

## Annexe H

---

### Étude sur les systèmes de télécommunication

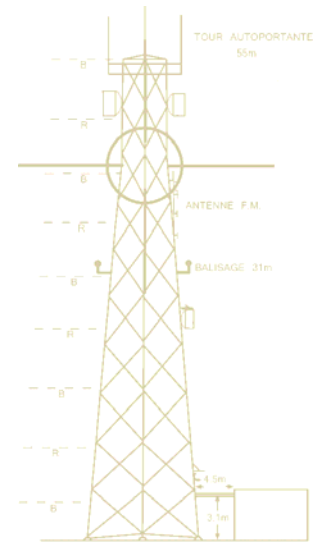
- H1 Étude d'identification des systèmes de télécommunication  
(YRH, 2009 et 2012)
- H2 Étude d'évaluation des impacts sur les systèmes de télécommunication  
(YRH, 2012)



**IMPLANTATION D'UN PARC ÉOLIEN  
Dans la région de  
FRAMPTON, QUÉBEC**

**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL**

**IDENTIFICATION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**



Préparée pour

SNC-LAVALIN ENVIRONNEMENT INC.  
5955, rue Saint-Laurent  
Bureau 300  
Lévis, Québec  
G6V 3P5



**Yves R. Hamel  
et Associés Inc.**

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

téléphone :

514 934 3024

télec. :

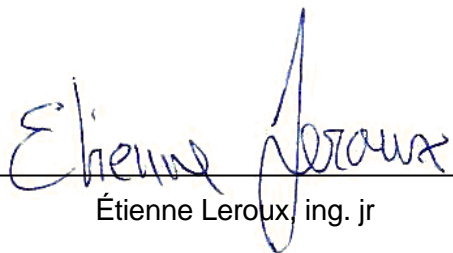
514 934 2245

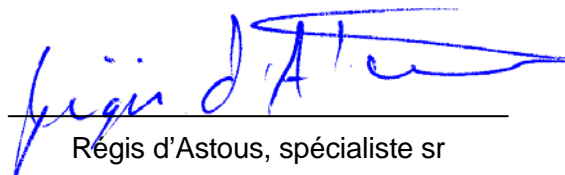
web : [www.YRH.com](http://www.YRH.com)  
courriel : [Telecom@YRH.com](mailto:Telecom@YRH.com)

**IMPLANTATION D'UN PARC ÉOLIEN**  
Dans la région de  
**FRAMPTON, QUÉBEC**

**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL**  
**IDENTIFICATION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

**Équipe responsable de la préparation de ce document**

  
Étienne Leroux, ing. jr

  
Régis d'Astous, spécialiste sr

  
Maurice Beauséjour, Ing.  
18 septembre 2009

**Note :** Ce document est rédigé selon un mandat donné à Yves R. Hamel et Associés Inc. par SNC-Lavalin Environnement Inc. Ce document est basé sur des données provenant principalement de la base de données d'Industrie Canada et de tierces parties, pour lesquels aucune validation terrain n'a été effectuée. Conséquemment, les renseignements et conclusions écrits dans ce document sont uniquement et strictement à but informatif. Yves R. Hamel et Associés Inc. ainsi que les personnes agissant à son compte ne pourront être tenu responsable de tout dommage direct ou indirect relié au contenu de ce document.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>IDENTIFICATION DES SYSTÈMES</b> .....	<b>5</b>
3.1	SYSTÈMES DE DIFFUSION .....	5
3.1.1	<i>Stations de télédiffusion</i> .....	5
3.1.2	<i>Systèmes de réception télévisuelle pour câblodistribution.</i> .....	8
3.1.3	<i>Stations de radiodiffusion MF</i> .....	8
3.1.4	<i>Stations de radiodiffusion MA</i> .....	9
3.2	SYSTEMES D'AIDE A LA NAVIGATION .....	9
3.2.1	<i>Système VOR /Localizer</i> .....	9
3.3	SYSTÈMES MOBILES.....	10
3.4	SYSTÈMES POINT À POINT .....	11
3.5	SYSTÈMES POINT À MULTIPPOINT .....	12
3.6	SYSTÈMES RADAR .....	13
3.7	SYSTÈMES SISMOLOGIQUES .....	14
<b>4</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>16</b>

## HISTORIQUE DOCUMENTAIRE

### Version 1

Cette version est l'étude d'impact préliminaire qui consiste à identifier les systèmes de télécommunications dans la région du parc éolien proposé.

**IMPLANTATION D'UN PARC ÉOLIEN**  
Dans la région de  
**FRAMPTON, QUÉBEC**

**ÉTUDE D'IMPACT PRÉLIMINAIRE**  
**IDENTIFICATION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

---

## **1 Introduction**

Yves R. Hamel et Associés, consultants en télécommunications et radiodiffusion a été mandaté par SNC-Lavalin Environnement Inc. pour vérifier l'impact de l'implantation d'un parc éolien sur les systèmes de radiodiffusion et télécommunications dans la région de Frampton, Québec.

Ce rapport présente les résultats de la première phase de l'étude, visant à identifier les divers systèmes de télécommunications dans la région du parc éolien de Frampton qui seraient à risques de subir des perturbations suite à l'implantation du parc éolien. Ce travail consiste notamment en l'identification des systèmes de communications micro-ondes point à point qui croiseraient la zone d'étude et la définition des zones de consultation associées s'il y a lieu ainsi qu'en une identification des systèmes de radar et de navigation susceptible de subir un impact et finalement l'identification du potentiel d'interférence avec les signaux de télédiffusion.

Les résultats de cette étude reflètent les recommandations des lignes directrices CCCR/ACEO et détermineront la portée de la deuxième phase de l'étude qui visera à évaluer l'importance des interférences potentielles et à recommander des solutions alternatives au besoin.

## 2 Discussion

Des études traitant de ce sujet indiquent que de nombreux types de systèmes de télécommunications peuvent être grandement affectés par la présence des éoliennes dans leurs environs immédiats. Dans la réalité, une distance d'à peine quelques diamètres du rotor est parfois suffisante pour éviter de perturber la plupart des systèmes.

L'interférence due aux éoliennes peut prendre deux formes; interférence par *obstruction* des ondes électromagnétiques ou interférence par *réflexion* des ondes électromagnétiques. Il en résulte une dégradation du signal reçu ce qui affecte la performance et la fiabilité du service.

Plusieurs facteurs ayant trait à l'éolienne elle-même, tels que son type (vertical ou horizontal), le nombre et la dimension des pales, la forme des pales et les matériaux utilisés pour leur fabrication, ainsi que la hauteur et le diamètre de la tour de support, peuvent influencer l'importance des impacts potentiels d'interférences électromagnétiques causés à des services de radiodiffusion et de télécommunications. D'autre part, certains paramètres des systèmes de télécommunications influencent leur vulnérabilité: la localisation de l'émetteur et des récepteurs par rapport aux éoliennes, la fréquence d'émission, la polarisation du signal, le type de modulation, le patron d'antenne, les caractéristiques de propagation et la topographie du terrain.

Les problèmes d'interférences associés aux éoliennes sont généralement causés par la conductivité des pales métalliques ou en fibres de carbone. Le plan de rotation des pales présente dans ces cas une grande surface conductrice causant obstruction ou réflexion du signal. L'utilisation de pales de fibre de verre/époxy ou de plastique réduit le risque d'interférences causées par la rotation des pales, mais ne l'élimine pas complètement. L'utilisation de câbles conducteurs afin de relier les parafoudres positionnés à l'extrémité des pales, suffit généralement pour que la pale réagisse pratiquement comme une pale métallique. Les structures de support des éoliennes présentent aussi un important potentiel d'obstruction ou de réflexion à la transmission des signaux.



Les systèmes de télécommunications suivants ont été jugés vulnérables, sous certaines conditions, aux interférences dues à la présence d'éoliennes et seront analysés plus en détail dans la suite de ce document.

- Systèmes de diffusion radio (MF et MA) et télévision ;
- Systèmes de réception télévisuelle pour câblodistribution ;
- Systèmes d'aide à la navigation, VOR, LORAN-C ;
- Systèmes de communications mobiles VHF et UHF, cellulaire et PCS ;
- Systèmes radio point à point UHF, micro-ondes et liaisons par satellite ;
- Systèmes point à multipoint, FWA, MMDS, LMCS ;
- Systèmes de radar de navigation et de météo.
- Réseau National Sismologique Canadien

## 3 Identification des systèmes

### 3.1 Systèmes de diffusion

#### 3.1.1 Stations de télédiffusion

La réception des signaux de télévision analogique est probablement le type de système le plus à risque de subir des interférences dues à la présence d'un parc éolien. L'interférence par les éoliennes cause une distorsion vidéo qui apparaît généralement comme une ou plusieurs images fantômes et le scintillement de ces images synchronisé avec la fréquence de passage des pales d'éoliennes. Il n'y a généralement pas d'impact perceptible sur la qualité du signal audio puisque celui-ci est transmis en modulation de fréquence (MF).

Il n'existe pas de règle simple permettant de déterminer la séparation minimale entre les éoliennes et les émetteurs et les récepteurs TV, qui assurerait une réception sans interférence. La topographie du terrain ainsi que la distance relative entre les installations sont des paramètres importants : dans certains cas des installations situées à moins d'un kilomètre les unes des autres peuvent opérer sans aucun brouillage tandis que des situations de brouillage peuvent survenir dans certaines conditions à des distances de plus de 10 km des parcs éolien. Une analyse détaillée est requise afin de prendre en considération les conditions particulières du site étudié.

Les règles qui régissent l'opération des stations de télédiffusion allouent à chaque station un contour de service protégé à l'intérieur duquel aucun brouillage provenant d'une autre station et qui pourrait affecter la qualité du signal reçu n'est permis. L'installation des éoliennes à proximité d'un site de télédiffusion demande beaucoup d'attention, car elle peut avoir un impact potentiellement très nuisible sur l'intégrité du contour de service de la station. L'installation des éoliennes à l'intérieur du contour de service d'une station de télédiffusion peut avoir un impact sur la qualité du signal reçu à proximité du parc éolien nécessitant, selon les conditions locales, l'évaluation détaillée de l'interférence et la mise en place des mesures correctives, lorsque requis.

Les images fantômes statiques ne sont pas un phénomène nouveau et sont visibles dans le voisinage de la plupart des structures telles que les bâtiments, les granges, les tours de ligne haute tension, les panneaux d'affichage et même les collines et montagnes. Ce type d'images fantômes statiques est relativement commun et toléré depuis l'origine du déploiement du système de télévision nord-américaine. Afin d'améliorer la performance de la technologie de transmission de télévision analogique, une mise à jour du standard NTSC, appelée signal de référence anti-écho, a été mise en place en 1994 afin d'éliminer ou du moins réduire l'impact de ces images fantômes. Cependant, ce ne sont pas tous les opérateurs de radiodiffusion télévisuelle qui ont mis en œuvre cette mise à jour.

Pour ce qui a trait aux images fantômes dynamiques, elles sont causées par la rotation des pales d'éoliennes et sont directement attribuables aux éoliennes. Elles peuvent également provenir d'autres sources comme les avions volant à faible altitude à proximité des aéroports ou des camions lourds en mouvement sur une route située à proximité. Dans chaque cas, certaines mesures d'atténuation de ces échos sont souvent fructueuses, mais elles ne peuvent pas toujours résoudre le problème.

Dans le cas du parc éolien de Frampton, les contours de service théorique protégé de six stations de télédiffusion analogiques couvrent, entièrement ou en partie, la zone visée pour l'implantation des éoliennes. Aucune station ne se trouve à l'intérieur de la zone d'étude. Selon une décision du CRTC publiée dans l'avis public CRTC2007-53, toutes ces stations analogiques devraient cesser leurs opérations au plus tard le 31 août 2011 et seraient vraisemblablement toutes remplacées par des stations diffusant des signaux numériques.

Table 1- Liste des stations TV analogique couvrant la région du parc éolien proposé.

<b>STATION</b>	<b>RÉSEAU</b>	<b>EMPLACEMENT DE L'ÉMETTEUR</b>
CFCM-TV	TVA	Québec
CIVQ-TV	Télé-Québec	Québec
CFAP-TV	V (anciennement TQS)	Québec
CBVE-TV	CBC - Anglais	Québec
CBVT-6	SRC - Français	Beauceville
CBVT	SRC - Français	Québec

Dans la mesure où la mise en service du parc éolien de Frampton sera ultérieure à la date limite du 31 août 2011 fixée par le CRTC, l'évaluation détaillée de l'impact sur la réception des signaux analogiques n'est pas requise.

Plusieurs opérateurs de télédiffusion ont amorcé le processus d'implantation de leur réseau de télédiffusion numérique (DTV) selon la norme nord-américaine ATSC. Ce processus de transition de la télévision analogique vers la télédiffusion numérique doit être complété avant le 31 août 2011, date limite après laquelle aucun télédiffuseur ne serait autorisé à transmettre des signaux analogiques dans la région du parc éolien de Frampton.

Un des premiers émetteurs de ce type à avoir été mis en service est celui du réseau français de Radio-Canada à Québec. La zone de couverture de cet émetteur s'étend au-delà de la région du parc d'éoliennes proposée

Table 2- Liste des stations TV numérique couvrant la région du parc éolien proposé.

<b>STATION</b>	<b>RÉSEAU</b>	<b>EMPLACEMENT DE L'ÉMETTEUR</b>
CBVT-DT	SRC - Français	Québec

L'impact d'un parc éolien sur la télédiffusion numérique n'est pas un phénomène connu avec précision. Toutefois, selon les données préliminaires dont nous disposons, il est généralement reconnu dans l'industrie de la diffusion télévisuelle que la technologie numérique est beaucoup plus robuste que la technologie analogique, bien que toutes possibilités théoriques d'interférence ne soient pas éliminées.

Sur la base de l'évaluation préliminaire de la technologie ATSC et des informations disponibles concernant les performances de la télévision numérique en situation de propagation par trajets multiples, il est estimé que l'implantation d'un parc éolien ne devrait pas avoir d'impact significatif sur la qualité de réception des signaux de télévision numérique en ce qui concerne les structures statiques. Toutefois, le mouvement des pales pourrait théoriquement affecter la qualité de réception des signaux numériques, jusqu'à plusieurs centaines de mètres des éoliennes. Une analyse détaillée de l'impact potentiel du projet d'énergie éolienne sur la qualité de réception des signaux de télévision numérique serait nécessaire. Cependant, puisque les seuils acceptables de dégradation et les paramètres opérationnels pour la majorité des futures stations de télévision numérique ne sont pas

encore connus, il n'est pas possible à ce stade d'évaluer l'impact potentiel sur la qualité de la réception des signaux de télévision numérique.

L'emplacement projeté du parc éolien dans la région de Frampton se trouve principalement dans une région rurale faiblement peuplée. Selon les données dont nous disposons, il y aurait près de 460 résidences qui se situeraient dans la région du parc éolien proposé, pour un nombre total de près de 1170 personnes.

### 3.1.2 Systèmes de réception télévisuelle pour câblodistribution.

Selon une base de données datant de 2004, il y aurait eu, à cette époque, deux têtes de réseau de câblodistribution utilisant un système de réception hertzien situées à proximité de la zone d'étude, mais aucune ne serait localisée dans la zone d'étude. Ces données devront être vérifiées sur le terrain pendant la deuxième phase de l'étude afin d'évaluer le potentiel d'interférences provoquées par la mise en œuvre du parc éolien si une telle tête de réseau de câblodistribution située à proximité du parc éolien existe bien et utilise un système de réception par satellite ou par onde hertzienne.

Câble-Axion Digital Inc. et Télécâble Frampton Inc. opèreraient possiblement encore chacun un réseau de câblodistribution, respectivement à Saints-Anges et Saint-Édouard-de-Frampton, et qui pourrait s'étendre dans les environs. Le cas échéant, ces entreprises seront contactées au cours de l'étude d'impact détaillée.

### 3.1.3 Stations de radiodiffusion MF

Des études et analyses effectuées dans le passé ont démontré que la réception des signaux de radiodiffusion en MF est généralement peu affectée par l'implantation des parcs d'éoliennes en autant qu'une distance minimale de quelques centaines de mètres soit maintenue entre les éoliennes et le site d'émission ou encore les sites de réception. La dégradation du signal MF est généralement perçue en tant qu'un sifflement de fond synchronisé avec la fréquence de rotation des pales. Une dégradation perceptible de la qualité du signal reçu survient typiquement seulement aux extrémités de la région couverte par la station, où le rapport signal sur bruit est déjà marginal (de l'ordre de moins de 12 dB) et à faible distance des éoliennes. Ces conditions se retrouvent majoritairement en dehors des contours de service.

Il n'y a pas de station de radiodiffusion MF située à l'intérieur ou à proximité de la zone projetée du parc éolien.

### 3.1.4 Stations de radiodiffusion MA

Tout comme les signaux de télédiffusion, la radiodiffusion MA est modulée en amplitude et pourrait théoriquement subir des interférences dues à la présence des éoliennes. Les signaux de radiodiffusion en MA utilisent des fréquences plus basses et donc des longueurs d'ondes beaucoup plus importantes que les signaux TV et sont par conséquent moins sujettes aux réflexions sur les éoliennes. La réception des signaux MA ne devrait donc pas être affectée par la présence des éoliennes à moins que le récepteur ne se trouve très près (à quelques mètres) des éoliennes. Cependant, la présence de grandes structures métalliques verticales (telles que les tours de support des éoliennes) dans les environs immédiats des antennes de diffusion MA pourrait modifier le patron de rayonnement de ces antennes en agissant comme un élément rayonnant passif.

Aucune station de radiodiffusion MA existante ne se trouve à proximité ou à l'intérieur de la zone projetée du parc éolien.

