

**AJOUT DE 18 ÉOLIENNES  
AUX PARCS EXISTANTS À MURDOCHVILLE**

**ÉTUDE D'IMPACT  
SUR LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

préparée pour

Division Ingénierie Générale Environnement Québec (IGEQ)  
SNC-LAVALIN  
5410 Boul. de la Rive-Sud  
Local 80  
Lévis, Qc.  
G6V 4Z2

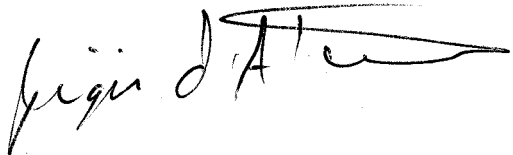
par

**YVES R. HAMEL ET ASSOCIÉS INC.**  
**CONSULTANTS EN RADIODIFFUSION ET TÉLÉCOMMUNICATIONS**  
424, rue Guy, Bureau 102  
Montréal (QC) H3J 1S6

**AJOUT DE 18 ÉOLIENNES  
AUX PARCS EXISTANTS À MURDOCHVILLE**

**ÉTUDE D'IMPACT  
SUR LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS**

Préparé par :



---

Régis d'Astous

Yves R. Hamel et Associés inc.

## TABLE DES MATIÈRES

<b>1</b>	<b>INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>DISCUSSION .....</b>	<b>1</b>
2.1	LIAISONS POINT À POINT PAR FAISCEAUX HERTZIEN .....	2
2.2	QUALITÉ DE RÉCEPTION TÉLÉVISUELLE .....	2
2.3	STATIONS TV NUMÉRIQUES .....	3
<b>3</b>	<b>ANALYSE DES SYSTÈMES DE TÉLÉDIFFUSION (TV) .....</b>	<b>4</b>
3.1	GÉNÉRALITÉS .....	4
3.1.1	Paramètres d'exploitation des stations .....	4
3.1.2	Positions des éoliennes analysées .....	5
3.1.3	Sommaire des spécifications des éoliennes .....	6
3.2	MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE .....	7
3.2.1	Évaluation de la qualité de l'image .....	7
3.2.2	Analyse dynamique .....	9
3.2.3	Analyse statique .....	11
3.2.4	Réception de CBGAT-10-TV au site de CBGAT-2-TV .....	13
3.2.5	Réception de CBGAT-2-TV au site de CBGAT-3-TV .....	14
<b>4</b>	<b>LIAISONS MICRO-ONDES .....</b>	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSION .....</b>	<b>16</b>

**ÉTUDE D'IMPACT  
SUR LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS  
AJOUT DE 18 ÉOLIENNES  
à  
MURDOCHVILLE, QUÉBEC**

---

## **1 Introduction**

Yves R. Hamel et Associés, consultants en télécommunications et radiodiffusion a été mandatée par la Division Ingénierie Générale Environnement Québec (IGEQ) de SNC LAVALIN pour vérifier l'effet de l'ajout de 18 éoliennes aux environs immédiats des deux parcs existants à Murdochville, Québec, lesquels sont implantés dans une zone entourant des sites de radiodiffusion et télécommunications dans la région de la ville de Murdochville, Québec.

Ce rapport répond à la requête d'information additionnelle présentée par le Ministère de l'Environnement du Québec (MEQ), principalement au sujet de l'impact des nouvelles éoliennes proposées sur les systèmes d'émission télévisuelle de la région et présente les résultats d'une analyse détaillée de l'impact sur la qualité des signaux reçus des stations de télévision CBGAT-2-TV et CBMMT-TV, appartenant à la Société Radio-Canada (SRC) et dont les émetteurs sont situés à proximité des nouvelles éoliennes proposées.

## **2 Discussion**

Il est généralement reconnu que certains systèmes de radiocommunications peuvent être affectés par l'opération d'éoliennes à proximité de ces systèmes et parfois même à une distance importante des installations physiques, selon les configurations géométriques formées par les positions relatives de l'éolienne ainsi que l'émetteur et le récepteur du système de radiocommunications. La qualité des signaux télévisuels reçus et les performances des liaisons point à point par faisceaux hertziens sont parmi les systèmes le plus fréquemment affectés par l'implantation d'un parc d'éoliennes et sont l'objet principal de la requête du MEQ au sujet de l'ajout de 18 éoliennes aux parcs existants de Murdochville.

Puisque la requête du MEQ mentionne que les stations radio à modulation d'amplitude CBGA-6-AM et CBMJ-AM ne subiront pas d'interférence significative dû à l'ajout d'éoliennes, cette étude n'inclus pas d'analyse de déformation du patron de rayonnement de ces stations. Compte tenu de la position géographique et des caractéristiques des divers éléments en cause, nous sommes d'avis qu'il est peu probable que ces stations soient affectées significativement.

### **2.1 Liaisons point à point par faisceaux hertzien.**

Le premier élément de la requête du MEQ, soit le commentaire QC-32, concerne la réception des signaux de CBGAT-10-TV au site de l'émetteur de CBGAT-2-TV situé à Murdochville, ainsi que la réception des signaux de CBGAT-2-TV au site de l'émetteur de CBGAT-3-TV situé à Grande-Vallée.

Ces liaisons ne sont pas habituellement considérées comme des liaisons point à point par faisceaux hertziens et ne sont pas identifiées comme tel dans aucune banque de données accessible publiquement. Bien que la SRC identifie à l'interne ces liaisons comme des liaisons point à point, elles sont en réalité des cas spécifiques de réception de signaux télévisuels et doivent être considérés et traités comme tel, soit comme n'importe quel autre cas de réception de signaux de télévision et c'est l'approche utilisée dans l'étude qui suit.

