenté significativement. La valeur moyenne du champ mesurée pour l'ensemble de la zone était, à toutes fins pratiques, identique à celle qui avait été mesurée lors de la séance de mesure du 15 juillet 2008.
2. Conformément aux attentes, les champs magnétiques fluctuants dans la gamme qui s'étend de 5 Hz à 32 kHz sont demeurés les mêmes.

❖ **Information demandée à Hydro-Québec**

Les résultats des contrôles, nous ayant amené à conclure que la ligne 120 kV n'était probablement pas alimentée lors des mesures du 15 juillet 2008 et des mesures de contrôles du 7 janvier 2009, nous avons demandé par écrit à Hydro-Québec de nous



fournir l'information suivante au sujet des tronçons 1237-1238 de la ligne 120 kV entre les postes de transformation Reed à l'ouest du site et Fleury à l'est. :

1. Utilisation **actuelle** de la ligne en termes du courant :
 - a. qui circule en moyenne
 - b. qui circule en période de pointe
 - c. qui circulait en moyenne le 15 juillet 2008
 - d. qui circulait en moyenne le 7 janvier 2009
2. Utilisation **future** de cette ligne
3. Possibilité d'utilisation de l'espace au sol sous une ligne 120 kV :
 - a. Comme espace de stationnement résidentiel
 - b. Comme jardin communautaire

❖ **Information fournie par Hydro-Québec**

Une partie de l'information que nous avons demandée (points n^{os} 1a et 1b) est confidentielle et ne nous a pas été fournie.

Cependant, Hydro-Québec a répondu que :

1. La ligne 120 kV qui borde le site est peu utilisée présentement
2. La ligne 120 kV était inutilisée le 15 juillet 2008 et le 7 janvier 2009
3. La ligne 120 kV sera probablement remplacée par une ligne 315 kV sur un horizon de 10 à 15 ans
4. L'utilisation de l'espace au sol sous la ligne 120 kV est acceptable pour l'un ou l'autre usage envisagé par le promoteur. Toutefois, il est nécessaire d'obtenir l'autorisation d'Hydro-Québec pour pouvoir bâtir ou ériger des structures dans l'emprise (15 m de part et d'autre de la ligne d'axe d'une ligne 120 kV). Il est aussi nécessaire d'obtenir des autorisations pour creuser dans l'emprise puisque des équipements peuvent y être enfouis.

À défaut de pouvoir nous fournir l'intensité de courant moyenne qui circule dans cette ligne 120 kV, Hydro-Québec nous a toutefois communiqué l'intensité maximale du courant qui peut techniquement transiter par cette ligne avant que les équipements de transport d'électricité ne soient endommagés. Cette limite théorique a été utilisée pour



calculer l'intensité maximale du champ magnétique qui pourrait être induit pendant de courtes périodes de temps par la ligne 120 kV.

5.1.3. Simulations de l'intensité du champ magnétique à 60 Hz

❖ **Intensités de courant fournies par Hydro-Québec**

L'intensité maximale que peuvent transporter les lignes de haute tension dépend du type d'équipement et des conditions environnementales qui existent lorsque la ligne est en opération. Le tableau 2 ci-dessous fournit l'intensité du courant maximale qui est autorisée pour la ligne 120 kV en fonction de la température ambiante.

Tableau 2 – Intensité maximale du courant autorisée

HYDRO-QUÉBEC Ligne 120 kV - Tronçons 1237-1238 Poste Reed à Poste Fleury	
Intensité maximale du courant (I) autorisée en fonction de la température ambiante (T)	
Température ambiante T (°C)	Intensité de courant autorisée I (A)
-20°C	1393 A
0°C	1259 A
+20°C	1108 A
Note 1	700 A
Note 1: <i>Estimation du courant moyen transitant dans la ligne sur une base annuelle</i>	

On notera que plus la température ambiante est faible plus l'intensité de courant autorisée est élevée.

Nous avons estimé l'intensité moyenne annuelle en utilisant la température moyenne annuelle pour Montréal (**7,5°C**), un facteur de sécurité de 80% pour les équipements et une demande de 100% de la puissance disponible le jour et de 40 % la nuit. Le champ magnétique produit par cette intensité de courant (**3,7 µT**) a été comparé avec le champ de **3,2 µT** mesuré en moyenne sous une ligne 120 kV d'Hydro-Québec.



❖ Calcul de l'intensité du champ magnétique

Nous avons calculé la valeur maximale du champ magnétique à un mètre du sol en fonction de la distance au conducteur inférieur du tronçon de la ligne 120 kV le plus rapproché du site (tronçon 1237) pour chacune des intensités de courant fournies au tableau 2 de la page 8.

Les courbes d'intensité du champ sont montrées à la figure 1 ci-dessous.