## 3.2 *Systemes d'aide à la navigation*

### 3.2.1 Système VOR /Localizer

Le VOR (VHF Omnidirectional Range) et les systèmes ILS/Localizer (Instrument Landing System) utilisent des signaux dans la bande de fréquences entre 108 et 118 MHz et une combinaison de modulation en fréquence et en amplitude afin d'aider la navigation aérienne. Les émetteurs VOR sont localisés principalement sur les terrains des aéroports mais il arrive qu'ils soient localisés le long des principaux corridors de navigation afin d'aider à la navigation en route. Les stations Localizer sont quant à elles situées en bout de piste d'atterrissage. Il est nécessaire de ménager un espace d'au moins 500 m autour des stations VOR afin de ne pas affecter l'opération et la précision des récepteurs à bord des avions. Un espace encore plus étendu devrait en plus être exempt de bâtiments et structures de hauteur importante selon la topographie, afin de ne pas affecter les signaux d'azimut. Des recherches ont démontré que les éoliennes peuvent être considérées comme des structures statiques

par rapport à l'opération des systèmes VOR et ne nécessitent qu'une autorisation d'obstacle aérien de la part de Transport Canada, comme pour toute structure de hauteur importante.

Aucun émetteur VOR n'est situé à proximité du parc éolien proposé et aucune interférence n'est donc prévue.

### **3.3 Systèmes mobiles**

Tous les systèmes de communications mobiles fonctionnant dans les bandes VHF, UHF ainsi que les systèmes de téléphonie cellulaire et PCS dans les bandes de fréquences de 850 et 1900 MHz utilisent la modulation de phase ou de fréquence qui, tout comme les systèmes de diffusion radiophonique en MF, ne sont pas sujettes aux interférences causées par l'opération des éoliennes. Même si, théoriquement, il est possible que des interférences surviennent à proximité des éoliennes et lorsque le niveau de signal reçu est très faible, aucun cas documenté n'existe au sujet de ce type d'interférence survenant en réalité. Nous n'anticipons donc pas de problème lié à ce type d'interférence.

Quelques systèmes radio mobiles UHF se trouvent dans la zone d'étude du parc éolien et les zones de consultation de 1 km de rayon associées à ces systèmes sont présentées en Annexe 1. Bien que la banque de données consultée indique quatre positions différentes pour ces systèmes, il est probable que tous ces systèmes soient physiquement installés uniquement dans deux structures différentes de support d'antennes. Une validation de cette hypothèse sur le terrain devra être effectuée au cours de l'étude d'impact détaillée, afin d'effectuer les corrections nécessaires. Il est généralement possible de positionner des éoliennes à l'intérieur de ces zones de consultation, toutefois chaque cas doit être évalué individuellement.

Certaines stations de base radio mobile exploitent des communications avec des stations fixes. C'est le cas de certaines stations radio mobile UHF précédemment identifiées, soit celles colocalisées avec le site micro-onde du Mont O'Neil, présentées sur la carte en Annexe 1. Le positionnement d'éoliennes à l'intérieur de la zone de consultation de ces stations de base nécessitera une analyse détaillée au cours de la seconde phase de l'étude d'impact.

### **3.4 Systèmes point à point**

Les systèmes de télécommunications point à point par micro-ondes sont utilisés entre autres pour relier les sites de diffusion à leurs studios ainsi que pour une foule d'autres applications. Les réseaux de téléphonie et de transmission de données utilisent des liaisons micro-ondes point à point et les réseaux de téléphonie cellulaire utilisent ce type de liaisons pour relier les stations de base au centre de commutation. Les liaisons point à point dans les bandes de fréquence UHF et micro-ondes nécessitent des liaisons en ligne de vue et la présence de structures dans le parcours ou à ses abords peut engendrer des réflexions qui pourraient dégrader le signal reçu jusqu'au point d'interrompre la communication.

La construction d'éoliennes à proximité d'un parcours de liaison point à point est encore plus critique que l'érection d'une structure statique car la rotation des pales engendre un effet de modulation en amplitude et un effet Doppler. Selon les références sur ce sujet, un espacement latéral minimal équivalent à trois fois le rayon de la première zone de Fresnel est requis entre la ligne de vue optique de la liaison et toute éolienne située le long du parcours. Le rayon de la première zone de Fresnel dépend de la fréquence d'opération de la liaison ainsi que de la longueur totale de la liaison et de la position le long du parcours. Un espacement latéral équivalent au rayon du rotor de l'éolienne est également ajouté afin de s'assurer que les pales du rotor se trouvent entièrement en dehors de la zone d'exclusion.

Dans le cas du parc éolien de Frampton, trois liaisons point à point se terminent dans la région étudiée, au même site que certaines des stations de base radio mobile précédentes. Une zone de consultation de 1 km de rayon est présentée en Annexe 1 et, tel que mentionné au point 3.3, coïncide avec les zones de consultation radio-mobile. Trois zones d'exclusion ont aussi été produites le long de chacun de ces parcours radio. Il est à noter que ces corridors d'exclusion ont été calculés en utilisant les coordonnées provenant de la base de données d'Industrie Canada, coordonnées qui ne sont pas toujours très précises et comportent des erreurs allant parfois jusqu'à quelques centaines de mètres. Nous avons effectué notre analyse en incluant une imprécision de 100 m. Il serait par conséquent nécessaire d'effectuer des vérifications sur le terrain afin de mesurer les coordonnées exactes des stations impliquées, ce qui permettrait de réduire ces corridors d'exclusion à leurs dimensions minimales. Le tableau qui suit présente une liste des sites dont les coordonnées devraient être vérifiées.



Tableau 3- Liste des sites dont les coordonnées (Lat/Long NAD83) devront être vérifiées

<b>Emplacement</b>	<b>Latitude (NAD83)</b>	<b>Longitude (NAD83)</b>	<b>Élévation (m)</b>
MONT O'NEIL	46° 25' 05" N	70° 46' 53" O	602
ST-THÉOPHILE	45° 57' 17" N	70° 31' 27" O	500
THETFORD MINES	46° 08' 48" N	71° 20' 11" O	686
MARIE-GUYART	46° 48' 29" N	71° 13' 04" O	90

Il est parfois possible dans certains cas d'implanter des éoliennes directement sous les liaisons micro-ondes. Dans ce cas, une analyse complémentaire devra être effectuée au cours de la seconde phase de l'étude, si des positions avantageuses d'éoliennes se trouvaient sous ces liaisons.

Nous avons aussi transmis une requête aux différents services de sécurité publique afin qu'ils identifient les systèmes radio mobiles et point à point qui pourraient se situer à l'intérieur ou en périphérie de la zone d'étude du parc éolien de Frampton. Certains des systèmes identifiés précédemment supportent effectivement des communications des services de sécurité publique.

Les mêmes critères s'appliquent aux liaisons par satellite fonctionnant généralement dans les bandes de fréquences entre 4 et 14 GHz. Lorsque l'angle d'élévation et l'azimut d'une antenne terrestre par rapport à un satellite spécifique sont connus, la distance minimale par rapport à une éolienne peut être évaluée. Selon les informations contenues dans la banque de données d'Industrie Canada, il n'y a aucune station de communication par satellite à l'intérieur de la zone étudiée, sauf les systèmes de réception télévisuelle résidentielle.

### **3.5 Systèmes point à multipoint**

Les systèmes de télécommunications point-multipoints sont un moyen de plus en plus populaire d'offrir l'accès Internet et la câblodistribution sans-fil dans les régions rurales. Ces systèmes fonctionnent dans des bandes de fréquences situées entre 1.5 et 40 GHz et utilisent différents types de modulation. Dans le cas des systèmes point-multipoints de type grand public, la position des usagers est inconnue et la protection de ces systèmes ne peut se limiter qu'aux stations de base de ces systèmes. Une zone de consultation de 1 km est aussi associée à ces stations et comme dans le cas des systèmes mobile, l'installation d'éolienne pourra parfois être effectuée jusqu'à la limite de protection physique de la station radio.

Toutefois, dans le cas des systèmes point-multipoints dont les stations d'utilisateurs nécessitent une licence d'Industrie Canada, ces systèmes sont traités comme des multiples systèmes point à point et par ce fait sont inclus dans le traitement des liaisons point à point et assujetties aux mêmes contraintes. Aucun système point à multipoint n'a été identifié dans l'aire proposée du parc éolien.

### **3.6 Systèmes radar**

Les systèmes radar fonctionnent généralement à des fréquences entre 1 GHz et 10 GHz ou plus et utilisent la réflexion des ondes radio afin de localiser et identifier des objets. Les systèmes de radar, autant civils que militaires, sont pour la plupart utilisés pour des fins de contrôle aérien, maritime et de prévision météorologique. Toute structure se trouvant dans le champ de vision du radar retournera vers la source une partie du signal émis, qui sera traité par le récepteur radar.

La filtration et le traitement du signal reçu permettent de déterminer s'il provient d'une structure fixe comme un bâtiment ou d'une cible mobile comme un avion par exemple. Ce traitement du signal permet généralement d'éviter que les structures fixes n'apparaissent sur les affichages des récepteurs radar, facilitant ainsi la tâche des opérateurs. De plus, les radars de navigation ont un angle de visée positif, réduisant la visibilité des structures localisées à une certaine distance des sites radars. Les radars météo par contre ont un angle de visée horizontal ou même pointent légèrement vers le bas afin de percevoir des nuages et précipitations le plus près possible du sol. Ainsi des structures situées même au-delà de l'horizon peuvent être perçues par ce type de radar.

En ce qui concerne les structures mobiles comme les rotors d'éoliennes, leur fonctionnement engendre d'importantes perturbations des récepteurs des signaux radar puisque leur signature radar change constamment avec la vitesse de rotation des pales et la direction du vent. De plus, lorsqu'un nombre important d'éoliennes est localisé à proximité les unes des autres, il devient à toutes fins pratiques impossible de filtrer et éliminer ces réflexions. Les tentatives de développement d'algorithmes de filtration n'ont pas obtenu jusqu'à présent de résultats probants et les efforts de recherche visent présentement le développement des pales de rotor et nacelles en matériaux qui absorbent les signaux radar mais ces éoliennes 'invisibles' aux radars en sont encore à plusieurs années de leur possible mise en marché.

Deux stations radar de navigation aérienne opérées par Nav Canada ont été identifiées à moins de 60 km, soit ceux de Bernières et Sainte-Foy (Aéroport Jean Lesage), situées respectivement à environ 48.9 km et 57.1 km au nord-ouest de l'aire d'étude du parc éolien de Frampton. La station de l'aéroport Jean Lesage est un radar d'approche de précision (PAR) pour laquelle le risque d'impact est peu probable. Quant à la station de Bernières, elle abrite deux systèmes différents, soit un radar de surveillance secondaire (SSR) et un radar de surveillance primaire (PSR). L'implantation du parc éolien proposé n'aura pas d'impact sur la station SSR, cependant la station PSR pourrait potentiellement être affectée. Une analyse détaillée de la situation devra être effectuée par Nav Canada dans le cadre du processus obligatoire de « Proposition d'Utilisation de Terrains » administré par cet organisme.

Un radar météorologique a été identifié à moins de 80 km, soit la station de Villeroy qui est à environ 78.5 km à l'ouest de l'aire d'étude du parc éolien de Frampton. Compte tenu de la distance impliquée, il est peu probable que l'impact du parc éolien proposé soit significatif, toutefois la configuration du parc éolien devra être transmise à Environnement Canada pour analyse, aussitôt qu'elle sera disponible.

Deux stations radar de navigation maritime, dont l'une est exploitée par la Garde Côtière Canadienne sont aussi situées à moins de 60 km de la zone d'étude du parc éolien. Puisque ces stations radar ne balayent que la zone du fleuve St-Laurent, aucun impact n'est donc à prévoir.

Nous avons aussi transmis une requête à la Défense Nationale afin qu'ils identifient les systèmes de communication et d'aide à la navigation, radar ou autre, qui pourraient se situer dans un rayon de 100 km du parc éolien proposé. Ces derniers nous ont confirmé que la Défense Nationale n'avait aucun système à proximité de l'aire du parc proposé et qu'ils n'avaient pas d'objection avec l'implantation de ce parc éolien.

### **3.7 Systèmes sismologiques**

Bien que les stations sismologiques du réseau national sismologique canadien ne soient pas en soit des systèmes de télécommunications, les discussions en cours entre l'Association Canadienne de l'Énergie Éolienne (ACEE) et le Conseil Consultatif Canadien sur la Radio (CCCR) suggèrent d'inclure l'analyse de l'impact potentiel sur ces stations dans les cadres

des études d'impact sur les systèmes de télécommunications. En effet, les instruments d'une grande sensibilité permettant de détecter de légers tremblements de terre, même imperceptibles à la population, pourraient être affectés par le bruit causé par les vibrations transmises au sol lors de l'opération d'une éolienne à proximité d'une de ces stations sismologiques.

Aucune station sismologique du réseau national sismologique canadien n'a été identifiée à moins de 50 km du parc éolien proposé.

## 4 CONCLUSION

Cette étude visait à effectuer l'identification et l'analyse préliminaire des systèmes de télécommunications inscrits dans la base des données d'Industrie Canada et situés dans un rayon de 100 km du parc éolien proposé, qui seraient à risque de subir des interférences dues à l'opération des éoliennes dans la région proposée. Cette analyse inclut certains systèmes de sécurité publique.

La réception des signaux de télévision de six stations analogiques et d'une station numérique pourrait théoriquement être affectée dans la région proposée. Compte tenu que la transition du système de télédiffusion canadien vers la technologie numérique ATSC doit être complétée avant la mise en service du parc éolien de Sainte-Paule, l'analyse détaillée de l'impact sur la réception de ces stations analogiques n'est pas nécessaire. Une étude plus détaillée de l'impact sur la qualité de réception des signaux numériques n'est possible actuellement, étant donné que les paramètres opérationnels des futures stations numériques, ainsi que les seuils acceptables ne sont pas connus.

La présence à proximité de la zone d'étude du parc éolien d'une possibilité de deux têtes de réseau de câblodistribution alimentées par des systèmes de réception hertzien devra être validée au cours de la seconde phase de l'étude.

Aucun autre système de radiodiffusion (station MA ou MF) ne se trouve à l'intérieur ou à proximité de la zone d'étude du parc éolien de Frampton.

Notre analyse a identifiée trois liaisons point à point se terminant dans la zone d'étude. Une validation sur le terrain de la position exacte des stations terminales de ces liaisons devrait être effectuée, afin de permettre une réduction de la largeur des corridors d'exclusion associés.

Au moins quatre stations de base radio mobile et cellulaires ont été identifiées et bien que la base de données fournisse des coordonnées différentes pour ces systèmes, il est probable que ces quatre systèmes soient physiquement installés uniquement dans deux structures, dont l'une abrite aussi les liaisons micro-ondes se terminant au site de Mont

O'Neil. La validation sur le terrain de la position de cette station permettra de valider cette hypothèse.

Deux stations radars de navigation aérienne se situent à l'intérieur des distances de consultation prescrites, soient les stations radar de Bernières et de Sainte-Foy (Aéroport Jean Lesage) à environ 48.9 km et 57.1 km respectivement au nord-ouest de l'aire d'étude du parc éolien de Frampton. La configuration du parc éolien devra être transmise à NAV Canada aussitôt que possible afin de leur permettre de compléter l'analyse pertinente selon le processus de Proposition d'Utilisation de Terrains.

Un radar météorologique a été identifié à moins de 80 km, soit la station Villeroy qui est à environ 78.5 km à l'ouest de l'aire d'étude du parc éolien de Frampton. La configuration du parc éolien devra être transmise à Environnement Canada aussitôt que possible afin de leur permettre de compléter l'analyse pertinente.

Aucune station sismologique ne se situe à l'intérieur des distances de consultation prescrites.

Il est nécessaire d'ajouter que toutes ces évaluations, les zones de consultation et d'exclusion produites, ainsi que les conclusions de ce rapport sont essentiellement basées sur les informations publiées dans les banques de données d'Industrie Canada ou autres sources. Certaines de ces informations devront être validées avant le positionnement final des éoliennes. Les coordonnées géographiques des sites concernés devraient être mesurées avec précision sur le terrain le plus rapidement possible et dans la mesure du possible avant le positionnement préliminaire des éoliennes, ceci afin de confirmer les positions et les dimensions des zones de consultation et d'exclusion identifiées.

## **Références**

Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, “Electromagnetic Interference from Wind Turbines” in Wind Turbine Technology: Chapter 9, David A, Spera (Ed), ASME Press, 1994.

David F. Bacon, “Fixed-link Wind-Turbine exclusion zone method”, D.F. Bacon, 2002.

M. M. Butler, D. A. Johnson, “Effect of windfarm on primary radar”, DTI PUB URN No. 03/976, 2003.

RABC/CANWEA “Technical Information on the Assessment of the Potential Impact of Wind Turbines on Radio Communication, Radar and Seismoacoustic Systems”, June 2008.

Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes, “Avis public de radiodiffusion CRTC 2007-53”, 17 mai 2007.