Puisque ces cas particuliers de réception télévisuelle ne sont pas identifiés publiquement, aucune étude d'impact ne pourra considérer exhaustivement ces cas particuliers, à moins que tous les opérateurs en radiodiffusion ne publient les données relatives à ce genre de système récepteur. L'étude qui suit, analyse en détail la situation de ces deux points de réception identifiés par la SRC et indique la dégradation potentielle en ces deux points, causée par les 18 éoliennes proposées.

### **2.2 Qualité de réception télévisuelle**

Dans son commentaire QC-33, le MEQ suggère de compléter l'étude d'impact environnementale par une analyse de l'impact des éoliennes proposées sur la qualité des signaux reçus par la population desservie par les émetteurs CBGAT-2-TV et CBMMT-TV situés à proximité des éoliennes proposées. L'étude qui suit présente les résultats de cette analyse selon une méthodologie qui s'appuie sur les différentes études et publications des

25 à 30 dernières années au sujet de l'interférence potentielle des éoliennes sur la qualité de la réception des signaux télévisuels. Les principaux rapports et documents utilisés pour développer cette méthodologie sont énumérés en référence.

### **2.3 Stations TV numériques**

Concernant le commentaire QC-34 du MEQ au sujet de la protection des allotissements pour la technologie numérique, on ne peut pas prétendre que la technologie numérique peut être considérée comme une mesure de mitigation, puisqu'il est reconnu que la norme ATSC, adoptée par le Canada, n'est pas complètement exempte des effets néfastes des réflexions causées par des structures métalliques ou autres, en particulier de l'impact des réflexions causées par des éoliennes. Bien qu'il soit reconnu que la norme numérique ATSC serait plus robuste que la norme analogique NTSC face aux signaux réfléchis, aucune étude ou aucune référence n'a pu être localisé, permettant de quantifier le degré de robustesse anticipé, surtout en présence d'éoliennes.

Le plan d'allotissement produit par Industrie Canada pour l'introduction de la télévision numérique ATSC est un plan transitoire permettant l'introduction de stations numériques opérant à puissance réduite sur des canaux qui n'affecteront que de façon limitée les performances des systèmes analogiques existants. A plus long terme, lorsque la très grande majorité des auditeurs posséderont un téléviseur numérique, lesquels seront aussi compatible avec la norme analogique pendant la période de transition, il est permis de croire que les stations analogiques existantes seront converties directement au numérique, utilisant les mêmes canaux et des paramètres d'opération à déterminer, entre autre en terme de puissance maximale autorisée. Simultanément, toutes les stations numériques qui auront été mise en service selon le plan transitoire seront mises hors d'ondes, afin de libérer le spectre utilisé pour la période de transition et permettre l'addition de nouvelles stations.

Il est aussi permis de croire que la majorité des allotissements du plan transitoire ne seront jamais utilisés, puisque la plupart des opérateurs tenteront d'éviter les investissements importants nécessaires et n'utiliseront le plan transitoire que dans le cas des allotissements associés aux stations principales dans les marchés principaux. Compte tenu que pour les systèmes analogiques, l'analyse d'image fantôme n'est requise que pour les stations existantes lors de l'implantation d'une nouvelle structure, il semble acceptable que l'analyse

ne se limite aussi qu'aux stations existantes dans le cas des systèmes numériques qui seront construit selon le plan transitoire. Les paramètres réels d'opération pourraient alors être utilisés, dans la mesure où les autorités réglementaires élabore une procédure d'analyse adéquate pour la norme ATSC et validée par des résultats expérimentaux.

Pour ce qui est des stations numériques du futur plan numérique final, la même procédure pourrait être utilisée, en considérant les paramètres réels d'opération. Puisque le plan numérique final utilisera des paramètres similaires au plan analogique et vraisemblablement des puissances inférieures et qu'il est reconnu que la norme numérique ATSC est vraisemblablement plus robuste que la norme analogique NTSC en ce qui concerne l'impact des éoliennes, l'analyse n'est donc pas réellement requise, puisque la conversion au numérique ne provoquera qu'une amélioration de la situation existante. De toute façon, aucune analyse sérieuse ne peut actuellement être effectuée dans le cas de la norme ATSC, compte tenu de l'absence de références adéquates.

### 3 Analyse des systèmes de télédiffusion (TV)

#### 3.1 Généralités

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

L'analyse consiste à évaluer l'impact des 18 nouvelles éoliennes sur la réception des signaux émis par les deux stations suivantes, considérant les paramètres d'exploitation publiés par Industrie Canada dans la banque de données des systèmes de télédiffusion. Les paramètres de la station CBGAT-10 de Mont-Louis sont aussi inclus, puisqu'ils sont requis pour l'évaluation de la qualité de réception au site de CBGAT2 à Murdochville.

Lettre d'appel	Canal	Puiss. App. Rayonnée Visuel Max (PARV max) Watts	Altitude au sol (m)	Hauteur d'antenne (m)	Coordonnées
CBGAT-2-TV Murdochville	Canal 10	4290	853	71	48°57'56" N 65°28'43" O
CBMMT-TV Murdochville	Canal 21	20	853	30.5	48°57'56" N 65°28'43" O
CBGAT-10-TV Mont-Louis	Canal 19	10350	457	109	49°13'20" N 65°45'36" O

Le patron de rayonnement de l'antenne de la station CBGAT-2 a été établi sur la base des informations contenues dans la banque de données d'Industrie Canada.