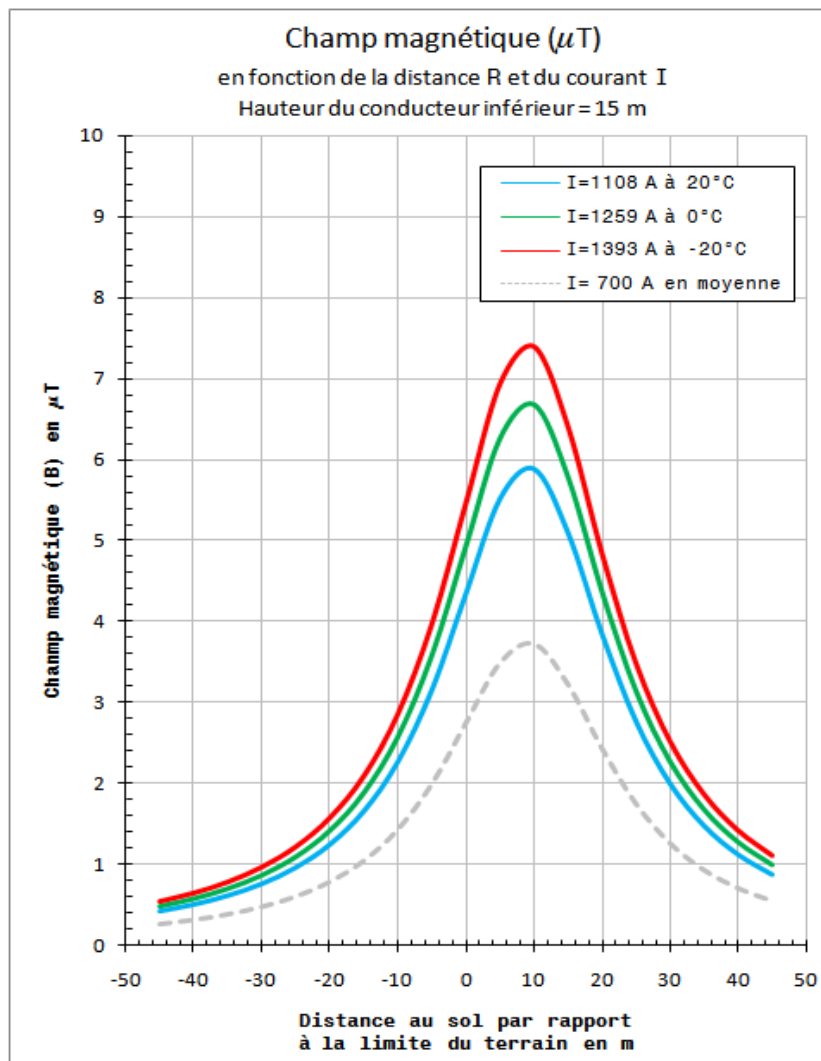


Figure 1 – Champ magnétique calculé en fonction de la distance et du courant



❖ **Simulation de la distribution du champ magnétique**

Pour obtenir les cartes de distribution du champ magnétique de 60 Hz pour ce site, nous avons ajouté les intensités du champ magnétique mesurées lors du levé du 15 juillet 2008 aux intensités calculées pour chacun des points de mesure. Trois cartes ont été produites pour représenter l'intensité du champ magnétique en μT qui existerait sur le site lorsque l'intensité maximale du courant autorisée serait atteinte à -20°C , 0°C et $+20^{\circ}\text{C}$.

Une carte a aussi été produite pour l'intensité estimée du courant moyen.

Les quatre cartes sont aussi présentées pour montrer la distribution du champ magnétique exprimé en pourcent de la limite d'exposition suggérée par l'ICNIRP pour le grand public.

Ces huit cartes sont fournies en annexe A - figure 3 page A-2 à figure 10 page A-9.

5.2. ANALYSE DES RÉSULTATS DE LA SIMULATION

Au tableau 3 de la page 11, on présente la liste des intensités du champ magnétique fluctuant de 60 Hz qui seraient observées à 1 m du sol :

- immédiatement sous la ligne de transport (zone de stationnement)
- à la limite sud-est du site
- à 20 m de la limite de propriété au sud-est du site (début de la zone habitée)
- à 20 m de la ligne de propriété mais à 15 m d'altitude

Ces intensités sont fournies pour différentes températures ambiantes correspondant à différentes périodes de l'année :

- A. $T = -20^{\circ}\text{C}$ – I_{MAX} autorisée = 1393 A – Hiver par grand froid
- B. $T = 0^{\circ}\text{C}$ – I_{MAX} autorisée = 1259 A – Printemps ou automne
- C. $T = +20^{\circ}\text{C}$ – I_{MAX} autorisée = 1108 A – Été
- D. $T = 7,5^{\circ}\text{C}$ – I_{MOYEN} estimé = 700 A – Température moyenne annuelle

Il est important de noter que les situations A, B et C représentent des cas limites qui ne devraient survenir qu'en de rares occasions.