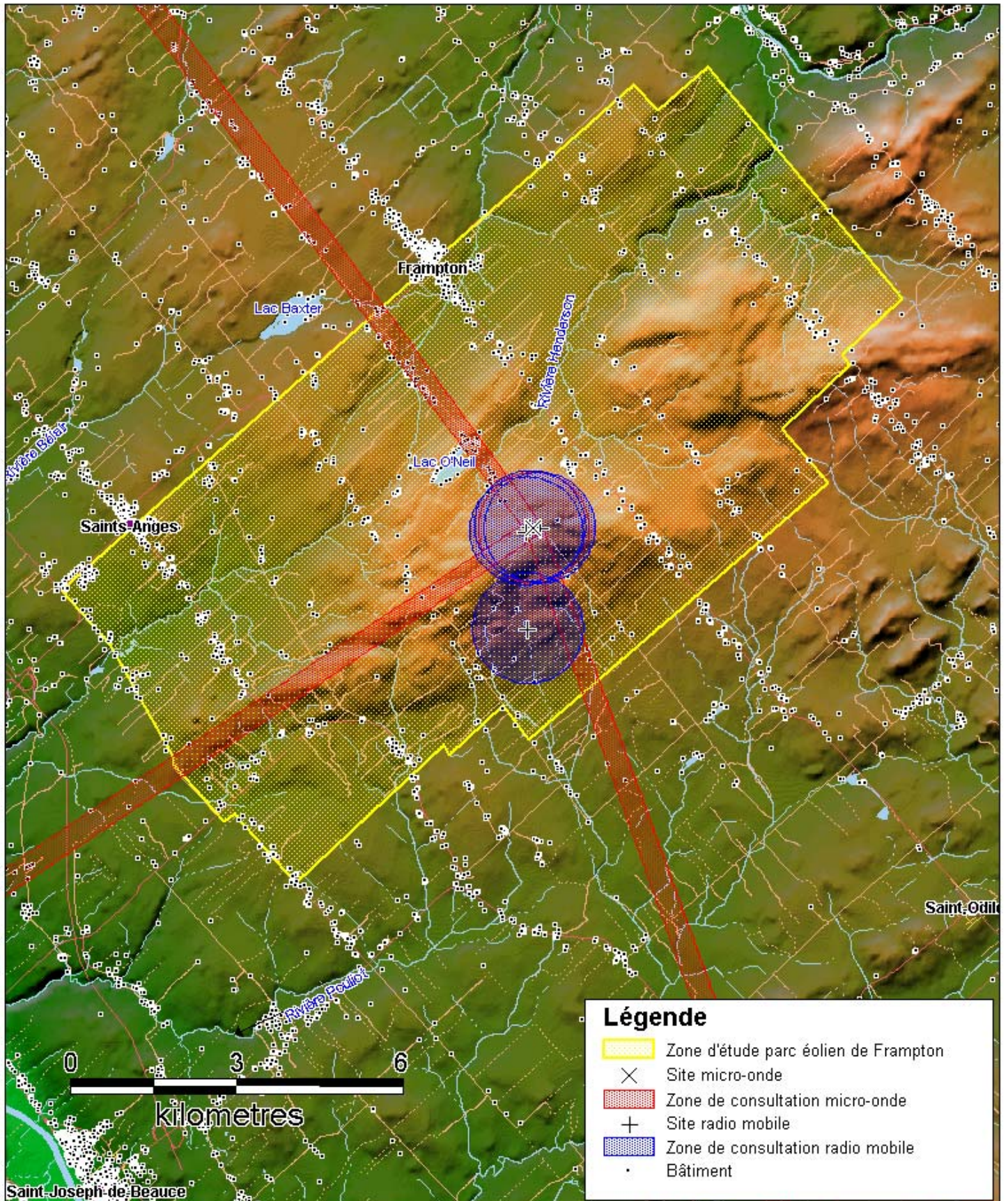
ATSC Standard, “ ATSC Recommended Practice: Receiver Performance Guidelines”, Document A/74, June 2004 with corrigendum July 2007.

## Annexe 1

### Aperçu général du parc éolien de Frampton, Québec et des systèmes de télécommunications de la région



# Vue d'ensemble du parc éolien de Frampton et des systèmes de télécommunications de la région





**IMPLANTATION D'UN PARC ÉOLIEN  
Dans la région de  
FRAMPTON, QUÉBEC**

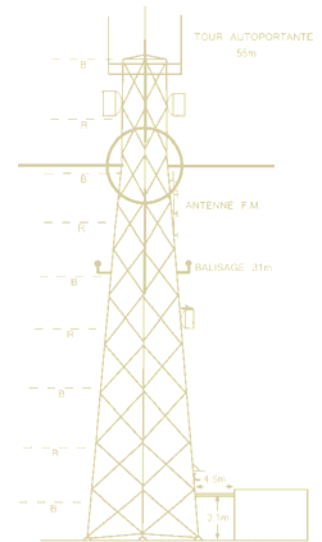
**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL**

**IDENTIFICATION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

**RÉVISION 1**

Préparée pour

SNC-LAVALIN ENVIRONNEMENT INC.  
5955, rue Saint-Laurent  
Bureau 300  
Lévis, Québec  
G6V 3P5



**YRH**

**Yves R. Hamel  
et Associés Inc.**

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

téléphone :

514 934 3024

télec. :

514 934 2245

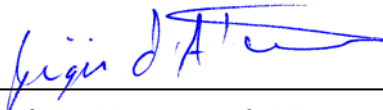
web : [www.YRH.com](http://www.YRH.com)  
courriel : [Telecom@YRH.com](mailto:Telecom@YRH.com)

**IMPLANTATION D'UN PARC ÉOLIEN**  
Dans la région de  
**FRAMPTON, QUÉBEC**

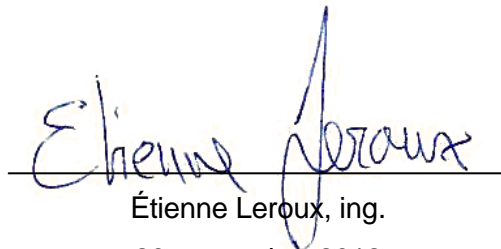
**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL**  
**IDENTIFICATION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

**RÉVISION 1**

**Équipe responsable de la préparation de ce document**



Régis d'Astous, spécialiste sr



Étienne Leroux, ing.

20 septembre 2012

**Note :** Ce document est rédigé selon un mandat donné à Yves R. Hamel et Associés Inc. par SNC-Lavalin Environnement Inc. Ce document est basé sur des données provenant principalement de la base de données d'Industrie Canada et de tierces parties, pour lesquels aucune validation terrain n'a été effectuée. Conséquemment, les renseignements et conclusions écrits dans ce document sont uniquement et strictement à but informatif. Yves R. Hamel et Associés Inc. ainsi que les personnes agissant à son compte ne pourront être tenu responsable de tout dommage direct ou indirect relié au contenu de ce document.

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>IDENTIFICATION DES SYSTÈMES</b> .....	<b>5</b>
3.1	SYSTÈMES DE DIFFUSION.....	5
3.1.1	<i>Stations de télédiffusion</i> .....	5
3.1.2	<i>Stations de radiodiffusion MF</i> .....	7
3.1.3	<i>Stations de radiodiffusion MA</i> .....	8
3.2	SYSTEMES D'AIDE A LA NAVIGATION.....	8
3.2.1	<i>Système VOR /Localizer</i> .....	8
3.3	SYSTÈMES MOBILES .....	9
3.4	SYSTÈMES POINT À POINT .....	9
3.5	SYSTÈMES POINT À MULTIPOINT .....	11
3.6	SYSTÈMES RADAR .....	11
3.7	SYSTÈMES SISMOLOGIQUES .....	13
<b>4</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>14</b>

## HISTORIQUE DOCUMENTAIRE

### Version 1

Cette version est l'étude d'impact préliminaire qui consiste à identifier les systèmes de télécommunications dans la région du parc éolien proposé.

### Version 2

Cette version est une mise-à-jour de l'identification des systèmes de télécommunications l'étude effectuée en septembre 2009.

**IMPLANTATION D'UN PARC ÉOLIEN**  
Dans la région de  
**FRAMPTON, QUÉBEC**  
**RÉVISION 1**

**ÉTUDE D'IMPACT PRÉLIMINAIRE**  
**IDENTIFICATION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

---

## **1 Introduction**

Yves R. Hamel et Associés, consultants en télécommunications et radiodiffusion a été mandaté par SNC-Lavalin Environnement Inc. pour faire une révision de l'étude sur les systèmes de radiodiffusion et télécommunications dans la région de Frampton, Québec. L'étude originale date de septembre 2009.

Ce rapport présente les résultats de la première phase de l'étude, visant à identifier les divers systèmes de télécommunications dans la région du parc éolien de Frampton qui seraient à risques de subir des perturbations suite à l'implantation du parc éolien. Ce travail consiste notamment en l'identification des systèmes de communications micro-ondes point à point qui croiseraient la zone d'étude et la définition des zones de consultation associées s'il y a lieu ainsi qu'en une identification des systèmes de radar et de navigation susceptible de subir un impact et finalement l'identification du potentiel d'interférence avec les signaux de télédiffusion.

Les résultats de cette étude reflètent les recommandations des lignes directrices CCCR/ACEO et détermineront la portée de la deuxième phase de l'étude qui visera à évaluer l'importance des interférences potentielles et à recommander des solutions alternatives au besoin.

## 2 Discussion

Des études traitant de ce sujet indiquent que de nombreux types de systèmes de télécommunications peuvent être grandement affectés par la présence des éoliennes dans leurs environs immédiats. Dans la réalité, une distance d'à peine quelques diamètres du rotor est parfois suffisante pour éviter de perturber la plupart des systèmes.

L'interférence due aux éoliennes peut prendre deux formes; interférence par *obstruction* des ondes électromagnétiques ou interférence par *réflexion* des ondes électromagnétiques. Il en résulte une dégradation du signal reçu ce qui affecte la performance et la fiabilité du service.

Plusieurs facteurs ayant trait à l'éolienne elle-même, tels que son type (vertical ou horizontal), le nombre et la dimension des pales, la forme des pales et les matériaux utilisés pour leur fabrication, ainsi que la hauteur et le diamètre de la tour de support, peuvent influencer l'importance des impacts potentiels d'interférences électromagnétiques causés à des services de radiodiffusion et de télécommunications. D'autre part, certains paramètres des systèmes de télécommunications influencent leur vulnérabilité: la localisation de l'émetteur et des récepteurs par rapport aux éoliennes, la fréquence d'émission, la polarisation du signal, le type de modulation, le patron d'antenne, les caractéristiques de propagation et la topographie du terrain.

Les problèmes d'interférences associés aux éoliennes sont généralement causés par la conductivité des pales métalliques ou en fibres de carbone. Le plan de rotation des pales présente dans ces cas une grande surface conductrice causant obstruction ou réflexion du signal. L'utilisation de pales de fibre de verre/époxy ou de plastique réduit le risque d'interférences causées par la rotation des pales, mais ne l'élimine pas complètement. L'utilisation de câbles conducteurs afin de relier les parafoudres positionnés à l'extrémité des pales, suffit généralement pour que la pale réagisse pratiquement comme une pale métallique. Les structures de support des éoliennes présentent aussi un important potentiel d'obstruction ou de réflexion à la transmission des signaux.



Les systèmes de télécommunications suivants ont été jugés vulnérables, sous certaines conditions, aux interférences dues à la présence d'éoliennes et seront analysés plus en détail dans la suite de ce document.

- Systèmes de diffusion radio (MF et MA) et télévision ;
- Systèmes de réception télévisuelle pour câblodistribution ;
- Systèmes d'aide à la navigation, VOR, LORAN-C ;
- Systèmes de communications mobiles VHF et UHF, cellulaire et PCS ;
- Systèmes radio point à point UHF, micro-ondes et liaisons par satellite ;
- Systèmes point à multipoint, FWA, MMDS, LMCS ;
- Systèmes de radar de navigation et de météo.
- Réseau National Sismologique Canadien

## 3 Identification des systèmes

### 3.1 Systèmes de diffusion

#### 3.1.1 Stations de télédiffusion

Historiquement, la réception des signaux de télévision analogique a été souvent affectée par les réflexions des signaux sur les surfaces des éoliennes. Les parties mobiles des éoliennes causent une distorsion vidéo qui apparaît généralement comme une ou plusieurs images fantômes, et le scintillement de ces images est synchronisé avec la fréquence de passage des pales d'éoliennes. Il n'y a généralement pas d'impact perceptible sur la qualité du signal audio puisque celui-ci est transmis en modulation de fréquence (FM). Puisque la plupart des stations de télévision analogique ont maintenant été converties à une technologie numérique moderne, la dégradation de la qualité de réception des signaux de télévision devient moins importante. Toutefois, certains cas conflictuels pourraient théoriquement encore causer une dégradation significative.

Il n'existe pas de règle permettant de déterminer la séparation minimale entre les éoliennes et les émetteurs et récepteurs TV, laquelle assurerait une réception sans interférence. La topographie du terrain ainsi que la distance relative entre les installations sont des paramètres importants. Aux États-Unis, où la technologie numérique est généralisée depuis 2009, quelques cas isolés ont été rapportés à proximité des éoliennes, dans des zones où la couverture de la station était déjà marginale avant même la construction du parc éolien. Bien qu'en technologie analogique des cas de dégradations significatives ont été notés jusqu'à des distances de plus de 10 km des parcs éoliens, en technologie numérique, l'étendue géographique de la zone où une dégradation potentielle pourrait être présente devrait être limitée à proximité des éoliennes, plus particulièrement dans les régions situées à la limite de la zone de couverture de la station. Une analyse détaillée est requise afin de prendre en considération les conditions particulières du site étudié.

Les règles qui régissent l'opération des stations de télédiffusion allouent à chaque station un contour de service protégé à l'intérieur duquel le brouillage provenant d'une autre station et pouvant affecter la qualité du signal reçu doit être limité et contrôlé. L'installation d'éoliennes à proximité d'un site de télédiffusion demande beaucoup d'attention, car elle peut avoir un impact potentiellement significatif sur une partie importante de la zone de service de la station. L'installation d'éoliennes à la limite du contour de service d'une station de

télédiffusion numérique peut avoir un impact sur la qualité du signal reçu à proximité du parc éolien. Une étude détaillée de l'interférence en tenant compte des conditions locales est nécessaire afin d'évaluer l'étendue de la zone à risque et la possibilité de mettre en place des mesures correctives, lorsque requis.

Avec la technologie numérique ATSC (Advanced Television Systems Committee), le phénomène d'images fantômes statique est complètement résolu, puisque les récepteurs numériques ont la capacité de gérer les multiples signaux réfléchis par les éoliennes et arrivant simultanément au récepteur. Tel que mentionné précédemment, en mode dynamique, soit lorsque les éoliennes sont en opération, les variations rapides du niveau des signaux réfléchis par les éoliennes pourraient excéder la capacité de certains récepteurs à compenser pour ces variations, particulièrement dans les régions où la qualité de réception est déjà marginale.

Bien que désuète, la vieille technologie analogique NTSC (National Television System Committee) sera encore utilisée pour quelques années dans certaines régions du Canada, il est cependant probable que cette technologie aura complètement disparue d'ici quelques années.

Dans le cas du projet de parc éolien de Frampton, les contours de service théoriques protégés de quatre stations de télédiffusion numérique couvrent théoriquement, entièrement ou en partie, la zone visée pour l'implantation des éoliennes. Aucune station ne se trouve à l'intérieur de la zone d'étude.

Table 1- Liste des stations TV numérique couvrant la région du parc éolien proposé.

<b>STATION</b>	<b>RÉSEAU</b>	<b>EMPLACEMENT DE L'ÉMETTEUR</b>
CFCM-DT	TVA	Québec
CIVQ-DT	Télé-Québec	Québec
CFAP-DT	V (anciennement TQS)	Québec
CBVT-DT	SRC - Français	Québec

L'impact d'un parc éolien sur la télédiffusion numérique n'est pas un phénomène connu avec précision. Toutefois, selon les données préliminaires actuellement disponibles, il est généralement reconnu dans l'industrie de la diffusion télévisuelle que la technologie

numérique est beaucoup plus robuste que la technologie analogique, bien que l'on ne peut conclure que toutes les possibilités théoriques d'interférence soient éliminées.

Sur la base de l'évaluation préliminaire de la technologie ATSC et des informations disponibles concernant les performances de la télévision numérique en situation de propagation par trajets multiples, il est estimé que l'implantation d'un parc éolien ne devrait pas avoir d'impact significatif sur la qualité de réception des signaux de télévision numérique en ce qui concerne les structures statiques. Également, puisque les performances d'un récepteur ATSC en présence d'éoliennes n'ont pas encore été validées en détails, il n'est pas possible d'affirmer que jamais aucun impact ne sera observé. Cependant, il semble acquis que l'étendue de la zone d'impact potentiel sera considérablement réduite comparativement à la zone d'impact affectant un récepteur analogique NTSC, ce qui réduirait d'autant le risque de subir une dégradation de la qualité de réception.

L'emplacement du projet de parc éolien de Frampton se trouve dans une région rurale faiblement peuplée. Selon les données du recensement de 2011, il y aurait 142 résidences et 310 habitants dans la région immédiate du projet éolien proposé. Environ 6 640 personnes habiteraient dans un peu plus de 2 730 résidences situées dans un rayon de 10 km de l'aire du parc éolien. Cette distance d'analyse de 10 km à partir de l'éolienne la plus rapprochée est suggérée dans la version de janvier 2012 des lignes directrices CCCR/CANWEA pour une analyse des signaux TV numériques.

### 3.1.2 Stations de radiodiffusion MF

Des études et analyses effectuées dans le passé ont démontré que la réception des signaux de radiodiffusion en MF est généralement peu affectée par l'implantation des parcs d'éoliennes en autant qu'une distance minimale de quelques centaines de mètres soit maintenue entre les éoliennes et le site d'émission ou encore les sites de réception. La dégradation du signal MF est généralement perçue en tant qu'un sifflement de fond synchronisé avec la fréquence de rotation des pales. Une dégradation perceptible de la qualité du signal reçu survient typiquement seulement aux extrémités de la région couverte par la station, où le rapport signal sur bruit est déjà marginal (de l'ordre de moins de 12 dB) et à faible distance des éoliennes. Ces conditions se retrouvent majoritairement en dehors des contours de service.

Il n'y a pas de station de radiodiffusion MF située à l'intérieur ou à proximité de la zone projetée du parc éolien.

### 3.1.3 Stations de radiodiffusion MA

Tout comme les signaux de télédiffusion, la radiodiffusion MA est modulée en amplitude et pourrait théoriquement subir des interférences dues à la présence des éoliennes. Les signaux de radiodiffusion en MA utilisent des fréquences plus basses et donc des longueurs d'ondes beaucoup plus importantes que les signaux TV et sont par conséquent moins sujettes aux réflexions sur les éoliennes. La réception des signaux MA ne devrait donc pas être affectée par la présence des éoliennes à moins que le récepteur ne se trouve très près (à quelques mètres) des éoliennes. Cependant, la présence de grandes structures métalliques verticales (telles que les tours de support des éoliennes) dans les environs immédiats des antennes de diffusion MA pourrait modifier le patron de rayonnement de ces antennes en agissant comme un élément rayonnant passif.