Malgré que le patron de rayonnement de l'antenne de la station CBMMT soit directionnel, nous avons dû utiliser un patron omnidirectionnel, puisque les patrons de rayonnement des stations faible puissance ne sont pas publiés. L'impact de ce choix est l'augmentation du contour de service B dans les portions latérale et arrière de l'antenne, mais n'affecte vraisemblablement pas la prédiction du niveau de champ reçu directement de la station dans la seule zone peuplée de la région, soit la ville de Murdochville. Cette situation représente cependant une évaluation d'impact pessimiste, puisque la prédiction du champ réfléchi par les éoliennes sera généralement surévaluée, compte tenu que les éoliennes se situent probablement à l'extérieur du lobe principal de l'antenne directionnelle utilisée pour la station CBMMT-TV.

### 3.1.2 Positions des éoliennes analysées

Les positions des éoliennes analysées sont celles de la variante A, indiquées au tableau suivant.

Éolienne	Secteur	Longitude	Latitude
PM-1	Porphyre	230,318	5,428,028
PM-2	Bell	234,683	5,427,091
PM-3	Miller	229,454	5,431,307
PM-4	Porphyre	230,485	5,427,681
PM-5	Porphyre	230,695	5,427,340
PM-6	Miller	229,408	5,430,956
PM-7	Miller	230,492	5,431,177
PM-8	L'Aiguille	231,035	5,422,756
PM-9	L'Aiguille	230,178	5,422,655
PM-10	L'Aiguille	230,078	5,422,350
PM-11	Miller	233,952	5,428,762
PM-12	Bell	234,654	5,427,312
PM-13	Bell	234,628	5,426,846
PM-14	Miller	234,276	5,428,389
PM-15	York	235,628	5,427,019
PM-16	York	235,739	5,426,692
PM-17	York	235,884	5,426,276
PM-18	L'Aiguille	230,389	5,423,708

Coordonnées des éoliennes à analyser, projection Québec MTM zone 5 (NAD83).



### 3.1.3 Sommaire des spécifications des éoliennes

Le modèle d'éolienne projeté est celui du manufacturier Vestas, modèle V90, d'une puissance de 3.0 MW, utilisant une tour de support de 80 mètres de hauteur. Les principales caractéristiques sont énumérées au tableau suivant.

#### **Rotor**

Diamètre:	90 m
Inclinaison de l'axe:	6°
Conicité des pales:	4°
Nombre de pales:	3

#### **Pales**

Principe: Voilure intégrée à un longeron en sandwich

Matériel: Epoxy renforcé de fibre de verre et de fibre de carbone dans les semelles de longeron \*

Longueur:	44 m
Longueur maximum de la corde:	3.512 m
Longueur de la corde en bout de pale:	0.391 m
Superficie projetée par une pale :	90m <sup>2</sup>
Torsion (point d'attache /bout de pale):	17.5°

#### **Nacelle** (Incluant le moyeu et le cône)

Longueur:	13.25 m
Largeur:	3.6 m
Hauteur:	4.05 m

#### **Tour**

Section	Longueur	Diamètre Maximum	Diamètre Minimum
1	13350mm	4190mm	3807mm
2	20355mm	3807mm	3284mm
3	20460mm	3284mm	2773mm
4	23285mm	2773mm	2316mm

\* Les informations initialement obtenues concernant les spécifications de l'éolienne, modèle V90, indiquaient que la voilure des pales contenait une certaine proportion de fibre de carbone. Compte tenu de la conductivité de la fibre de carbone, la réflectivité des pales fut considérée comme équivalente à celle du métal, donc avec un coefficient de réflectivité égal à 1. Toute l'étude fut exécutée avec cette valeur, cependant une information obtenue au dernier moment indique que seulement les semelles de longeron contiennent de la fibre de carbone, ce qui permettrait de réduire le coefficient de réflectivité aux environs de 0.35 et représenterait une réduction du niveau des signaux réfléchis de presque 10 dB.

## 3.2 Méthodologie de l'analyse

Deux types d'analyse 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 atteint le seuil recommandé par la réglementation.

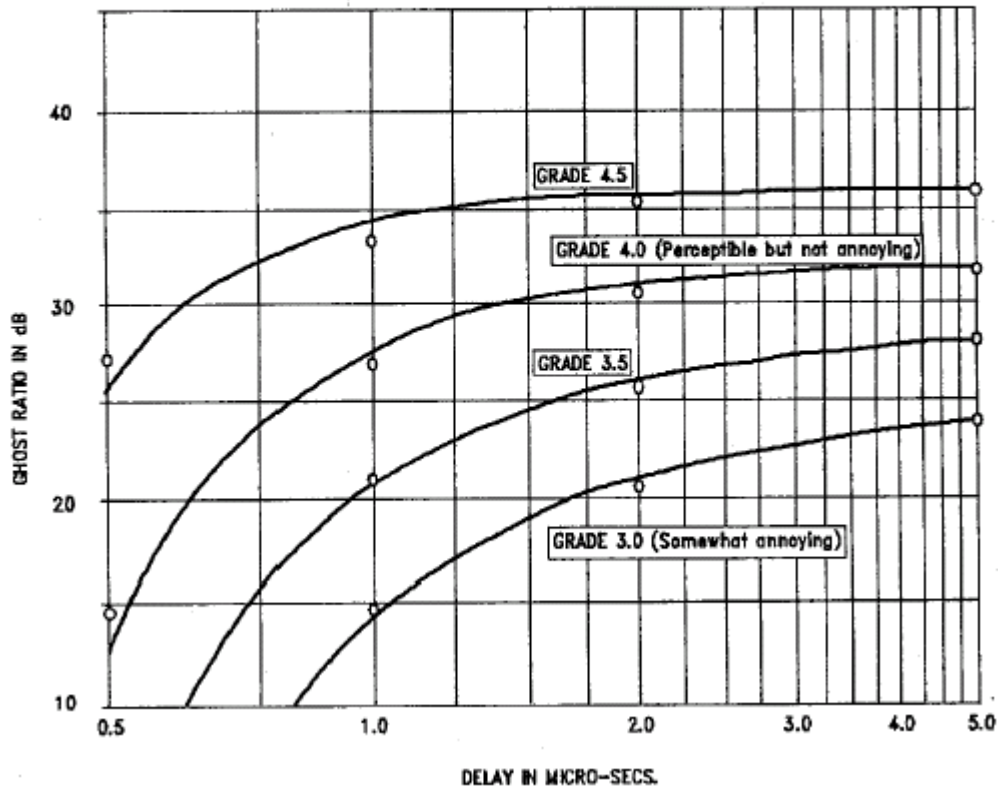
### 3.2.1 Évaluation de la qualité de l'image