Tableau 3 – Champ magnétique – Résultats de la simulation

Intensité maximale du champ magnétique de 60 Hz (en fonction de la position sur le site et de la période de l'année)								
POSITION SUR LE SITE	INTENSITÉ DU CHAMPS MAGNÉTIQUE FLUCTUANT DE 60 Hz							
	Hiver		Printemps- Automne		Été		Moyenne	
	T=-20°C		T= 0°C		T=+20°C		T=-7,5°C	
	I _{MAX} =1393 A		I _{MAX} =1259 A		I _{MAX} =1108 A		I _{ESTIMÉ} =700 A	
	μT	%	μT	%	μT	%	μT	%
Sous la ligne 120 kV ¹	7,4	8,9	6,7	8,1	5,9	7,1	3,7	4,5
Limite sud-est du site ¹	5,5	6,6	4,9	5,9	4,3	5,2	2,7	3,3
Début de la zone habitée ¹	1,6	1,9	1,4	1,7	1,2	1,5	0,8	0,9
Début de la zone habitée ²	2,0	2,4	1,8	2,2	1,6	1,9	1,0	1,2

Notes:
 μT: microTesla
 %: pourcent de la limite d'exposition suggérée par l'ICNIRP pour le grand public
 1: mesuré à un mètre au dessus du sol
 2: mesuré à la hauteur des fils électriques (≈ 15 m au-dessus du sol)

6. Conclusion

Les mesures réalisées au site du projet Place de l'Acadie en juillet 2008 et janvier 2009 ainsi que les simulations que nous avons réalisées pour ce site montrent que l'intensité des champs magnétiques fluctuants de 60 Hz qui seront présents sera très inférieure à la limite de l'ICNIRP qui est utilisée par les organismes de santé et de sécurité.

En effet, pour le grand public cette limite est de **83 μT** pour un signal de 60 Hz; or les mesures et simulations effectuées ont révélé que lorsque la ligne de transport 120 kV bordant le site au sud-est sera utilisée à sa pleine capacité autorisée – I=1393 A à -20°C – le champ magnétique de 60 Hz à un mètre au-dessus du sol, sera toujours inférieur à **2,0 μT** dans l'aire de résidence. Cette intensité correspond à **2,4%** de la limite d'exposition suggérée par l'ICNIRP pour le grand public.



Dans l'aire qui sera réservée au stationnement sous la ligne de transport 120 kV, l'intensité du champ magnétique de 60 Hz sera inférieure à **7,4 μT** à un mètre au-dessus du sol soit **8,3%** de la limite d'exposition suggérée par de l'ICNIRP-Grand public.

En moyenne, en condition normale d'utilisation, l'intensité du champ magnétique fluctuant de 60 Hz dans l'aire de résidence devrait être de l'ordre de **0,8 μT (0,9 % - ICNIRP-GP)** à un mètre du sol et de **1,0 μT (1,2 % - ICNIRP-GP)** à 15 mètres d'altitude. À un mètre du sol à la verticale de la ligne de transport, le champ magnétique aurait une intensité d'environ **3,7 μT (4,5 % - ICNIRP-GP)**.

Remplacement de la ligne 120 kV par une ligne 315 kV

Le remplacement de la ligne de transport actuelle (120kV) par une ligne de transport à plus haute tension (315 kV) ne devrait pas faire augmenter l'intensité du champ magnétique fluctuant de 60 Hz puisqu'à puissance égale l'intensité du courant, et par voie de conséquence l'intensité du champ magnétique, diminueront d'environ 2,5 fois.

Recommandations

1. Selon les normes et critères actuellement utilisés, à ce niveau d'intensité, aucune activité humaine n'est proscrite de facto; cependant s'il est possible de le faire, il serait souhaitable d'éloigner la ligne de transport des zones réservées aux enfants (garderie, terrain de jeux).

À notre connaissance, les Pays-Bas et la Suisse ont les restrictions les plus sévères à cet égard. La limite recommandée par les autorités de ces deux pays est de **0,4 μT (0,5 % - ICNIRP-GP)**. Cette limite extrêmement faible est fortement contestée dans la littérature scientifique. Du reste, il serait illusoire d'adopter une telle limite puisque plusieurs des sources présentes dans l'environnement des enfants produisent un champ équivalent (ordinateur, télévision, plinthe chauffante, jeux vidéo portatifs, etc.)

Si l'on désire quand même respecter cette limite, les simulations que nous avons faites montrent que dans le pire cas (**I=1393 A à -20°C**), il suffirait de s'éloigner à



60 m de la ligne de transport d'électricité. Pour la situation moyenne (**I=700 A** à **7,5°C**), une distance de **45 m** suffirait pour atteindre l'objectif. À notre connaissance, l'aire de jeux et la garderie qui sont prévues dans le développement se situe encore plus loin de la ligne de transport d'électricité.

2. En principe, Hydro-Québec ne s'oppose pas à l'utilisation de l'emprise des lignes de transport par le propriétaire des lieux, toutefois, l'autorisation de la société d'état est exigée. De plus les aménagements doivent respecter les normes techniques d'Hydro-Québec et le propriétaire demeure assujéti aux conditions de servitude liées à la présence des équipements.

Il serait toutefois souhaitable de rencontrer le plus rapidement possible les responsables des services techniques d'Hydro-Québec qui ont insisté pour que le projet de construction leur soit présenté pendant la phase de conception afin d'éviter toutes situations conflictuelles.



Annexe A – CARTES DU CHAMP MAGNÉTIQUE

MESURES ET SIMULATIONS