Aucune station de radiodiffusion MA existante ne se trouve à proximité ou à l'intérieur de la zone projetée du parc éolien.

## 3.2 *Systèmes d'aide à la navigation*

### 3.2.1 Système VOR /Localizer

Le VOR (VHF Omnidirectional Range) et les systèmes ILS/Localizer (Instrument Landing System) utilisent des signaux dans la bande de fréquences entre 108 et 118 MHz et une combinaison de modulation en fréquence et en amplitude afin d'aider la navigation aérienne. Les émetteurs VOR sont localisés principalement sur les terrains des aéroports mais il arrive qu'ils soient localisés le long des principaux corridors de navigation afin d'aider à la navigation en route. Les stations Localizer sont quant à elles situées en bout de piste d'atterrissage. Il est nécessaire de ménager un espace d'au moins 500 m autour des stations VOR afin de ne pas affecter l'opération et la précision des récepteurs à bord des avions. Un espace encore plus étendu devrait en plus être exempt de bâtiments et structures de hauteur importante selon la topographie, afin de ne pas affecter les signaux d'azimut. Des recherches ont démontré que les éoliennes peuvent être considérées comme des structures statiques par rapport à l'opération des systèmes VOR et ne nécessitent qu'une autorisation d'obstacle

aérien de la part de Transport Canada, comme pour toute structure de hauteur importante. Toutefois, Nav Canada considère une zone de consultation de 15 km de rayon pour les stations VOR et une étude détaillée doit être effectuée par Nav Canada dans le cadre du processus d'autorisation d'utilisation des sols.

Aucun émetteur VOR n'est situé à proximité du parc éolien proposé et aucune interférence n'est donc prévue.

### **3.3 Systèmes mobiles**

Tous les systèmes de communications mobiles fonctionnant dans les bandes VHF, UHF ainsi que les systèmes de téléphonie cellulaire et PCS dans les bandes de fréquences de 850 et 1900 MHz utilisent la modulation de phase ou de fréquence qui, tout comme les systèmes de diffusion radiophonique en MF, ne sont pas sujettes aux interférences causées par l'opération des éoliennes. Même si, théoriquement, il est possible que des interférences surviennent à proximité des éoliennes et lorsque le niveau de signal reçu est très faible, aucun cas documenté n'existe au sujet de ce type d'interférence survenant en réalité. Nous n'anticipons donc pas de problème lié à ce type d'interférence.

Aucun système radio mobile n'a été identifié à l'intérieur ou à proximité de la zone d'étude du parc éolien.

### **3.4 Systèmes point à point**

Les systèmes de télécommunications point à point par micro-ondes sont utilisés entre autres pour relier les sites de diffusion à leurs studios ainsi que pour une foule d'autres applications. Les réseaux de téléphonie et de transmission de données utilisent des liaisons micro-ondes point à point et les réseaux de téléphonie cellulaire utilisent ce type de liaisons pour relier les stations de base au centre de commutation. Les liaisons point à point dans les bandes de fréquence UHF et micro-ondes nécessitent des liaisons en ligne de vue et la présence de structures dans le parcours ou à ses abords peut engendrer des réflexions qui pourraient dégrader le signal reçu jusqu'au point d'interrompre la communication.

La construction d'éoliennes à proximité d'un parcours de liaison point à point est encore plus critique que l'érection d'une structure statique car la rotation des pales engendre un effet de

modulation en amplitude et un effet Doppler. Selon les références sur ce sujet, un espacement latéral minimal équivalent à trois fois le rayon de la première zone de Fresnel est requis entre la ligne de vue optique de la liaison et toute éolienne située le long du parcours. Le rayon de la première zone de Fresnel dépend de la fréquence d'opération de la liaison ainsi que de la longueur totale de la liaison et de la position le long du parcours. Un espacement latéral équivalent au rayon du rotor de l'éolienne est également ajouté afin de s'assurer que les pales du rotor se trouvent entièrement en dehors de la zone d'exclusion.

Dans le cas du parc éolien de Frampton, aucune liaison point à point terminant ou traversant la région étudiée n'a été identifiée. Toutefois, le processus d'identification des liaisons micro-ondes est principalement basé sur la banque de données d'Industrie Canada qui est la seule référence publique en ce domaine. Il est arrivé par le passé que certaines liaisons aient été mises en service et n'apparaissent que plusieurs mois plus tard dans la banque de données. Il nous est impossible d'identifier ces systèmes avant qu'ils n'apparaissent dans la banque de données, ni les systèmes utilisant des fréquences dans les bandes sans licence, qui ne sont pas répertoriés. À noter que ces derniers systèmes sans licence ne bénéficient d'aucune protection contre les interférences de toute provenance.

Nous avons aussi transmis une requête à différents services de sécurité publique, dont les systèmes ne sont pas répertoriés publiquement, afin qu'ils identifient les systèmes radio mobiles et point à point qui pourraient se situer à l'intérieur ou en périphérie de la zone d'étude du parc éolien de Frampton. Certains de ces systèmes supportent effectivement des communications des services de sécurité publique dont la perturbation pourrait avoir un impact significatif pour ces services. Aucune des agences avec lesquelles nous avons communiqué (GRC, Défense nationale et DGRT) n'a identifié de système dans la région immédiate du parc éolien.

Les mêmes critères s'appliquent aux liaisons par satellite fonctionnant généralement dans les bandes de fréquences entre 4 et 14 GHz. Lorsque l'angle d'élévation et l'azimut d'une antenne terrestre par rapport à un satellite spécifique sont connus, la distance minimale par rapport à une éolienne peut être évaluée. Selon les informations contenues dans la banque de données d'Industrie Canada, il n'y a aucune station de communication par satellite à l'intérieur de la zone étudiée, sauf les systèmes de réception télévisuelle résidentielle.

### **3.5 Systèmes point à multipoint**

Les systèmes de télécommunications point-multipoints sont un moyen de plus en plus populaire d'offrir l'accès Internet et la câblodistribution sans-fil dans les régions rurales. Ces systèmes fonctionnent dans des bandes de fréquences situées entre 1.5 et 40 GHz et utilisent différents types de modulation. Dans le cas des systèmes point-multipoints de type grand public, la position des usagers est inconnue et la protection de ces systèmes ne peut se limiter qu'aux stations de base de ces systèmes. Une zone de consultation de 1 km est aussi associée à ces stations et comme dans le cas des systèmes mobile, l'installation d'éolienne pourra parfois être effectuée jusqu'à la limite de protection physique de la station radio.

Toutefois, dans le cas des systèmes point-multipoints dont les stations d'usagers nécessitent une licence d'Industrie Canada, ces systèmes sont traités comme des multiples systèmes point à point et par ce fait sont inclus dans le traitement des liaisons point à point et assujetties aux mêmes contraintes. Aucun système point à multipoint n'a été identifié dans l'aire proposée du parc éolien.

### **3.6 Systèmes radar**

Les systèmes radar fonctionnent généralement à des fréquences entre 1 GHz et 10 GHz ou plus et utilisent la réflexion des ondes radio afin de localiser et identifier des objets. Les systèmes de radar, autant civils que militaires, sont pour la plupart utilisés pour des fins de contrôle aérien, maritime et de prévision météorologique. Toute structure se trouvant dans le champ de vision du radar retournera vers la source une partie du signal émis, qui sera traité par le récepteur radar.

La filtration et le traitement du signal reçu permettent de déterminer s'il provient d'une structure fixe comme un bâtiment ou d'une cible mobile comme un avion par exemple. Ce traitement du signal permet généralement d'éviter que les structures fixes n'apparaissent sur les affichages des récepteurs radar, facilitant ainsi la tâche des opérateurs. De plus, les radars de navigation ont un angle de visée positif, réduisant la visibilité des structures localisées à une certaine distance des sites radars. Les radars météo par contre ont un angle de visée horizontal ou même pointent légèrement vers le bas afin de percevoir des nuages et précipitations le plus près possible du sol. Ainsi des structures situées même au-delà de l'horizon peuvent être perçues par ce type de radar.



En ce qui concerne les structures mobiles comme les rotors d'éoliennes, leur fonctionnement engendre d'importantes perturbations des récepteurs des signaux radar puisque leur signature radar change constamment avec la vitesse de rotation des pales et la direction du vent. De plus, lorsqu'un nombre important d'éoliennes est localisé à proximité les unes des autres, il devient à toutes fins pratiques impossible de filtrer et éliminer ces réflexions. Les tentatives de développement d'algorithmes de filtration n'ont pas obtenu jusqu'à présent de résultats probants et les efforts de recherche visent présentement le développement des pales de rotor et nacelles en matériaux qui absorbent les signaux radar mais ces éoliennes 'invisibles' aux radars en sont encore à plusieurs années de leur possible mise en marché.

Deux stations radar de navigation aérienne opérées par Nav Canada ont été identifiées à moins de 80 km, soit ceux de Bernières et Sainte-Foy (Aéroport Jean Lesage), situées respectivement à environ 53 km et 60 km au nord-ouest de l'aire d'étude du parc éolien de Frampton. La station de l'aéroport Jean Lesage est un radar d'approche de précision (PAR) pour laquelle la distance de consultation est de 40 km. Quant à la station de Bernières, elle abrite deux systèmes différents, soit un radar de surveillance secondaire (SSR) et un radar de surveillance primaire (PSR). L'implantation du parc éolien proposé n'aura pas d'impact sur la station SSR, cependant la station PSR pourrait potentiellement être affectée. Une analyse détaillée de la situation devra être effectuée par Nav Canada dans le cadre du processus obligatoire de « Proposition d'Utilisation de Terrains » administré par cet organisme.

Aucun radar météorologique n'a été identifié à moins de 50 km.

La station radar de navigation maritime de Lévis, opérée par la Garde côtière canadienne, est située à moins de 60 km de la zone d'étude du parc éolien. Puisque cette station radar ne balaie que la zone du fleuve St-Laurent, aucun impact n'est donc à prévoir. Cependant, une confirmation de la Garde côtière canadienne doit être obtenue.

Nous avons aussi transmis une requête à la Défense Nationale afin qu'ils identifient les systèmes de communication et d'aide à la navigation, radar ou autre, qui pourraient se situer dans un rayon de 100 km du parc éolien proposé. L'escadron responsable (ESTTMA) nous a confirmé, sous le numéro de référence **WTA-2097**, n'avoir aucune objection concernant la zone d'étude du projet, mais souhaite être avisé de tout changement significatif concernant

l'emplacement ou la propriété du parc. Tel qu'indiqué dans leur courriel de réponse présenté à l'annexe 2, le numéro de référence cité plus haut devrait être mentionné dans toutes communications ultérieures au sujet de ce projet de parc éolien.

### **3.7 Systèmes sismologiques**

Bien que les stations sismologiques du réseau national sismologique canadien ne soient pas en soit des systèmes de télécommunications, les discussions en cours entre l'Association Canadienne de l'Énergie Éolienne (ACEE) et le Conseil Consultatif Canadien sur la Radio (CCCR) suggèrent d'inclure l'analyse de l'impact potentiel sur ces stations dans les cadres des études d'impact sur les systèmes de télécommunications. En effet, les instruments d'une grande sensibilité permettant de détecter de légers tremblements de terre, même imperceptibles à la population, pourraient être affectés par le bruit causé par les vibrations transmises au sol lors de l'opération d'une éolienne à proximité d'une de ces stations sismologiques.

Aucune station sismologique du réseau national sismologique canadien n'a été identifiée à moins de 50 km du parc éolien proposé.

## 4 CONCLUSION

Cette étude visait à effectuer l'identification et l'analyse préliminaire des systèmes de télécommunications inscrits dans la base des données d'Industrie Canada et situés dans un rayon de 100 km du parc éolien proposé, qui seraient à risque de subir des interférences dues à l'opération des éoliennes dans la région proposée. Cette analyse inclut certains systèmes de sécurité publique. Les zones de consultation produites sont en ligne avec le guide produit conjointement par RABC et CANWEA.

La réception des signaux de télévision de quatre stations numériques pourrait théoriquement être affectée dans la région proposée.

Aucun système de radiodiffusion (station AM, FM ou TV) ne se trouve à l'intérieur ou à proximité de la zone d'étude du parc éolien de Frampton.

Notre analyse n'a identifiée aucune liaison point à point se terminant ou traversant la zone d'étude.

Aucune station de base radio mobile et cellulaires n'a été identifiée à l'intérieur ou à proximité de la zone d'étude proposée.

Parmi les radars identifiés à Bernières et Sainte-Foy (Aéroport Jean Lesage), uniquement celui de type Primaire (PSR) à Bernières est situé à l'intérieur de sa zone de consultation de 80 km. Une analyse détaillée de la situation devra être effectuée par Nav Canada dans le cadre du processus obligatoire de « Proposition d'Utilisation de Terrains » administré par cet organisme.

Aucun radar météorologique n'a été identifié à moins de 50 km de la zone d'étude.

Aucune station sismologique ne se situe à l'intérieur des distances de consultation prescrites.

Il est nécessaire d'ajouter que toutes ces évaluations, les zones de consultation et d'exclusion produites, ainsi que les conclusions de ce rapport sont essentiellement basées

sur les informations publiées dans les banques de données d'Industrie Canada ou autres sources. Certaines de ces informations pourraient devoir être validées avant le positionnement final des éoliennes. Les coordonnées géographiques des sites concernés devraient être mesurées avec précision sur le terrain le plus rapidement possible et dans la mesure du possible avant le positionnement préliminaire des éoliennes, ceci afin de confirmer les positions et les dimensions des zones de consultation et d'exclusion identifiées.

## Références

Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, “Electromagnetic Interference from Wind Turbines” in Wind Turbine Technology: Chapter 9, David A, Spera (Ed), ASME Press, 1994.

David F. Bacon, “Fixed-link Wind-Turbine exclusion zone method”, D.F. Bacon, 2002.

M. M. Butler, D. A. Johnson, “Effect of windfarm on primary radar”, DTI PUB URN No. 03/976, 2003.

CCCR/CanWEA “Information technique et processus de coordination entre les (projets éoliens?) et les systèmes de radiocommunication et les systèmes radar”, Janvier 2012.

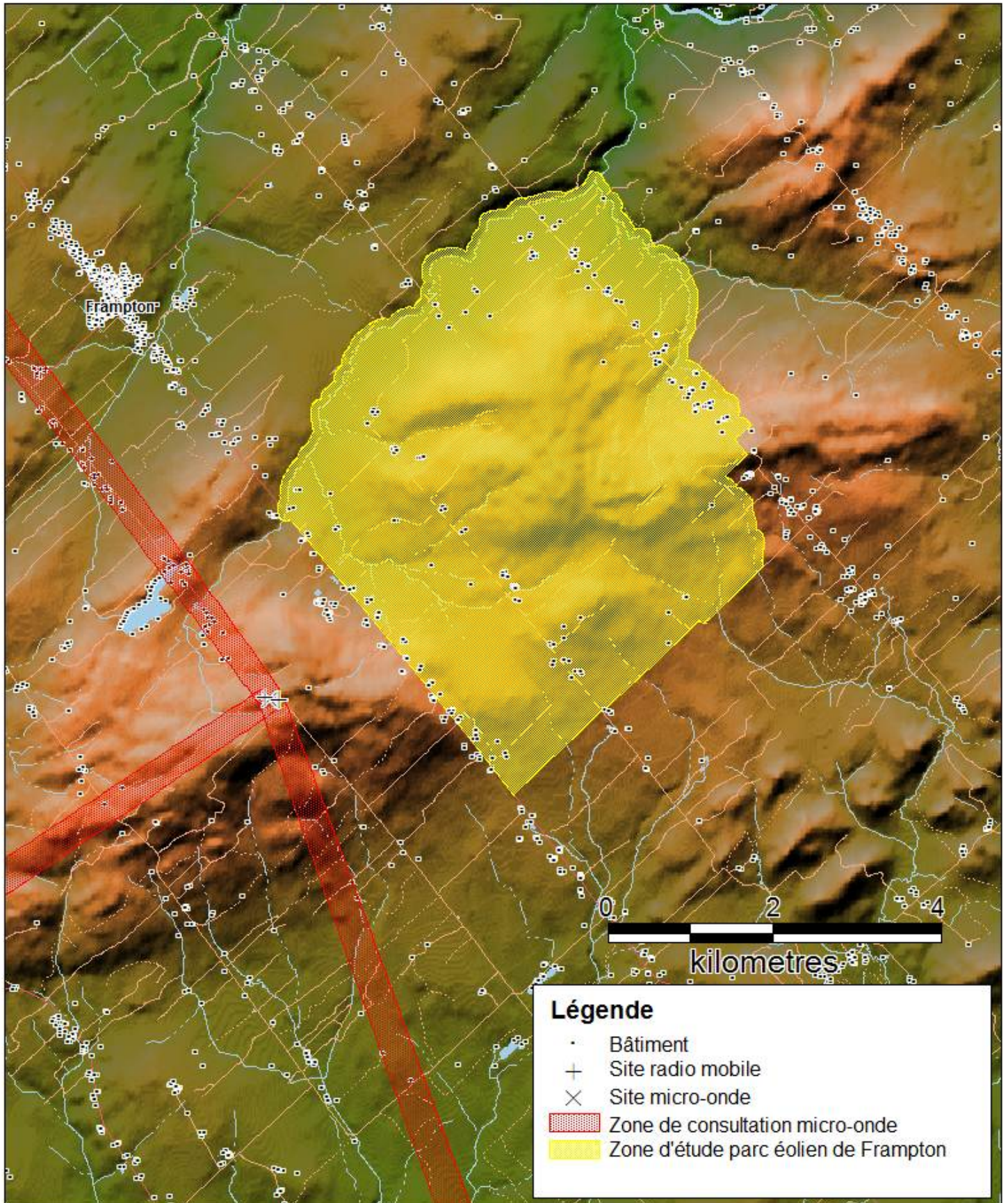
Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes, “Avis public de radiodiffusion CRTC 2007-53”, 17 mai 2007.