Le tableau suivant indique la gradation de l'indice de qualité tel que prescrit par Industrie Canada et aussi par l'Union Internationale des Télécommunications (UIT). Industrie Canada ne publie cette méthodologie dans son Bulletin Technique BT-5 que pour les structures fixes implantées aux voisinages des émetteurs de télévision, généralement moins de 1500m. Cette méthodologie décrite dans le BT-5 s'applique à relativement faible distance de l'émetteur et pour des structures assimilées à des pylônes de télécommunications. Son applicabilité pour des structures de plus grande section horizontale, tel que des éoliennes, situées à plusieurs kilomètres de l'émetteur n'est pas démontrée.

Indice de Qualité	Dégradation (description)
5	Imperceptible (excellent)
4	Perceptible mais non gênant (bon)
3	Légèrement gênant (moyen)
2	Très gênant (médiocre)
1	Inutilisable (mauvais)

Malgré tout, l'indice de qualité de l'image tel que décrit au tableau précédent peut être utilisé, puisqu'il s'agit de la perception de l'auditeur. Le graphique de la page suivante montre la variation de cet indice de qualité selon la relation entre le ratio des niveaux de signal et le délai entre ces signaux. Ces courbes seront utilisées afin de déterminer l'indice de qualité en mode statique, en utilisant une approche de calcul légèrement différente de celle utilisée par Industrie Canada. Les deux approches sont cependant basées sur les mêmes fondements, soit de considérer chacune des structures comme des réémetteurs dont la puissance équivalente rayonnée est fonction de l'intensité de champ reçu par la structure.

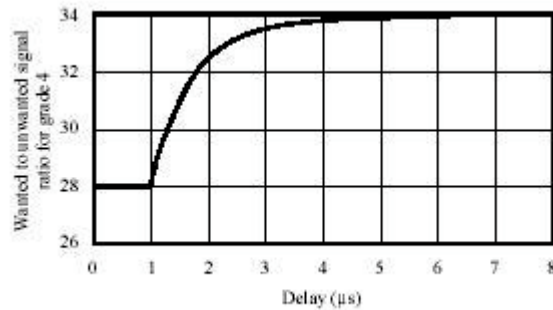
**TELEVISION GHOST INVESTIGATION**  
**GHOST DELAY versus GHOST LEVEL FOR GIVEN PICTURE GRADE**  
**BASED ON TYPICAL VIEWER POPULATION SAMPLE**



Industrie Canada n'a toujours pas publié de circulaire ou de bulletin technique concernant l'impact des éoliennes sur la qualité des signaux de télévision, cependant l'UIT a publié la recommandation BT-805 qui présente une méthode simplifiée d'analyse des réflexions sur les pales en mouvement et basée en bonne partie sur les études effectuées vers les années 1980 par MM. Sengupta et Senior, considérant chacune des éoliennes comme un réémetteur tel que décrit précédemment.

Afin de tenir compte de l'impact des pales en mouvement dans le "Forward Scattering Zone", où le délai est plus faible, mais causant quand même une dégradation importante, l'UIT utilise une courbe ayant un écart de niveau minimum requis de 28 dB lorsque le délai est inférieur à 1 microseconde. Cette courbe est présentée à la page suivante pour l'indice

de qualité de 4, soit l'indice minimal recommandé aussi bien par Industrie Canada que par l'UIT.



Des simulations effectuées ont permis de comparer la méthode proposée par l'UIT avec la méthode proposée par M. Senior dans la référence 3. Ces simulations montrent que les deux méthodes sont généralement en accord à l'intérieur d'un intervalle de 1 dB environ. La courbe d'indice de qualité 4 d'Industrie Canada sera donc utilisée pour l'analyse statique et celle de l'UIT sera utilisée pour l'analyse dynamique.

### 3.2.2 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. La valeur du rapport entre ces deux signaux reçus et le délai séparant la réception de ces deux signaux permet d'établir si l'indice de qualité de réception en un point donné atteint le seuil acceptable désiré en considérant chacune des éoliennes une à une.

Le calcul de la puissance équivalente maximale rayonnée par l'éolienne est basé sur la méthode proposée par l'UIT dans BT-805, cependant le patron de rayonnement retenu est basé sur la méthode proposée par M. Senior dans la référence 1, étant plus conservateur et nous apparaissant plus réaliste, puisque basé sur une grande quantité de mesure sur le terrain.