ATSC Standard, “ ATSC Recommended Practice: Receiver Performance Guidelines”, Document A/74, June 2004 with corrigendum July 2007.

## Annexe 1

### Aperçu général du parc éolien de Frampton, Québec et des systèmes de télécommunications de la région

# Vue d'ensemble du parc éolien de Frampton et des systèmes de télécommunications associés



## Annexe 2

Réponse du ministère de la Défense nationale concernant

les systèmes de communications

et d'aide à la navigation



**From:** MARIO.LAVOIE2@forces.gc.ca [mailto:MARIO.LAVOIE2@forces.gc.ca]  
**Sent:** September-04-12 7:46 AM  
**To:** Etienne Leroux  
**Cc:** +WindTurbines@forces.gc.ca  
**Subject:** FW: P-2012242 Frampton wind farm project

I have reviewed your proposal in respect to DND's radio communication systems, and I have no objections or concerns.

Thank you for coordinating with DND.

Have a good Day.

Mr. Mario Lavoie  
Spectrum Engineering Technician  
National Defence | Défense nationale  
Ottawa, Canada K1A 0K2  
[mario.lavoie2@forces.gc.ca](mailto:mario.lavoie2@forces.gc.ca)  
Telephone | Téléphone 613-992-3479  
Facsimile | Télécopieur 613-991-3961  
Government of Canada | Gouvernement du Canada

From: ADIN.SWITZER@forces.gc.ca [mailto:ADIN.SWITZER@forces.gc.ca]  
Sent: September-05-12 11:42 AM  
To: Etienne Leroux  
Cc: JOCELYN.BELAND@forces.gc.ca  
Subject: Detailed Analysis - No Interference - Frampton Wind Farm Project - Frampton, QC - WTA-2097

Etienne,

We have completed the detailed analysis of your proposed site boundary, Frampton Wind Farm Project, located near Frampton, QC (WTA-2097). The results of our detailed analysis have shown that there is likely to be no interference with DND radar and flight operations.

Therefore, as a result of these findings we have no objections with your project boundary as submitted (attached).

If however, the layout/boundary were to change/move, please re-submit that proposal for another assessment using the assigned WTA number listed above. The concurrence for this site is valid for 24 months from date of this email. If the project should be cancelled or delayed during this timeframe please advise this office accordingly.

It should be noted that our office looks at each submission on a case by case basis and as such, concurrence on this submission in no way constitutes a concurrence for similar projects in the same area, nor does it indicate that similar concurrence might be offered in another region.

Finally, the concurrence offered in this email extends only to the subject projects and current proponent. Should the project or any part of it be altered, or be sold to another developer, this office must be notified and we reserve the right to reassess the project.

Thank you for your patience on this matter and for considering DND radar and airport facilities in your project development process.

If you have any questions feel free to contact me.

Thank you.

<<Frampton DND submission form.xls>>

Adin Switzer

Capt

AEC Liaison Officer

CCISF/ESICC

ATESS/ESTTMA

Défense nationale | National Defence

8 Wing Trenton, Astra, ON K0K 3W0

TEL: 613 392-2811 Ext4834 (CSN: 827-4834)

FAX: 613 965-3200

Gouvernement du Canada | Government of Canada ü Please consider the environment before printing this email | S'il vous plaît pensez à l'environnement a

## Annexe 3

Réponse de la Gendarmerie Royale du Canada

concernant les systèmes de communications

exploités dans la région

**From:** Francine Boucher [mailto:FRANCINE.BOUCHER@rcmp-grc.gc.ca]  
**Sent:** September-04-12 4:14 PM  
**To:** Etienne Leroux  
**Cc:** Alex Beckstead  
**Subject:** Re: P-2012242 : Frampton

Hello Mr. Leroux,

We do not expect issues with the proposed Wind project at Frampton. The closest site that we have is ■ km away from the Frampton area (at ■) with no links intersecting the proposed area.

Please do not hesitate to contact me should there be additional information needed.

Thank you,  
Francine

Francine Boucher, ing.  
Manager - Radio Spectrum Management Section/  
Gestionnaire - Section de la Gestion du Spectre Radio  
Mobile Communications Services/  
Services de communications mobiles  
RCMP/GRC

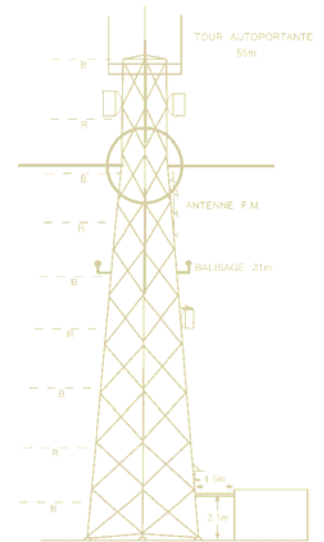
tel.: 613-998-7338  
fax: 613-998-7528

[francine.boucher@rcmp-grc.gc.ca](mailto:francine.boucher@rcmp-grc.gc.ca)

**IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN  
FRAMPTON  
Situé dans la MRC  
La Nouvelle-Beauce, QUÉBEC**

**ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL**

**IMPACT SUR LA RÉCEPTION DES SIGNAUX TV DES STATIONS DE LA SRC**



Préparé pour

SNC-LAVALIN ENVIRONNEMENT INC.  
5955, rue Saint-Laurent  
Bureau 300  
Lévis, Québec  
G6V 3P5



**Yves R. Hamel  
et Associés Inc.**

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

téléphone :

514 934 3024

télec. :

514 934 2245

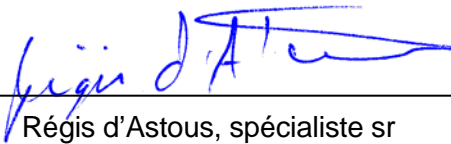
web : [www.YRH.com](http://www.YRH.com)  
courriel : [Telecom@YRH.com](mailto:Telecom@YRH.com)

IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN  
FRAMPTON  
Situé dans la MRC  
La Nouvelle-Beauce, QUÉBEC

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

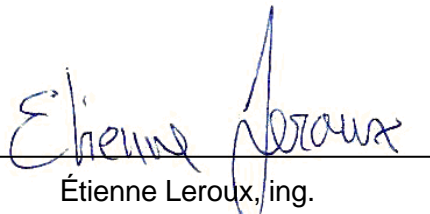
IMPACT SUR LA RÉCEPTION DES SIGNAUX DE TÉLÉDIFFUSION DES STATIONS DE LA SRC

Équipe responsable de la préparation de ce document



---

Régis d'Astous, spécialiste sr



---

Étienne Leroux, ing.  
18 octobre 2012

**Note :** Ce document est rédigé selon un mandat donné à Yves R. Hamel et Associés Inc. par SNC-Lavalin Environnement Inc. Ce document est basé sur des données provenant principalement de la base de données d'Industrie Canada et de tierces parties, pour lesquels aucune validation terrain n'a été effectuée. Conséquemment, les renseignements et conclusions écrits dans ce document sont uniquement et strictement à but informatif. Yves R. Hamel et Associés Inc. ainsi que les personnes agissant à son compte ne pourront être tenu responsable de tout dommage direct ou indirect relié au contenu de ce document.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Stations de radiodiffusion et télédiffusion</b> .....	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Transition de la norme NTSC vers la norme ATSC</b> .....	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>Qualité de réception télévisuelle</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Analyse des systèmes de télédiffusion</b> .....	<b>5</b>
<b>3.1</b>	<b>Généralités</b> .....	<b>5</b>
3.1.1	Paramètres d'exploitation des stations .....	5
3.1.2	Positions des éoliennes analysées .....	6
3.1.3	Sommaire des spécifications des éoliennes .....	7
<b>3.2</b>	<b>Méthodologie de l'analyse</b> .....	<b>8</b>
3.2.1	Évaluation de la qualité de l'image.....	9
3.2.2	Prédiction de la qualité de l'image .....	12
3.2.3	Analyse dynamique .....	13
3.2.4	Analyse statique .....	16
3.2.5	Évaluation quantitative de l'impact du parc d'éoliennes .....	17
3.2.6	Systèmes de réception par satellite .....	19
<b>4</b>	<b>Suivi des télécommunications après construction</b> .....	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Conclusion</b> .....	<b>22</b>

**IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN FRAMPTON**  
**Situé dans la MRC**  
**La Nouvelle-Beauce, QUÉBEC**

**ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL**  
**IMPACT SUR LA RÉCEPTION DES SIGNAUX DE TÉLÉDIFFUSION DES STATIONS DE LA SRC**

---

## **1 Introduction**

Yves R. Hamel et Associés Inc., consultants en télécommunications et radiodiffusion a été mandatée par SNC-Lavalin Environnement Inc. pour évaluer l'impact de l'implantation d'un parc éolien sur les systèmes de radiodiffusion et télécommunications dans la région de la MRC La Nouvelle-Beauce, Québec.

Une étude préliminaire a permis d'identifier les différents systèmes de télécommunications qui seraient à risque de subir des interférences dues à l'opération des éoliennes du parc de Frampton. Les systèmes de télécommunications identifiés lors de cette étude se résument à la couverture théorique de 4 stations de télédiffusion numérique et un radar de navigation aérienne de type « Primaire ». Tel que mentionné dans l'étude préliminaire, l'analyse détaillée du radar devra être effectuée par Nav Canada dans le cadre du processus obligatoire de « Proposition d'Utilisation de Terrains » administré par cet organisme.

Concernant les contours de télévision, uniquement la Société de Radio-Canada requiert une étude d'impact sur la réception du signal de ses stations de télédiffusion. Cette étude détaillée présente l'évaluation du potentiel d'impact causé par le parc éolien Frampton sur la réception des signaux télévisuels de la station CBVT-DT de la Société Radio-Canada. Le potentiel d'impact sur la réception des signaux satellite des distributeurs canadiens sera aussi analysé.

Les emplacements utilisés pour les fins des analyses est selon la dernière configuration proposé du parc éolien de Frampton appelée Configuration 23v2. Le tableau 3 présente les positions des éoliennes analysées selon cette configuration.



## 2 Stations de radiodiffusion et télédiffusion

La Société Radio-Canada (SRC) opère une station numérique qui couvre théoriquement la région du parc éolien Frampton, soit la station CBVT-DT de Québec. Une première étape de l'étude permettra de déterminer si cette station couvre effectivement la région du parc éolien. Dans l'affirmative, une analyse détaillée de l'impact potentiel sera ensuite effectuée. La méthodologie et les résultats sont présentés dans cette section.

### 2.1 Transition de la norme NTSC vers la norme ATSC

L'industrie de la télédiffusion a récemment, soit au cours du mois d'août 2011, effectué une transition de la télévision analogique, selon la norme NTSC, vers la télédiffusion numérique, selon la norme ATSC. Certaines stations n'ont toutefois pas été converties avant cette date d'échéance du 31 août 2011, après que le CRTC ait désigné certaines régions comme non obligatoire étant donné des populations régionales de moins de 300,000 habitants ou le faible niveau de compétition en termes de production télévisuelle locale.

La région de Québec était désignée comme marché à conversion obligatoire, de même que toutes les capitales provinciales.

La norme ATSC est une norme applicable dans la totalité de l'Amérique du Nord et la transition à cette norme a été complétée dès juin 2009 aux États-Unis, ce qui signifie qu'après cette date, toutes les stations analogiques NTSC pleine puissance situées aux États-Unis ont cessé de transmettre. Cette transition devait aussi se faire de façon complète au Canada puisqu'il est nécessaire, dans la zone frontalière, de partager et coordonner l'utilisation du spectre de fréquences entre les deux pays et que l'opération simultanée de systèmes analogiques et numériques ne peut se faire que sur une base transitoire et temporaire.

Le 17 mai 2007, le CRTC (Conseil de la radiodiffusion et des télécommunications canadiennes) a émis l'avis public de radiodiffusion CRTC 2007-53, rendant public un certain nombre de décisions du CRTC, dont la suivante :

- *À partir du 31 août 2011, les titulaires seront autorisés à ne diffuser que des signaux numériques en direct. Des exceptions seront autorisées en régions éloignées et dans le grand Nord où les transmissions en mode analogique ne provoquent pas de brouillage.*

Malgré l'ouverture de cette décision à une extension de la période de transition pour le Grand Nord et les régions éloignées seulement, le CRTC a par la suite émis différentes politiques réglementaires permettant l'opération de stations analogiques sur une grande partie du territoire canadien jusqu'à une date encore indéterminée.

Selon le plan de transition présenté sur le site Internet de la Société Radio-Canada, seulement 27 de leurs stations ont été converties au Canada, soit 13 sur leur réseau français et 14 sur leur réseau anglais.

Le 18 mai 2012, la SRC a complété une requête auprès du CRTC afin de modifier les licences de ses stations et ainsi procéder à la fermeture de toutes les stations répétitrices analogiques associées à ces stations numériques. Le 17 juillet 2012, le CRTC dans sa décision CRTC 2012-384 a autorisé la SRC à procéder à la fermeture de ses stations répétitrices en date du 31 juillet 2012.

Dans le cas plus spécifique du parc éolien Frampton, la SRC a effectué la conversion de sa station CBVT-DT située sur le mont Bélair et qui dessert le marché de Québec.

Tableau 1- Stations TV numériques de la SRC couvrant en partie la zone de consultation.

<b>STATION</b>	<b>RÉSEAU</b>	<b>EMPLACEMENT DE L'ÉMETTEUR</b>
CBVT-DT	SRC Français	Mont Bélair

La couverture réaliste de cette station a été évaluée en se basant sur les paramètres d'opération publiés dans la banque de données d'Industrie Canada et d'informations obtenues auprès de la SRC. La situation de cette station est présentée et discutée à la section 3.

## 2.2 Qualité de réception télévisuelle

De récentes études préliminaires effectuées en Australie et présentées dans le cadre d'un groupe de travail de l'Union internationale des télécommunications (UIT) indiquent que les systèmes de télévision numérique seraient beaucoup plus robustes que les systèmes de télévision analogique en ce qui concerne l'impact potentiel de l'implantation d'un parc éolien sur les performances du système numérique ATSC. Cependant, une possibilité théorique d'interférence existe toujours, principalement à proximité des éoliennes.

Dans un contexte plus large de l'évaluation des performances du système ATSC en situation de parcours multiples, nous pouvons généralement conclure que l'impact est minime, voire nul, en conditions statiques; c'est-à-dire principalement causées par les tours de support des éoliennes. Toutefois, un impact pourrait être possible en conditions dynamiques; c'est-à-dire causé par le mouvement du rotor de l'éolienne.

Les récepteurs numériques actuellement sur le marché permettraient de compenser pour des conditions de délais et d'amplitude de parcours multiples supérieures à ce qu'il serait envisageable de retrouver de façon générale à plus de quelques centaines de mètres d'une éolienne. Cependant, plusieurs experts s'entendent sur le fait qu'en situation de parcours multiples dynamiques, un récepteur situé en bordure de la zone de service d'une station numérique, donc en condition de réception marginale, pourrait vraisemblablement être affecté à proximité des éoliennes, particulièrement si les éoliennes sont situées entre l'émetteur et le récepteur. Certaines de ces situations marginales ont été observées, entre autre, aux États-Unis.

Cette dégradation apparaîtrait à l'écran comme une pixellisation aléatoire de certaines portions de l'image qui pourrait dans des cas extrêmes se généraliser à l'ensemble de l'image ou encore à la perte complète de cette dernière lorsque la réception des signaux serait de toute façon marginale. Il est à noter que même si l'interférence se traduit par une de pixellisation ou de pertes d'image pour un signal de télédiffusion numérique, le jargon utilisé dans les études fait encore référence à des images fantômes, qui étaient un phénomène d'interférence observé sur un signal de télédiffusion analogique.

Il n'existe pas de règle simple permettant de déterminer la séparation minimale entre les éoliennes et les émetteurs et récepteurs TV, qui pourrait assurer une réception sans interférence. La topographie du terrain, la disposition relative des divers éléments ainsi que la distance entre les installations sont des paramètres importants. Dans certains cas, des installations situées à quelques centaines de mètres les unes des autres peuvent opérer sans aucun brouillage tandis que des situations de brouillage ont été signalées, dans certaines conditions, à des distances de quelques kilomètres du parc éolien.

Les règles qui régissent l'opération des stations de télédiffusion allouent à chaque station un contour de service protégé à l'intérieur duquel aucun brouillage important provenant d'une autre station qui pourrait affecter la qualité du signal reçu n'est permis, toutefois, l'érection de structures ou d'immeubles pouvant affecter localement la qualité de réception des signaux n'est pas règlementée. L'installation des éoliennes à l'intérieur du contour de service théorique d'une station de télédiffusion peut avoir un impact sur la qualité du signal reçu. L'objectif de cette étude est donc de tenter d'établir le plus précisément possible, pour chacune des stations concernées, les limites réalistes de ce contour de service et les zones habitées à l'intérieur de ce contour réaliste qui sont le plus susceptibles de subir une dégradation de qualité de réception télévisuelle suite à l'implantation du parc éolien proposé.

Cette analyse doit se faire de deux façons différentes, soit l'analyse des images fantômes dynamiques, causées par la rotation des pales de l'éolienne, et l'analyse des images fantômes statiques, principalement causées par la tour de support de l'éolienne. Une méthodologie similaire est utilisée dans les deux cas, toutefois, les paramètres utilisés et l'interprétation des résultats sont différents.

### **3 Analyse des systèmes de télédiffusion**

#### **3.1 Généralités**

##### **3.1.1 Paramètres d'exploitation des stations**

L'analyse détaillée consiste à évaluer l'impact des nouvelles éoliennes sur la réception des signaux émis par la station de télédiffusion énumérées au tableau 2, dont le contour de service théorique couvre au moins une partie de la zone d'étude. Les paramètres

d'exploitation présentés dans le tableau qui suit sont ceux publiés par Industrie Canada dans la banque de données des systèmes de télédiffusion.

Tableau 2- Paramètres des stations de télédiffusion analysée.

Lettre d'appel	Canal	Puiss. App. Rayonnée Visuel : Max / Moy (Watts)	Altitude au sol (m)	Hauteur d'antenne (m)	Coordonnées NAD 83
CBVT-DT Mont Bélair	Canal 25	291 000 / 126 100	483	159.4	46° 49' 22" N 71° 29' 43" O

Les diagrammes de rayonnement de l'antenne ont été obtenus directement de l'opérateur.

Le contour de service réaliste de CBVT-DT a été généré à l'aide du logiciel dBPlanner, de l'algorithme de propagation CRC-Predict V3.21 et ce à une hauteur de 10 m, tel que prescrit dans les Règles et Procédures sur la Radiodiffusion – Parties 10 (RPR-10) d'Industrie Canada, afin de déterminer l'étendue réelle de la couverture de la station. Le contour de service réaliste qui en découle est présenté sur la carte à l'annexe 2. Cette évaluation du contour de service réaliste indique que CBVT-DT couvre partiellement la zone d'analyse prescrite.

### 3.1.2 Positions des éoliennes analysées

L'analyse de l'impact d'un parc éolien sur la qualité de la réception des signaux télévisuels est tributaire des positions de chacune des éoliennes utilisées lors de l'analyse. Des modifications relativement mineures (quelques centaines de mètres) de la position de certaines éoliennes n'affecteront pas de façon importante les résultats, toutefois le déplacement de plusieurs éoliennes pour former un nouveau groupe dans une zone précédemment inoccupée du parc pourrait nécessiter une mise à jour de l'étude, particulièrement si les nouvelles positions sont à proximité d'une agglomération. Les positions des éoliennes analysées sont indiquées au tableau 3 et leurs positions peuvent être visualisées sur les cartes présentées à l'annexe 1.

Tableau 3- Positions des éoliennes analysées – Configuration 23v2

ÉOLIENNE	ABSCISSE UTM NAD83 ZONE 19 (m)	ORDONNÉE UTM NAD83 ZONE 19 (m)
1	366 475	5 145 830
2	366 499	5 145 497
3	366 568	5 145 132
4	366 151	5 144 864
5	366 617	5 144 718
6	368 300	5 144 550
7	366 226	5 144 519
8	366 698	5 144 391
9	367 629	5 144 126
10	366 280	5 144 167
11	366 937	5 142 984
12	367 053	5 143 307

### 3.1.3 Sommaire des spécifications des éoliennes

Le modèle d'éolienne utilisé ainsi que ses caractéristiques physiques et géométriques sont d'importants paramètres permettant de déterminer le risque et l'importance des perturbations potentielles de la qualité de réception des signaux de télévision. Le modèle d'éolienne pour cette étude est le modèle E82 du manufacturier Enercon. C'est un modèle d'une puissance de 2 MW avec une hauteur de moyeux de 85 m et dont les caractéristiques principales sont présentées dans le tableau qui suit :

Tableau 4- Caractéristiques de l'éolienne E82 d'Enercon

<b>Rotor</b>			
Diamètre :		82 m	
Inclinaison de l'axe :		5°	
Conicité des pales :		Non disponible	
Nombre de pales :		3	
<b>Pales</b>			
Matériau :		Résine Époxyde renforcée de fibre de verre	
Longueur :		38.8 m	
Superficie projetée par une pale :		81.6 m <sup>2</sup> (approx.)	
Torsion (point d'attache /bout de pale) :		10° (hypothèse)	
<b>Tour</b>			
Section	Longueur	Diamètre Maximum	Diamètre Minimum
1	22.9 m	2.91 m	2.21 m
2	3.0 m	3.02 m	2.91 m
3	57.4 m	6.37 m	3.02 m

L'un des paramètres important à déterminer relativement aux éoliennes est son efficacité de réflexion qui permet de déterminer avec quelle efficacité les pales réfléchiront le signal radio incident. Ce paramètre est fonction des types de matériaux utilisés dans la construction des pales et de la géométrie des pales. Tel que suggéré dans différentes publications, ce facteur d'efficacité est décrit comme suit :

$$\eta_s = \eta_A \eta_M \exp^{-2.30 \Delta\beta}$$

Où,

- $\eta_s$  est le facteur d'efficacité d'une pale d'éolienne à axe horizontale;
- $\eta_A$  est le facteur de voilure de la pale;
- $\eta_M$  est le facteur des matériaux utilisés;
- $\Delta\beta$  est l'angle de torsion de la pale du moyeu vers le bout (rad).

Selon les résultats des essais sur modèle réduit effectués par Sengupta and Senior, ces derniers suggèrent les valeurs suivantes pour les facteurs de voilure et de matériaux:

$$\eta_A = 0.80$$

$$\eta_M = \begin{cases} 1.00 & \text{pour des pales métalliques} \\ 0.41 & \text{pour des pales non-métalliques} \end{cases}$$

Il a cependant été observé que des pales non-métalliques munies de capteurs parafoudres en bout de pales reliés au système de mise à la terre par un câble conducteur présentent un facteur de matériaux plus élevé que celui des pales non-métalliques, pouvant même s'approcher de la valeur pour des pales métalliques dans certains cas. Dans le cas qui nous intéresse, un facteur de matériaux de 0.75 a été utilisé, ce qui représente un compromis entre une pale non-métallique sans protection parafoudre et une pale entièrement métallique. Compte tenu de ce compromis, le facteur d'efficacité obtenu est donc de 0.54 pour le modèle E82. Ce paramètre sera utilisé pour le calcul du coefficient de réflexion permettant de déterminer la puissance équivalente radiée par le rotor des éoliennes.

### 3.2 Méthodologie de l'analyse

Deux types d'analyses sont effectués dans le cadre de cette étude, soit une analyse dite dynamique, considérant les réflexions causées par les pales du rotor en mouvement et une

analyse statique considérant principalement la structure de la tour portante. L'objectif de ces deux analyses est de déterminer si la qualité de réception en un point donné maintient des conditions adéquates pour la bonne opération du récepteur numérique.

### 3.2.1 Évaluation de la qualité de l'image

#### **3.2.1.1 Mode numérique**

Contrairement à ce qui était réalisé en mode analogique, il n'existe pas d'indice de qualité d'image en mode numérique. Alors qu'en mode analogique, la qualité de l'image se dégradait progressivement, en mode numérique, l'image sera parfaite ou il n'y aura pas d'image du tout. En communication numérique, les informations reçues sont de type binaire; c'est-à-dire composées de « 0 » et de « 1 ». En opération normale, le récepteur décode ces 0 et ces 1 sans aucune erreur, ce qui en télévision numérique, produit une image de parfaite qualité. Lorsque le niveau de signal reçu s'affaiblit au point de rejoindre le seuil de bruit du récepteur, appelé seuil de bruit thermique, sa capacité à reconnaître les 0 et les 1 sans faire d'erreur se dégrade soudainement et le récepteur n'arrive plus toujours à reconnaître les 0 et les 1, donc n'arrive plus à produire une image parfaite. En fait, lorsque le niveau de signal reçu diminue et s'approche du seuil de bruit thermique du récepteur, la qualité de l'image demeure parfaite presque jusqu'au seuil en question. Si une diminution additionnelle très faible du niveau de signal reçu survient, la qualité de l'image se dégradera très rapidement en se pixellisant aléatoirement, indiquant une opération au niveau du seuil de bruit et avec une légère réduction additionnelle, le récepteur ne pourra plus produire d'image du tout. Alors qu'une variation sur une plage de 70 dB et plus du niveau de signal reçu au dessus de ce seuil de bruit n'a aucun effet sur la qualité de l'image qui restera parfaite, une simple variation de moins de 1 dB aux environs de ce seuil de bruit fera passer la qualité de l'image de parfaite à un écran bleu, soit plus d'image du tout. Il en sera de même pour la qualité de la portion audio du signal, qui est transmise à l'intérieur de la même trame binaire.

La présence d'une éolienne ou de tout autre structure ou immeuble, n'a aucun impact sur le seuil de bruit du récepteur, donc ne devrait pas affecter la qualité de réception. Tout au plus, ces structures, quelles quel soient, pourraient causer un affaiblissement du signal à courte distance derrière elles, ce qui pourrait causer des difficultés pour des récepteurs qui



opéraient déjà près du seuil de bruit et provoquer une défaillance du récepteur. Toutefois, ces structures, que ce soit des immeubles, des surfaces métalliques, des collines ou des éoliennes, causeront des réflexions du signal qui parviendront aux récepteurs avec des niveaux et des délais différents et parfois variables, ce qui pourrait causer des difficultés pour le récepteur à reconnaître sans erreur les 0 et les 1 de la trame numérique. Heureusement, des circuits spéciaux appelés égalisateurs sont intégrés aux récepteurs et permettent de gérer ce genre de situation. Malheureusement, ces égalisateurs, malgré leur capacité de calcul et leurs performances impressionnantes ne peuvent pas nécessairement solutionner toutes les possibilités.

Lors de la réception du signal par le récepteur numérique, ces égalisateurs permettent, en plus de traiter le signal direct reçu de l'émetteur TV, de traiter chacun des différents signaux réfléchis sur les diverses structures indépendamment l'un de l'autre et de ne retenir que le signal le plus important en éliminant les sources d'interférence que pourrait causer les autres signaux reçus et ayant empruntés des parcours différents.

Au cours du développement de la norme nord américaine de la télévision numérique ATSC, le comité de normalisation a défini les performances minimales des récepteurs ATSC et en particulier des égalisateurs à y inclure. La spécification des performances des égalisateurs dans la norme actuelle, correspond approximativement aux performances des prototypes disponibles en 2004, toutefois, les égalisateurs équipant les récepteurs numériques vendus actuellement sont beaucoup plus performants que la norme en vigueur. Le masque présenté à la figure 3 indique les performances minimales des égalisateurs des récepteurs selon cette norme ATSC A74.

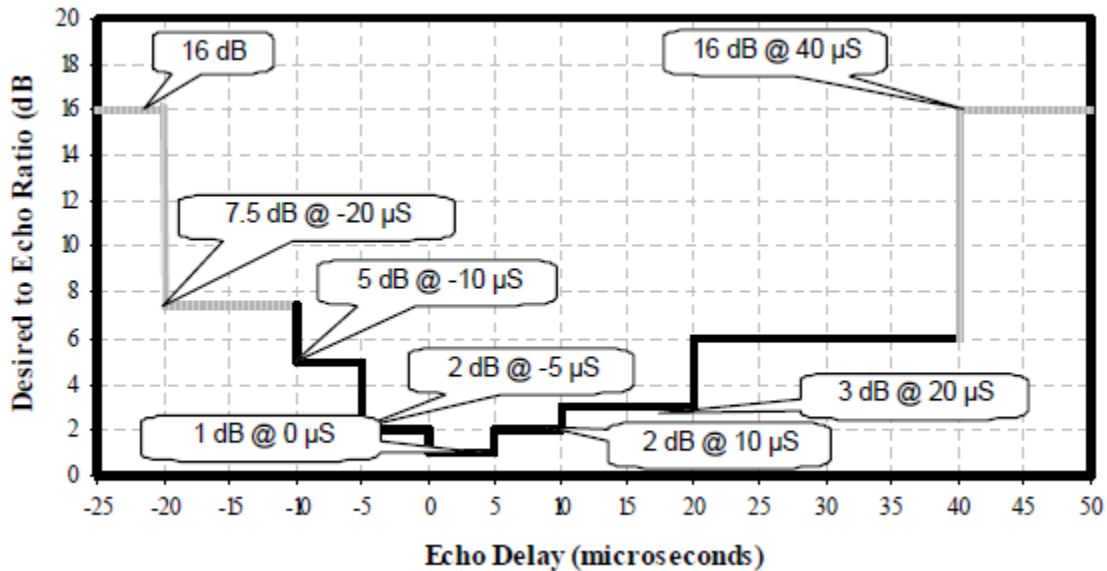


Figure 3- Performances minimales des égalisateurs selon la norme ATSC A74 en vigueur depuis 2004.

L'interprétation de ce masque de la courbe minimale des performances des égalisateurs est la suivante. Lorsque le ratio du niveau du signal désiré, généralement le signal provenant directement de la station de télévision, par rapport au niveau du signal réfléchi par l'éolienne, est supérieur à la valeur du masque pour un délai donné, qui est fonction de la différence des longueurs des parcours impliqués, le récepteur pourra offrir les performances optimales. Cette situation concerne la portion droite du masque, où les valeurs du délai sont positives. Si dans certains cas où le signal direct était atténué par un obstacle, alors que le signal réfléchi par l'éolienne serait en ligne de vue, ce dernier pourrait devenir plus puissant que le signal direct et serait dorénavant vu par l'égalisateur comme le signal désiré. La portion gauche du masque, où les valeurs du délai sont négatives, serait alors applicable et le récepteur pourrait encore offrir les performances optimales.

De façon générale, les cas les plus probables où une dégradation de la qualité de réception de la télévision numérique pourrait se produire est dans un premier cas, à proximité de l'éolienne, où le délai est très faible, soit de quelques microsecondes ou moins, et où les signaux direct et réfléchi seraient potentiellement égaux ou presque. Cette situation n'est typiquement possible que sur un espace très limité et situé à quelques centaines de mètres de l'éolienne, où il n'y a jamais de résidence, compte tenu des contraintes habituelles de protection physique des résidences. L'autre cas potentiel pourrait se produire à des distances variables et se situerait à la limite de la zone de couverture de la station, là où les

signaux direct et réfléchi sont tous les deux faibles et à la limite des capacités de détection du récepteur. Il est probable, qu'à ces endroits, la fiabilité de la réception de signaux de bonne qualité, soit de toute façon relativement faible, même en l'absence d'éolienne.

Bien qu'aujourd'hui, la majorité des récepteurs ATSC disponibles sur le marché présentent de meilleures performances que celles prévues à la norme, cette courbe de performance sera utilisée dans l'analyse en mode numérique, puisqu'elle représente le pire cas possible pour les récepteurs disponibles dans le commerce.

### 3.2.2 Prédiction de la qualité de l'image

Au cours des dernières années, la société Yves R. Hamel et Associés Inc. (YRH), en collaboration avec divers intervenants de l'industrie de la radiodiffusion, a développé un logiciel propriétaire permettant de prédire l'impact de l'implantation de parcs éoliens sur la qualité de réception des signaux télévisuels dans la région environnante du parc éolien. Ce logiciel est partiellement basé sur les résultats des recherches effectuées par les Dr. Sengupta et Senior vers la fin des années 70 et le début des années 80, ainsi que sur les conclusions du plus récent rapport de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) sur le sujet, soit le rapport BT-2142. Pour la technologie numérique, le masque des performances minimales de l'égalisateur des récepteurs est utilisé pour déterminer la capacité des récepteurs numériques à maintenir les performances requises en présence de signaux ayant empruntés de multiples parcours différents pour parvenir à l'entrée du récepteur.

Ce logiciel permet entre autre, dans le cas de l'analyse statique, de déterminer à intervalle régulier dans la zone d'analyse aux environs du parc éolien, le nombre d'éoliennes dont la tour de support, ainsi que le rotor au repos et la nacelle, risque de contribuer à la pixellisation ou perte de l'image à ce point de la grille planimétrique, d'une granularité de 75 m. Chacune des éoliennes est analysée indépendamment l'une de l'autre et les résultats sont compilés afin de pouvoir représenter l'impact du parc éolien dans son ensemble sur une seule représentation graphique.

Le même type de procédé est utilisé dans le cas de l'analyse dynamique. Cependant, puisque la perte de l'image est causée par la rotation des pales et qu'elles sont tributaires de l'orientation du rotor de l'éolienne, donc de la force et de la direction du vent, il est requis de compléter l'analyse par l'application de la distribution statistique de la vitesse et de l'orientation des vents afin de déterminer la probabilité que l'éolienne soit dans la direction générale des vents dominants. La probabilité qu'un certain point subisse une dégradation due à la rotation des pales est constituée de la somme des probabilités de chacune des éoliennes prisent séparément. La représentation des résultats de l'analyse dynamique n'est donc pas le nombre d'éoliennes causant potentiellement une interférence, mais plutôt le pourcentage du temps que ce point risque de subir une dégradation de la qualité de réception due aux mouvements du rotor des éoliennes.

### 3.2.3 Analyse dynamique

La méthodologie utilisée pour l'analyse dynamique évalue en chaque point, le niveau de signal reçu directement de la station de télévision analysée, ainsi que le niveau de signal provenant de la réflexion sur les pales de chacune des éoliennes. Les valeurs du rapport entre ces deux signaux reçus et le délai séparant la réception de ces deux signaux permettent d'établir si, en un point donné, la limite des performances de l'égalisateur est atteinte.

Le calcul de la puissance équivalente maximale rayonnée par l'éolienne est basé sur la méthode proposée par MM. Sengupta et Senior. Quant aux patrons de rayonnement en mode statique et dynamique, ils sont basés sur les conclusions du rapport BT-2142 de l'UIT.

La prédiction du champ reçu directement de l'émetteur est effectuée en utilisant les paramètres publiés pour la station, ainsi que le patron de rayonnement de l'antenne publié dans la banque de données d'Industrie Canada. Le logiciel dBPlanner version 2.5 est utilisé avec l'algorithme de propagation CRC-Predict version 3.21. Les données topographiques sont tirées d'un modèle numérique ayant une résolution de 3 secondes d'arc ré-échantillonné à une résolution de 75 mètres. L'intensité de champ reçu par le récepteur TV est prédite à une hauteur de 10 mètres du sol, tel que stipulé par Industrie Canada dans la RPR-10 pour le mode numérique, alors que l'intensité de champ reçu par les éoliennes est prédite à une hauteur de 85 mètres, soit la hauteur de l'axe du rotor.