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 donnée 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 1 seconde d'arc rééchantillonné à une résolution de 100 mètres, afin de limiter le temps de calcul nécessaire. L'intensité de champ reçu par le récepteur TV est prédite à une hauteur de 9.1 mètres, alors que l'intensité de champ reçu par les éoliennes est prédite à une hauteur de 80 mètres, soit la hauteur de l'axe du rotor.

L'analyse dynamique est effectuée en utilisant la surface projetée par les pales seulement, en utilisant un nombre équivalent de pales maximal égal à 2, tel que suggéré par MM. Sengupta et Senior. Les calculs ont été effectués sans considération pour l'inclinaison de l'axe du rotor, ni la conicité des pales, ce qui représente le cas pessimiste. La prise en compte de ces deux facteurs résulterait en un nombre équivalent de pales maximal égal à 1, donc à une réduction de 6 dB de la puissance équivalente réfléchi par l'éolienne en mode dynamique. Ce facteur ajouté au facteur d'approximativement 10 dB mentionné précédemment concernant le contenu de fibre de carbone, permet de conclure que les résultats de cette analyse dynamique sont très conservateurs. Finalement, la torsion des pales n'a pas non plus été prise en compte.

L'annexe 1 présente les résultats obtenus pour l'analyse dynamique dans le cas des stations CBGAT-2-TV et CBMMT-TV à Murdochville. Comme il est pratiquement 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. La grille de couleur représente les endroits où une possibilité d'interférence existe, provenant de l'une ou l'autre des éoliennes. Pour chaque section de terrain de 100m X 100m, la couleur indique le nombre d'éolienne pouvant causer une interférence en mode dynamique, à un niveau suffisant pour causer une qualité de réception correspondant à un indice de qualité inférieur à 4, donc gênante.

L'analyse se limite à la région située à l'intérieur du contour B 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 B, ou encore que ce point est à l'intérieur du contour B, mais qu'aucune éolienne ne cause de dégradation

suffisante pour produire un indice inférieur à 4, tel que dans la ville de Murdochville. Dans ces endroits, soit qu'il n'y a aucune interférence perceptible ou encore que l'interférence provoque une dégradation perceptible, mais non gênante. Dans les zones en jaune, il y aurait soit une ou deux éoliennes pouvant causer des interférences occasionnelles avec un indice de qualité inférieur à 4, donc gênante. Dans les zones orangées, ce nombre d'éoliennes interférentes est soit de 3 ou 4 éoliennes, tandis que dans les zones en rouge, ce nombre d'éolienne est de 5 ou plus.

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. La probabilité que cette interférence associée à une éolienne en particulier soit présente est évaluée à moins de 2% du temps. Lorsqu'en un point donné, plus de 5 éoliennes peuvent causer de l'interférence, la probabilité d'interférence en ce point dépasse donc le seuil de 10%. Ce seuil de 10% est le seuil maximal jugé acceptable selon la BPR-4 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 défini 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 BPR-4, lorsque des zones peuplées subissent un risque d'interférence pour plus de 10% du temps, l'opérateur du système 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 aucune population, elle peut généralement être tolérée.

### 3.2.3 Analyse statique

L'analyse statique utilise la même méthodologie que l'analyse dynamique en considérant la surface totale de la tour, ainsi que la surface de la nacelle et des pales. La courbe de l'indice de qualité de l'image utilisée est celle publiée par Industrie Canada dans le BT-5. Le patron de rayonnement utilisé pour les éoliennes est un cardioïde similaire à celui de la portion "backscattering zone" de l'analyse dynamique, mais complété jusqu'à un angle de  $\pm \pi$  radians.

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 l'éolienne, principalement en ce qui concerne le principal réflecteur, soit la tour de support. 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° a une ouverture verticale d'environ 0.03° centrée aux environs de 0.5° d'élévation, alors que dans la bande L (1.1GHz), l'ouverture est d'environ 0.09° aussi centrée à 0.5°. 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°, 0.5° et 2° respectivement et puisque la conicité moyenne de la tour est de 1.25° environ, ces patrons verticaux seraient orientés vers le haut à 1.25° environ. Le BT-5 suggère des ouvertures de l'ordre de quelques degrés jusqu'à 10° 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, des ouvertures de 1° en UHF, 2° en H-VHF et de 5° en L-VHF ont été utilisées pour les calculs et la conicité de la tour n'a pas été prise en compte, ce qui nous permet d'affirmer que les résultats obtenus sont très conservateurs.

L'annexe 2 présente les résultats de l'analyse statique des stations CBGAT-2-TV et CBMMT-TV à Murdochville. Dans le cas de cette analyse, le niveau du sol aux principales éoliennes est relativement près du niveau du sol à l'émetteur et la considération du patron vertical de l'antenne de la station émettrice a été négligée. Plus généralement, lorsque les écarts d'altitude entre l'émetteur et les éoliennes sont plus importants et les distances relativement

courtes, le patron vertical de l'émetteur devra être considéré, ainsi que la conicité des tours portantes.

### 3.2.4 Réception de CBGAT-10-TV au site de CBGAT-2-TV

La prédiction de la couverture de la station CBGAT-10-TV située à Mont-Louis a été effectuée à l'aide de l'algorithme CRC-Predict, afin de permettre l'évaluation de la qualité de réception de cette station au site de CBGAT-2-TV. Bien que ce point de réception se situe à l'extérieur du contour B protégé de cette station, la SRC utilise ce signal reçu à Murdochville afin d'alimenter la station CBGAT-2-TV qui elle réalimentera la station CBGAT-3-TV de Grande-Vallée de la même façon.