L'analyse dynamique est effectuée en utilisant seulement la surface projetée par les pales puisqu'il s'agit de la seule composante de l'éolienne qui est en mouvement. Tel que suggéré par MM. Sengupta et Senior, le nombre équivalent de pales maximal utilisé pour ce type d'éolienne est égal à 2. Les calculs ont été effectués sans considération pour l'inclinaison de l'axe du rotor, ni pour la conicité des pales, ce qui représente un cas pessimiste.

Les cartes de l'annexe 3 présentent les résultats obtenus pour l'analyse dynamique de CBVT-DT. Comme il est impossible de définir précisément une zone d'exclusion en ce qui concerne l'impact sur la réception télévisuelle, il est préférable de présenter l'impact aux différents lieux de réception et de tenter de déterminer si l'impact potentiel est acceptable pour l'auditeur type. Les zones de couleur jaune et rouge représentent les endroits où une possibilité d'interférence est prédite, provenant de l'une ou l'autre des éoliennes. Pour chaque section de terrain de 75 m X 75 m, la couleur indique la probabilité totale que ce point subisse une interférence en mode dynamique, c'est-à-dire qu'un récepteur numérique normalisé ne puisse pas décoder adéquatement les multiples signaux reçus et provenant dans un cas, directement de l'émetteur, et dans les autres cas, de réflexions sur les surfaces des éoliennes.

L'analyse se limite à la région située à l'intérieur du contour de service réaliste, obtenue à partir d'une prédiction utilisant l'algorithme CRC-Predict. Donc, partout où le fond de terrain est visible, soit que le niveau de signal direct reçu est sous le seuil minimum du contour de service, ou encore que ce point est à l'intérieur du contour de service, mais qu'aucune éolienne ne cause de dégradation suffisante pour produire une défaillance du récepteur numérique.

Il est reconnu que l'interférence produite en mode dynamique par une éolienne en un point problématique donné ne sera pas permanente, mais sera présente uniquement lorsqu'une géométrie particulière sera en place, principalement en fonction de l'orientation de l'éolienne, donc de la direction du vent. Tel que suggéré par Sengupta et Senior dans la référence 8, les dégradations en mode dynamique sont principalement causées par des réflexions sur les surfaces des pales réagissant de la même façon qu'un miroir. Ce type de réflexion est très directionnel et n'affecterait généralement qu'un secteur de l'ordre de 5° environ à partir du point de réflexion sur la pale concernée. Du point de vue statistique, Sengupta et Senior

suggèrent de considérer la probabilité d'interférence dynamique selon une distribution des vents par secteur de 5°. Puisqu'il n'est pas possible, sans calcul extensif, de déterminer exactement à quelle position angulaire du rotor, combinée à l'angle d'attaque de la pale sous certaines conditions précises de vent, une réflexion causera une perturbation en un point donné, il est préférable de considérer le phénomène avec une approche statistique.

L'analyse de la distribution des vents dans la région de Frampton selon la base de données d'Environnement Canada permet de déterminer par interpolation que la probabilité que le vent provienne d'un secteur de 5° quelconque varie entre 0.14% et 4.23%. Considérant que l'éolienne ne tourne pas à moins d'un vent de 2.5 m/s, ces probabilités minimale et maximale deviennent respectivement 0.13% et 3.82% avec une moyenne à 1.24%. Cette valeur moyenne pourrait être utilisée telle quel, mais il est souhaitable de favoriser le secteur des vents dominants sans toutefois nécessairement utiliser le pire cas possible. Dans ce but, la valeur de 2.84%, correspondant à la moyenne des secteurs de 5° dans le quadrant de 90° dominant, permet d'obtenir une valeur représentative sans être exagérément pessimiste.

Basé sur cette probabilité de 2.84%, lorsqu'en un point donné, plus de 4 éoliennes peuvent causer de l'interférence, la probabilité d'interférence en ce point dépasse donc le seuil de 10%. Ce seuil de 10% du temps est le seuil maximal jugé acceptable selon la RPR-10 d'Industrie Canada lorsque l'interférence d'une autre station TV opérant sur le même canal est évaluée. Bien qu'aucune norme canadienne ne soit définit en ce qui concerne l'interférence provenant des éoliennes, ce seuil pourrait aussi être utilisé dans le cas d'interférence sur le même canal provenant d'une ou de plusieurs éoliennes.

Selon la RPR-10, lorsque des zones peuplées subissent un risque d'interférence pour plus de 10% du temps, l'opérateur de la station de télévision causant l'interférence doit prendre des mesures correctives afin d'éliminer ou réduire cette interférence. Lorsque cette interférence se limite à des zones où il n'y a pas de population, elle peut généralement être tolérée. De plus, ce type d'interférence peut être toléré lorsque celle-ci n'affecte pas plus de 0.5% de la population totale desservie par cette station.

### 3.2.4 Analyse statique

L'analyse statique utilise la même méthodologie que l'analyse dynamique en considérant la surface totale de la tour de support et certains éléments de la nacelle et du rotor. Puisque la tour de support est de loin l'élément dominant, la hauteur au dessus du sol utilisée pour le calcul du champ reçu est de 42.5 m, soit le centre de la tour de support. Le patron de rayonnement utilisé pour les tours de support des éoliennes est basé sur les conclusions du rapport BT-2142 de l'UIT.

Outre la courbe de l'indice de qualité utilisée, la principale différence entre la méthodologie dynamique et statique est reliée au patron vertical de rayonnement de la tour de support de l'éolienne. Tel que démontré dans une étude publiée par le Département de l'Industrie et du Commerce britannique (DTI) citée en référence 4 et traitant de l'effet des éoliennes sur l'opération des radars, les mesures et modélisations effectuées montrent que l'ouverture verticale de la réponse radar est très étroite.

Bien que ces modélisations aient été effectuées à des fréquences plus élevées que les fréquences utilisées en télévision, il est raisonnable de prétendre que l'ouverture du patron vertical de la tour ne représente qu'au plus quelques degrés, ce qui rejoint pratiquement l'opinion d'Industrie Canada exprimée dans le BT-5. La modélisation de la tour seulement, montre que dans la bande S (3.0 GHz), une tour de 80 mètres conique de  $0.5^\circ$  a une ouverture verticale d'environ  $0.03^\circ$  centrée aux environs de  $0.5^\circ$  d'élévation, alors que dans la bande L (1.1GHz), l'ouverture est d'environ  $0.09^\circ$  aussi centrée à  $0.5^\circ$ . La conicité de la tour est donc un paramètre très important en ce qui concerne la réflectivité de la tour.

Aux fréquences qui nous concerne, soit environ 500 MHz pour le UHF, 200 MHz pour le H-VHF et 60 MHz pour le L-VHF, l'ouverture du patron vertical pourrait se situer aux environs de  $0.2^\circ$ ,  $0.5^\circ$  et  $2^\circ$  respectivement. De plus, la conicité moyenne de la tour a été prise en compte, soit environ  $1^\circ$  pour la E82 avec une hauteur de moyeu de 85 m. Finalement, l'angle incident a été déterminé pour chaque éolienne et pour chaque station, afin de déterminer l'orientation des patrons verticaux de l'onde réfléchi qui se situe aux environs de  $2^\circ$ . Le bulletin technique BT-5 suggère des ouvertures de l'ordre de quelques degrés jusqu'à  $10^\circ$  environ pour des pylônes de télécommunications construits en cornières. Il est donc raisonnable de croire que les valeurs mentionnées précédemment sont réalistes pour des

tours cylindriques ou coniques. Afin de tenir compte des réflexions potentielles sur les éléments contenus dans la nacelle et aussi sur les pales au repos, des ouvertures de 1° en UHF, 2° en H-VHF et de 5° en L-VHF ont été utilisées pour les calculs, ainsi qu'un angle d'élévation correspondant à celui calculé pour le point central de la tour de support.

Les cartes de l'annexe 4 présentent les résultats de l'analyse statique de CBVT-DT.

### 3.2.5 Évaluation quantitative de l'impact du parc d'éoliennes

La méthode la plus pratique pour mesurer l'impact réel du parc éolien sur la population environnante est sans doute d'estimer le nombre de résidences qui pourrait subir une dégradation potentielle de la qualité de réception des signaux de télévision. Pour ce faire, le nombre de résidences recensées au cours du recensement de 2011 dans chacun des secteurs de dénombrement a été utilisé et la distribution géographique a été considérée proportionnelle à la distribution des bâtiments répertoriés dans chaque secteur de dénombrement.

L'analyse comparative des zones, où une dégradation de la qualité de réception est anticipée et la distribution des résidences est utilisée telle que décrite précédemment. Les résultats indiquent le nombre approximatif de résidences qui pourraient potentiellement subir une dégradation de la qualité de réception pour chacune des stations TV analysées et ce, pour des interférences en mode dynamique et en mode statique.

Le nombre total de résidences inclus dans la zone d'analyse est estimé à 1 892 sur la base des résultats du recensement de 2011. Selon les résultats montrés à ces tableaux, on peut conclure que le nombre de résidences comprises dans la zone d'analyse ne représente qu'un faible pourcentage de l'audience potentielle de CBVT-DT. On peut aussi conclure que cette station ne couvre pas complètement la population située à l'intérieur de la zone d'analyse.

Il faut noter que ces analyses ont été produites en utilisant les masques d'antennes de réception suggérés par Industrie Canada. Ces masques représentent la réponse d'une antenne de réception relativement simple, équivalente approximativement à une antenne Yagi de 4 à 6 éléments. Il existe sur le marché des antennes beaucoup plus directionnelles



qui permettraient de réduire de façon substantielle les possibilités résiduelles de brouillage par images fantômes.

Tableau 5- Nombre de résidences subissant une dégradation potentielle en mode dynamique

Station	Résidences à l'intérieur du contour de service de la station	Résidences à l'intérieur de la zone d'analyse et du contour de service	Résidences sans interférence	Résidences avec probabilité inférieure à 5% du temps	Résidences avec probabilité entre 5% et 10% du temps	Résidences avec probabilité de plus de 10% du temps
CBVT-DT	529 751	1 595 (0.30%)	1 294 (0.23%)	32 (0.01%)	80 (0.02%)	189 (0.04%)

Tableau 6- Nombre de résidences subissant une dégradation potentielle en mode statique

Station	Résidences à l'intérieur du contour de service de la station	Résidences à l'intérieur de la zone d'analyse et du contour de service	Résidences sans interférence	Résidences avec probabilité de 1 ou 2 éoliennes	Résidences avec probabilité entre 3 et 4 éoliennes	Résidences avec probabilité de 5 éoliennes ou plus
CBVT-DT	529 751	1 595 (0.30%)	1 594 (0.30%)	1 (0.00%)	0 (0.00%)	0 (0.00%)

Il est à noter que la méthodologie utilisée pour cette étude d'impact est une approche pessimiste et nous pensons que l'impact réel sera moindre que ce qui est présenté. Le modèle utilisé n'est pas appuyé par des mesures effectuées sur le terrain, mais des prédictions d'impact similaires, par l'entremise de projets précédents, ont abouti à très peu de plaintes provenant de l'auditoire.

Finalement, il n'a pas été possible d'obtenir de chiffres précis sur le taux de pénétration de la câblodistribution dans les différentes agglomérations de la région, mais il est permis de croire qu'un nombre important de ces résidences reçoivent leurs signaux de télévision via un câblodistributeur ou utilisent un service de distribution télévisuelle par satellite. Selon les informations disponibles sur le site Internet de la Société Radio-Canada, seulement 7 % de la population recevrait leurs signaux télévisuels directement par la voie des airs à l'aide d'une antenne conventionnelle.

### 3.2.6 Systèmes de réception par satellite

Tel que mentionné précédemment, les services de distribution télévisuelle par satellite sont de plus en plus populaires dans les régions rurales. Le positionnement d'une éolienne dans la ligne de vue, soit entre l'antenne d'un récepteur satellite et le satellite fournissant le service, aurait un impact majeur sur le service offert à cette résidence. Les opérateurs canadiens offrant ce type de service au Canada sont Bell TV et Shaw Direct. Ils utilisent dans le cas de Bell TV les satellites Nimiq 1 (91°W) et Nimiq 4 (82°W), tandis que Shaw Direct utilise les satellites Anik F1R (107.3°W) et Anik F2 (111.1°W), tous situés sur l'orbite géostationnaire aux longitudes indiquées entre parenthèses. Pour la région du projet Frampton, les angles d'élévation et les azimuts respectifs permettant de capter ces satellites sont indiqués au tableau suivant.

Tableau 9- Orientation des satellites utilisés par les opérateurs canadiens.

<b>Opérateur</b>	<b>Satellite</b>	<b>Programme type</b>	<b>Azimut</b>	<b>Elévation</b>
Bell TV	Nimiq 1	NTSC	207.1°	33.2°
Bell TV	Nimiq 4	HDTV	195.4°	35.7°
Shaw Direct	Anik F1R	Anglais	229.6°	23.9°
Shaw Direct	Anik F2	Français	225.8°	25.9°

Dans la mesure où une distance minimale de toute résidence doit être respectée pour le positionnement des éoliennes, le risque de causer des perturbations aux systèmes de réception par satellite est relativement faible, toutefois il faudra respecter une distance minimale lorsqu'une éolienne sera placée dans l'azimut indiqué par rapport à une résidence. Il faudra aussi augmenter cette distance minimale si l'éolienne est placée sur une élévation dans cette direction à partir d'une résidence située elle-même dans une vallée.

En terrain plat et pour un satellite se situant à un angle d'élévation de 30° dans le même azimut qu'une éolienne, la distance minimale assurant le dégagement au dessus de l'éolienne est de l'ordre de 275 m. Dans le cas d'un satellite dont l'angle d'élévation ne serait que de 20°, cette distance minimale augmente à 400 m approximativement. Toutefois, les éoliennes sont souvent placées près du sommet des collines et la différence d'élévation du sol entre la résidence et l'éolienne doit être prise en compte.

Une règle simple permettrait de prévenir toute difficulté, il s'agit simplement d'ajouter, pour un satellite dont l'angle d'élévation est de 30°, le double de la différence d'élévation du sol entre la résidence et le site de l'éolienne à la distance minimale de 275 m mentionnée précédemment. Ainsi, une éolienne positionnée dans le même azimut que le satellite à partir d'une résidence et située sur une colline ayant une élévation au sol de 100 m de plus que la résidence située dans la vallée, devra respecter une distance minimale de 475 m au lieu de 275 m si le terrain était plat. Dans le cas d'un satellite dont l'angle d'élévation est de 20°, le triple de la différence d'élévation du sol entre la résidence et le site de l'éolienne, ajouté à la distance minimale de 400 m mentionnée plus tôt, permet d'assurer un dégagement suffisant au dessus d'une éolienne qui serait exactement dans le même azimut que le satellite.

Basé sur les informations dont nous disposons et illustrant la position approximative des bâtiments de la région, nous n'avons identifié aucune éolienne qui pourrait possiblement avoir un impact sur la réception satellite à partir d'un bâtiment identifié dans la banque de données.

#### **4 Suivi des télécommunications après construction**

L'opérateur du parc éolien de Frampton pourrait instaurer un programme de suivi des systèmes de télécommunications afin d'identifier de possibles interactions entre le parc éolien et les systèmes désignés.

Le comité de suivi du projet mettrait en place une procédure de cueillette des plaintes provenant des auditeurs des stations de télédiffusion locales utilisant un système de réception directe qui auraient observé une dégradation significative de la qualité de réception. Toutes les plaintes provenant des auditeurs de ces stations, et reçues à l'intérieur d'un délai raisonnable de trois mois suivant la mise en service complète du parc éolien, seraient évaluées cas par cas et des mesures de qualification des signaux télévisuels reçus pourront être prises à ces endroits si nécessaire.

Dans les cas où la dégradation de qualité observée sera attribuable à l'implantation du parc éolien Frampton, des mesures correctives ou compensatoires adéquates pourraient être

prises afin de permettre une réception satisfaisante de la programmation télévisuelle des stations concernées, à la satisfaction du plaignant.

## 5 Conclusion

Le mandat d'évaluation de l'impact de l'implantation du parc éolien de Frampton sur les systèmes de télécommunications dans la région de la MRC La Nouvelle-Beauce se limite à l'analyse détaillée de l'interférence sur la réception des signaux de télévision numérique de la station CBVT-DT, puisque c'est la seule station de la SRC identifiée lors de l'étude d'identification des systèmes de télécommunications et que seulement la SRC requiert ce type d'étude pour ses stations de télédiffusion. En ce qui concerne le seul autre système identifié lors de l'étude d'identification des systèmes de télécommunications, soit un radar de navigation aérienne primaire, son analyse doit être effectuée par Nav Canada dans le cadre du processus obligatoire de « Proposition d'Utilisation de Terrains »

La propagation de la station CBVT-DT montre que son contour de service réaliste couvre partiellement la région du parc éolien proposé.

Les calculs ont été faits avec les emplacements des éoliennes appelés Configuration 23v2. Le modèle d'éolienne utilisé est une Enercon E82 avec une hauteur de moyeu de 85 m. Les résultats de l'analyse avec ces données indiquent qu'environ 300 résidences sont à risque de subir une dégradation des performances du récepteur lors de la réception hertzienne de la station CBVT-DT en mode dynamique et que pratiquement aucune résidence ne risque de subir une défaillance en mode statique.

De plus, la spécification des performances des égalisateurs numériques équipant les récepteurs vendus ces dernières années sont beaucoup plus performants que la norme minimale utilisée pour cette étude, ce qui réduirait possiblement le nombre de résidences identifiées.

Dans la majorité des cas où une résidence pourrait expérimenter des difficultés avec la réception du signal de CBVT-DT, l'utilisation d'une antenne plus performante pourrait suffire à solutionner les difficultés potentielles. Tous les calculs de l'étude ont été exécutés avec l'utilisation du masque d'antenne proposé par Industrie Canada dans la RPR-10. Toutefois, un grand nombre des antennes disponibles sur le marché sont plus performantes que le masque proposé.

En ce qui concerne le potentiel d'impact sur la réception des signaux des satellites de télédiffusion directe, aucune éolienne ne risquerait de causer du blocage lors de la réception des signaux des distributeurs canadiens pour les résidences identifiées dans la banque de données.