Le tableau qui suit fournit le détail des signaux reçus des différentes sources, ainsi que l'indice de qualité obtenu de chacune des éoliennes.

Émetteur	Intensité de champ (dB $\mu$ )	Délai ( $\mu$ Sec)	Indice de qualité	Écart signal Désiré / Non désiré
CBGAT-10	48.90	0.00	N/A	
PM-1	28.18	0.52	4.21	20.72
PM-2	27.25	6.04	2.64	21.65
PM-3	22.90	0.01	5.00	26.00
PM-4	26.49	0.64	4.02	22.41
PM-5	25.99	0.75	3.87	22.90
PM-6	17.34	0.00	5.00	31.55
PM-7	24.53	0.30	5.00	24.37
PM-8	14.16	15.18	4.32	34.74
PM-9	1.36	17.76	5.00	47.54
PM-10	-12.07	19.47	5.00	60.97
PM-11	6.81	3.97	5.00	42.09
PM-12	25.43	6.01	2.87	23.47
PM-13	29.13	6.07	2.40	19.76
PM-14	4.07	4.78	5.00	44.83
PM-15	6.82	10.81	5.00	42.07
PM-16	-11.48	11.78	5.00	60.38
PM-17	-21.60	13.23	5.00	70.50
PM-18	27.01	12.17	2.58	21.89

L'on remarquera que malgré que certaines éoliennes bénéficient d'un indice de qualité supérieur à 4, le ratio Désiré/Non désiré (D/N) est inférieur aux 28 dB minimum recommandé par l'UIT. La contribution des éoliennes PM-18, PM-13, PM-12 et PM-2 peuvent facilement être réduite pour atteindre un indice supérieur à 4, simplement en utilisant une antenne directionnelle. Le niveau de signal reçu des éoliennes PM-5 et PM-4 pourrait possiblement



être réduit suffisamment par l'utilisation d'une antenne de réception la plus directionnelle possible et de la plus haute qualité. Dans le cas des éoliennes PM-3 et PM-7, l'utilisation d'une antenne directionnelle n'aura aucun effet.

Il faut noter que ces valeurs d'intensité de champ reçu ne sont basées que sur une prédiction et que malgré l'utilisation d'un algorithme des plus performants (CRC-Predict), les valeurs mesurées en situation réelle pourraient varier de plusieurs dB en plus ou en moins. Cependant, compte tenu que ces prédictions sont très conservatrices, tel qu'expliqué précédemment, il est prévisible que la qualité de réception ne soit que légèrement affectée et possiblement de façon imperceptible. L'impact sur la chrominance ne peut toutefois pas être évalué, en l'absence d'étude adéquate permettant de dériver une procédure d'évaluation acceptable.

Puisque la réception de ce signal affecte la qualité des signaux émis par la station CBGAT-2 et par ricochet les signaux émis par la station CBGAT-3-TV à Grande-Vallée, la SRC devrait songer à accélérer l'implantation d'une station de réception satellite afin d'alimenter l'émetteur de CBGAT-2-TV.

### 3.2.5 Réception de CBGAT-2-TV au site de CBGAT-3-TV

Le tableau suivant montre le détail des signaux reçus des différentes sources, ainsi que l'indice de qualité obtenu de chacune des éoliennes au site de CBGAT-3-TV. Ces résultats montrent qu'aucune des 18 positions d'éoliennes analysées ne produit de dégradation perceptible au site de réception de CBGAT-3-TV. Aucune mesure corrective n'est donc requise en ce qui concerne le site de réception de CBGAT-3-TV.

Émetteur	Intensité de champ (dBμ)	Délai (μSec)	Indice de qualité
CBGAT-2	66.93	0.00	N/A
PM-1	6.92	12.67	5.00
PM-2	18.50	0.11	5.00
PM-3	-5.93	17.48	5.00
PM-4	7.95	11.96	5.00
PM-5	-2.63	11.08	5.00
PM-6	-10.88	17.48	5.00
PM-7	-12.73	13.07	5.00

PM-8	4.46	25.34	5.00
PM-9	-14.47	28.37	5.00
PM-10	-15.84	30.34	5.00
PM-11	13.81	0.99	5.00
PM-12	15.44	0.02	5.00
PM-13	24.82	0.19	5.00
PM-14	10.89	0.40	5.00
PM-15	16.80	0.83	5.00
PM-16	-8.27	1.38	5.00
PM-17	4.72	2.30	5.00
PM-18	6.40	22.38	5.00

#### 4 Liaisons micro-ondes

L'annexe 3 présente les résultats de l'analyse des liaisons point à point de la région immédiate de Murdochville. Cette analyse montre qu'une éolienne, soit l'éolienne PM-18 sur le Mont L'Aiguille, entre en conflit avec les deux liaisons par faisceau hertzien de la société Telus-Québec originant de ce site, l'une vers le site de Mont-Louis et l'autre vers la centrale téléphonique de Murdochville.

La règle applicable tout au long d'un tel parcours micro-ondes est que la position de l'éolienne doit être à une distance minimale de trois fois le rayon de la première zone de Fresnel, plus le rayon du rotor de l'éolienne, à partir de l'axe du parcours. La zone de Fresnel prend la forme d'une ellipse allongée, dont la largeur à une certaine distance d'une des sites radio, dépend de la fréquence utilisée, de la longueur totale du parcours, ainsi que de la distance du point considéré à partir de l'extrémité du parcours.

Les zones identifiées en rouge translucide montre l'étendue de cette zone à protéger tout au long du parcours, cependant, selon la méthodologie proposée par M. Bacon à la référence 2, une zone de protection additionnelle doit être considérée à proximité des deux stations terminales. Cette zone, dite de réflexion excessive est gouvernée par la géométrie de la liaison et des éoliennes, mais aussi par l'efficacité et la directivité des antennes utilisées.

Dans le cas de ces deux liaisons, un corridor de 300 mètres de largeur identifié en jaune translucide doit être protégé sur le premier kilomètre de chaque liaison. L'éolienne PM-18 se retrouve donc dans une zone interdite et devrait être déplacée au minimum de quelques

centaines de mètres vers le sud, afin de la repositionner derrière la station radio du Mont L'Aiguille.

## 5 CONCLUSION

L'impact de l'ajout de ces 18 éoliennes sur la qualité des signaux de télévision reçus dans la seule zone peuplée de la région, soit la ville de Murdochville, a été évalué en détails et les résultats montrent que l'ajout de ces éoliennes ne dégradera pas de façon perceptible la qualité des signaux reçus des stations CBGAT-2-TV et CBMMT-TV, en aucun endroit de la ville de Murdochville.

Selon l'analyse effectuée, la qualité des signaux reçus de la station CBGAT-10-TV au site de l'émetteur de CBGAT-2-TV pourrait subir une dégradation gênante, particulièrement des éoliennes PM-1, PM-3, PM-4, PM-5 et PM-7. L'utilisation d'une antenne de réception hautement directionnelle ne suffirait vraisemblablement pas à corriger le problème et l'utilisation d'une station de réception par satellite au site de CBGAT-2-TV est recommandée.

Selon l'analyse effectuée, la qualité des signaux reçus de la station CBGAT-2-TV au site de l'émetteur de CBGAT-3-TV situé à Grande-Vallée, ne subirait aucune dégradation perceptible ou gênante.

L'analyse des liaisons point à point par faisceau hertzien de la région démontre qu'une éolienne, soit la PM-18, devra être déplacée de quelques centaines de mètres vers le sud, afin de la placer au sud de la station radio de Telus-Québec et de ne pas interférer avec les liaisons point à point utilisant ce site radio. Alternativement, les positions 19 ou 20 de l'ancienne variante B pourraient être utilisées. Finalement, une attention particulière devra être portée à la position de l'éolienne PM-12, tout déplacement de la position de cette éolienne en direction du secteur nord ou ouest, pourrait être conflictuel avec les bonnes performances de la liaison de la DGT entre le Mont Miller et Grande-Vallée.