## Références :

- 1- Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, "Electromagnetic Interference from Wind Turbines" in Wind Turbine Technology : Chapter 9, David A. Spera (Ed), ASME Press, 1994.
- 2- David F. Bacon, "Fixed-link Wind-Turbine exclusion zone method", D.F. Bacon, 2002.
- 3- Thomas B. A. Senior, Dipak L. Sengupta, "Large wind turbine siting handbook: Television interference assessment" Technical report No.4, University of Michigan, 1981.
- 4- M. M. Butler, D. A. Johnson, "Feasibility of mitigating the effect of wind farm on primary radar", DTI PUB URN No. 03/976, 2003.
- 5- ITU Recommendation BT.805 "Assessment of impairment caused to television reception by a wind turbine", ITU-R BT.805, 1992.
- 6- Thomas B. A. Senior, Dipak L. Sengupta, "Wind turbine generator siting handbook" Technical report No.2, University of Michigan, 1979.
- 7- Industrie Canada BT-5 "Rapport sur la prévision du brouillage par fantômes et la qualité d'image en télévision", 2<sup>e</sup> édition, Juillet 1989
- 8- Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, "Wind turbine generator interference to electromagnetic systems" Final report, University of Michigan, 1979.
- 9- David A. Spera, Dipak L. Sengupta, "Equations for Estimating the Strength of TV Signal Scattered by Wind Turbines" Lewis Research Center, May 1994.
- 10- Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes, "Avis public de radiodiffusion CRTC 2007-53", 17 mai 2007.
- 11- Industrie Canada RPR "Partie X: Règles et procédures de demande relatives aux entreprises de télévision numérique (TVN)", Août 2009
- 12- ITU Report BT.2142 "The effect of the scattering of digital television signals from a wind turbine", ITU-R BT.2142, April 2009.
- 13- ATSC Standard, "ATSC Recommended Practice: Receiver Performance Guidelines", Document A/74, June 2004 with corrigendum July 2007.

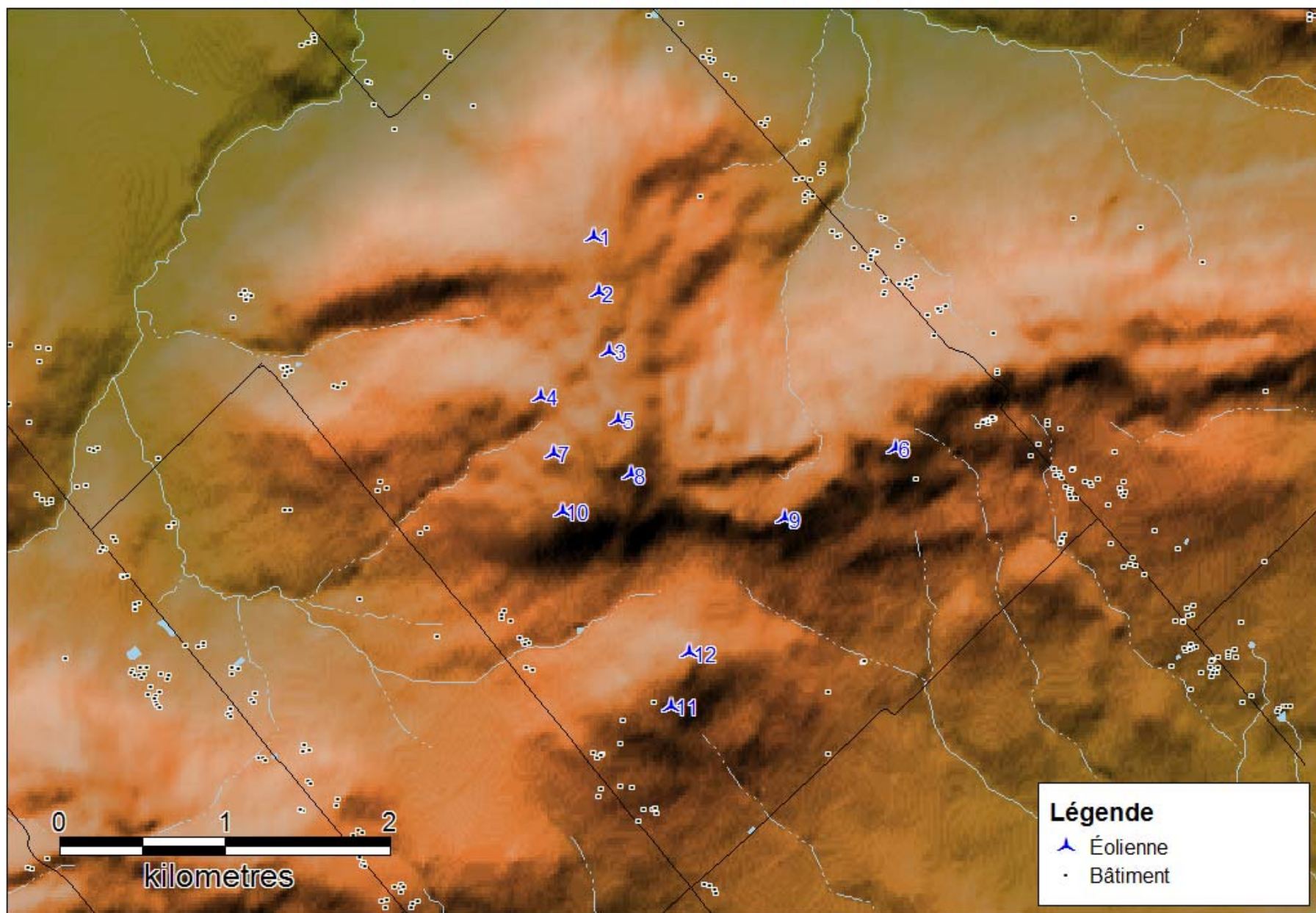
# ANNEXE 1

## Disposition des éoliennes et zone d'analyse

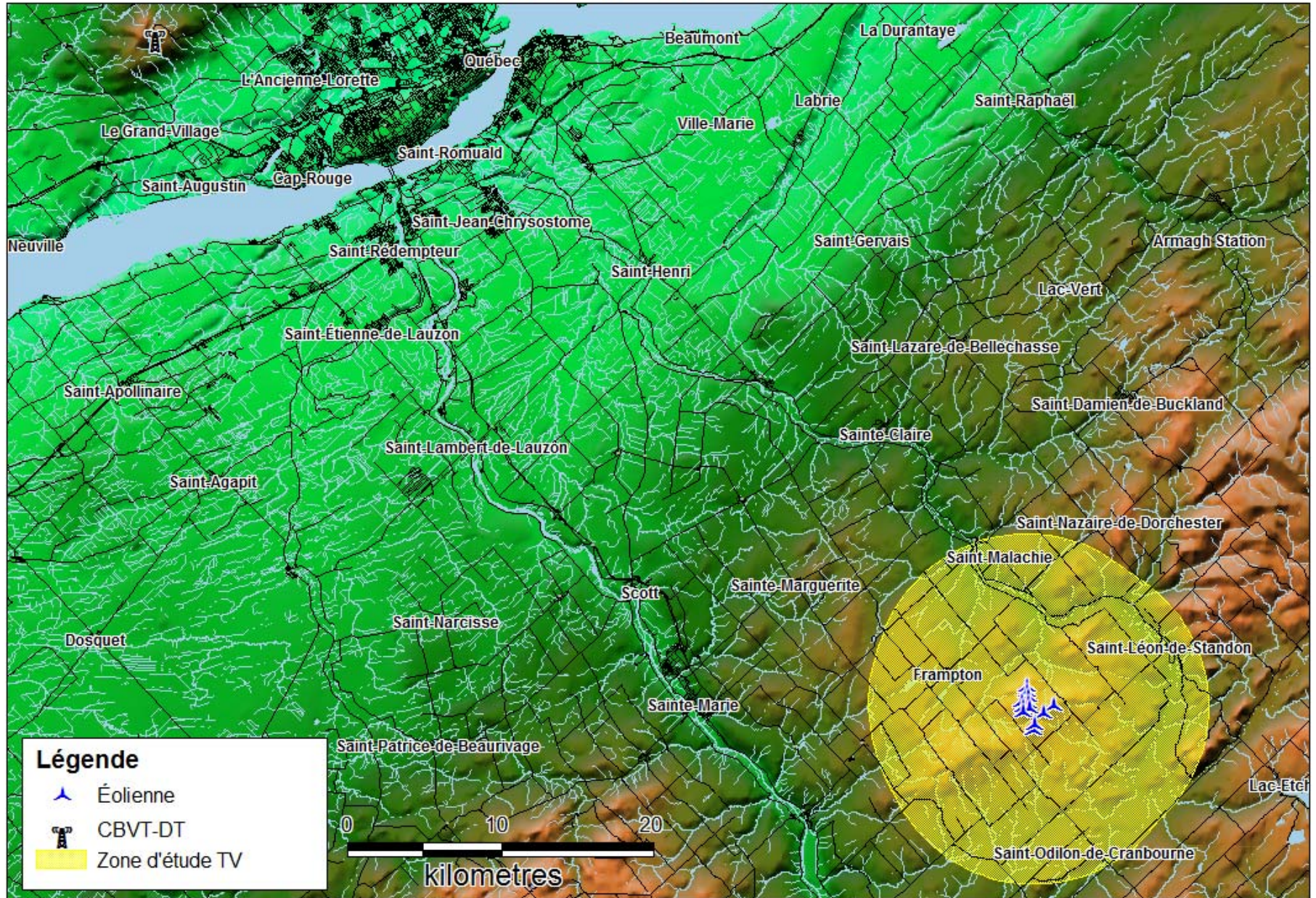
Projet  
Frampton



## CONFIGURATION 23V2 DU PARC ÉOLIEN DE FRAMPTON



# VUE D'ENSEMBRE DE LA ZONE D'ÉTUDE TV ET DE LA STATION CBVT-DT

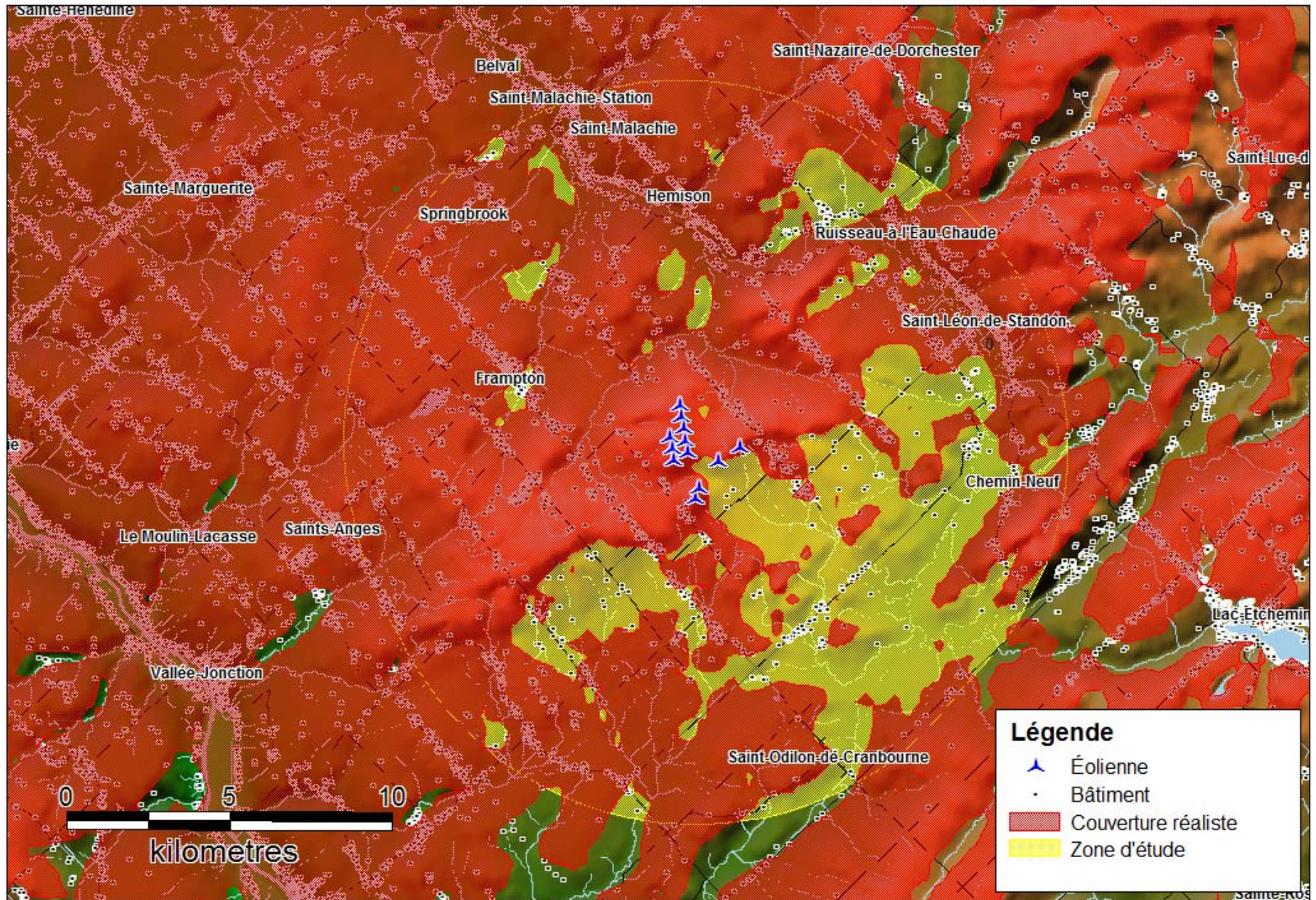


## **ANNEXE 2**

### **Contour de service réaliste de la station CBVT-DT**

#### **Projet Frampton**

# COUVERTURE RÉALISTE DE LA STATION CBVT-DT

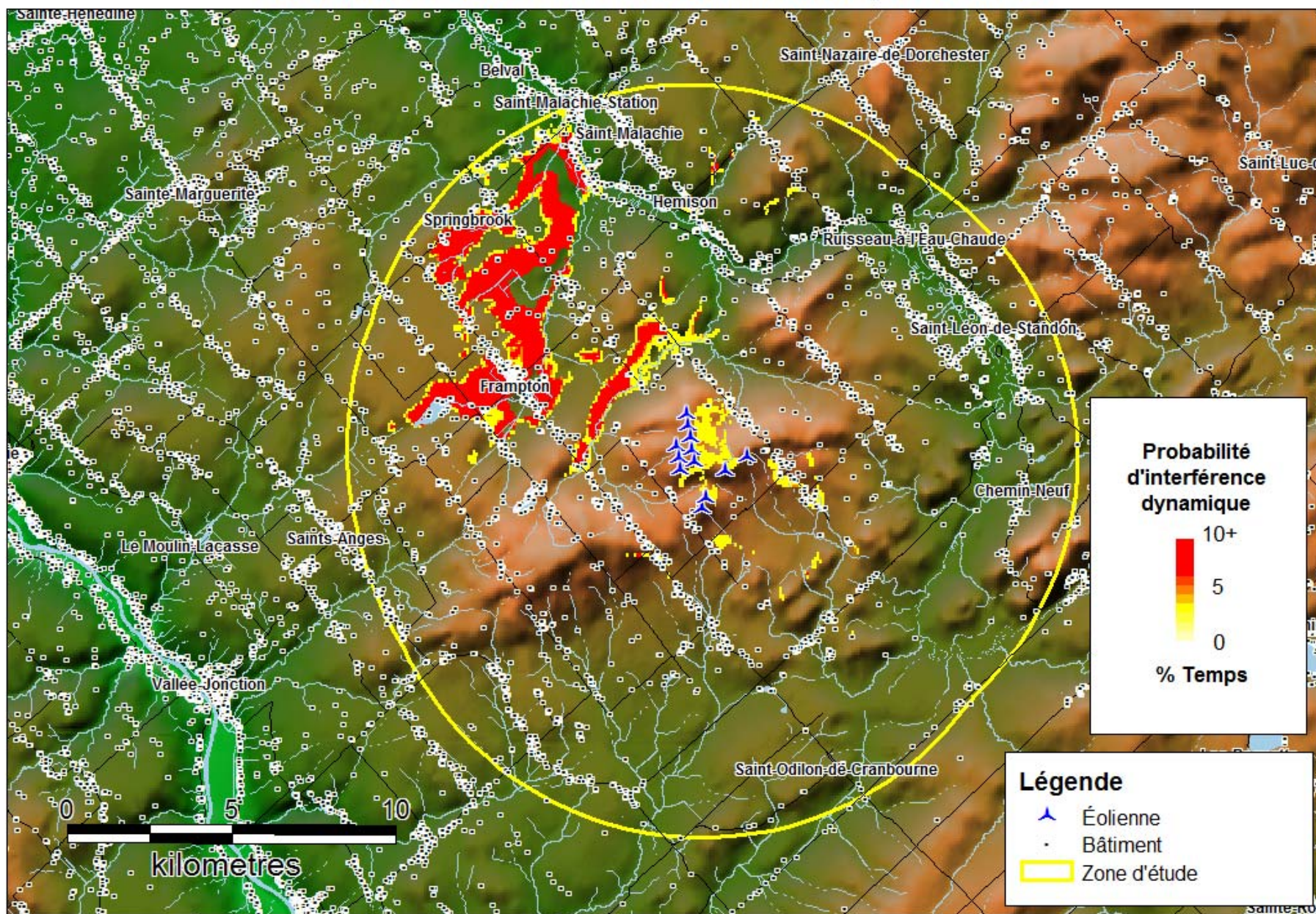


## **ANNEXE 3**

### **Résultats de l'analyse d'interférence dynamique**

#### **Projet Frampton**

# PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CBVT-DT



## **ANNEXE 4**

### **Résultats de l'analyse d'interférence statique**

#### **Projet Frampton**

# POSSIBILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CBVT-DT