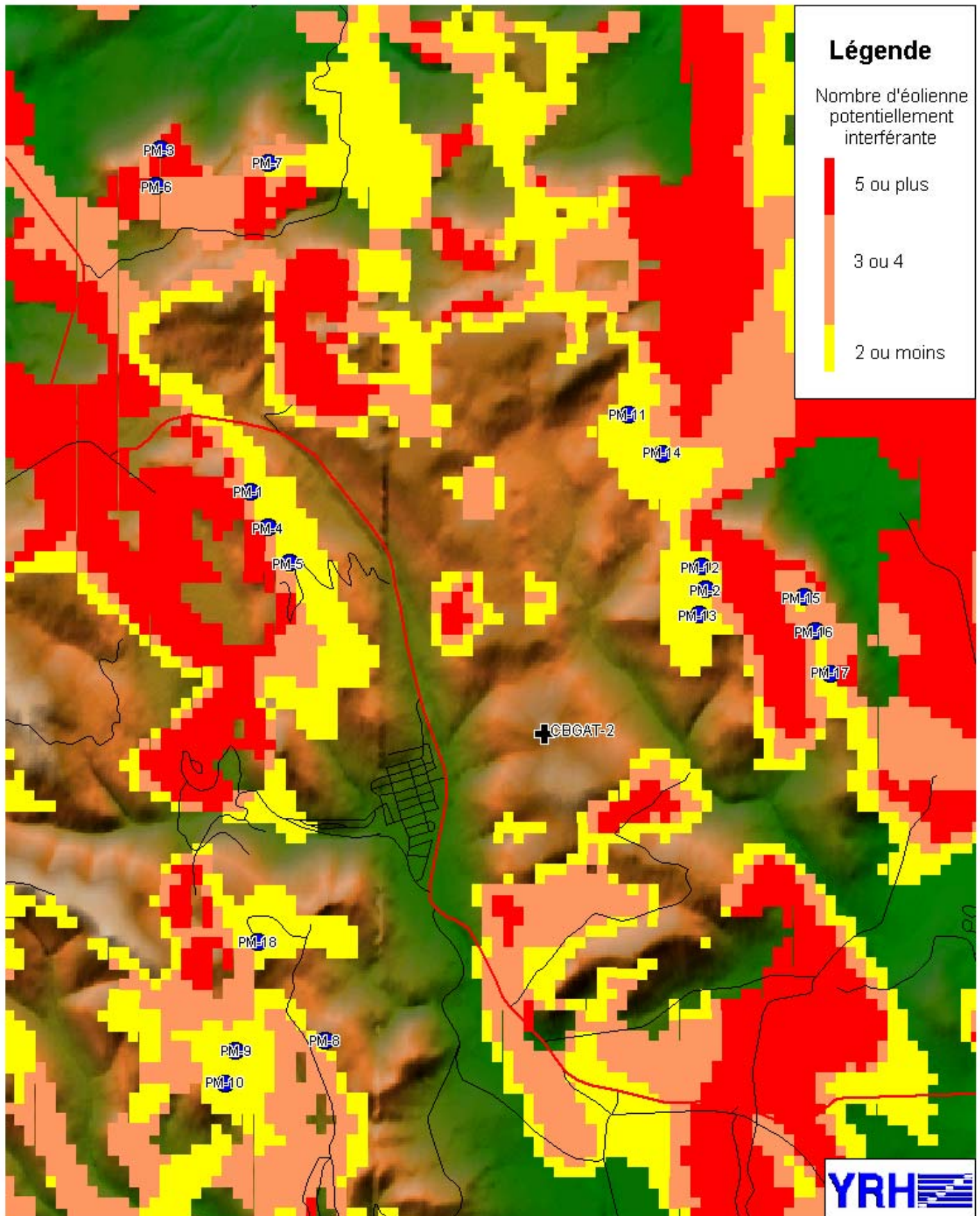
## **Références :**

- 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- Industry Canada TB-5 "Report on predicting television ghosting interference and picture quality", Issue 2, July 1989
- 8- Industry Canada BC-9 "Television ghosting interference analysis", Issue 1, July 1996
- 9- Industry Canada BPR "Part IV: Application Procedures and Rules for Television Broadcasting Undertakings", April 1997
- 10- Industry Canada BTS-3 "Television Broadcasting", Issue 2, December 1997

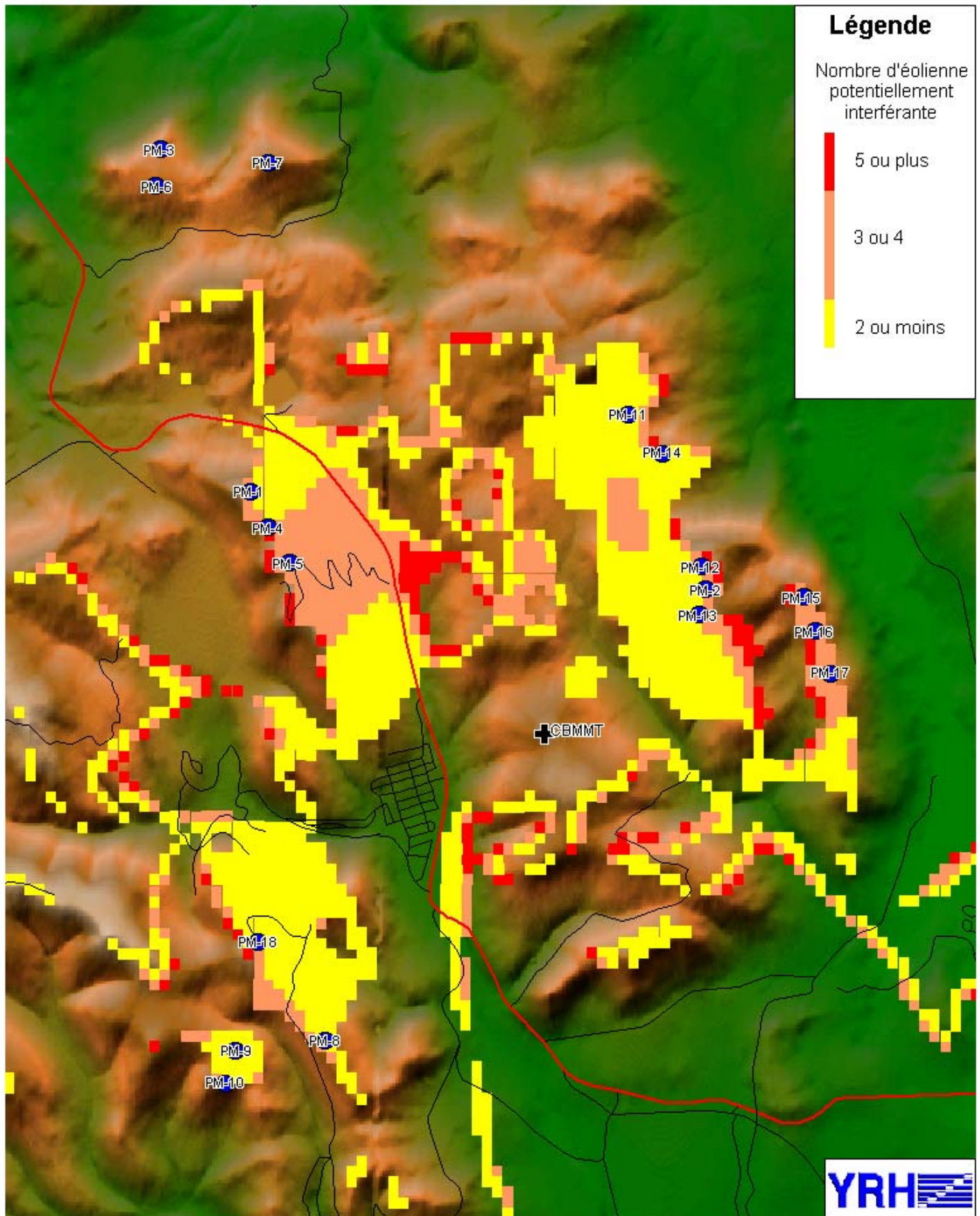
# **ANNEXE 1**

## **Résultats de l'analyse dynamique pour les stations CBGAT-2-TV et CBMMT-TV Murdochville**

# Résultats de l'analyse dynamique CBGAT-2-TV



# Résultats de l'analyse dynamique CBMMT-TV

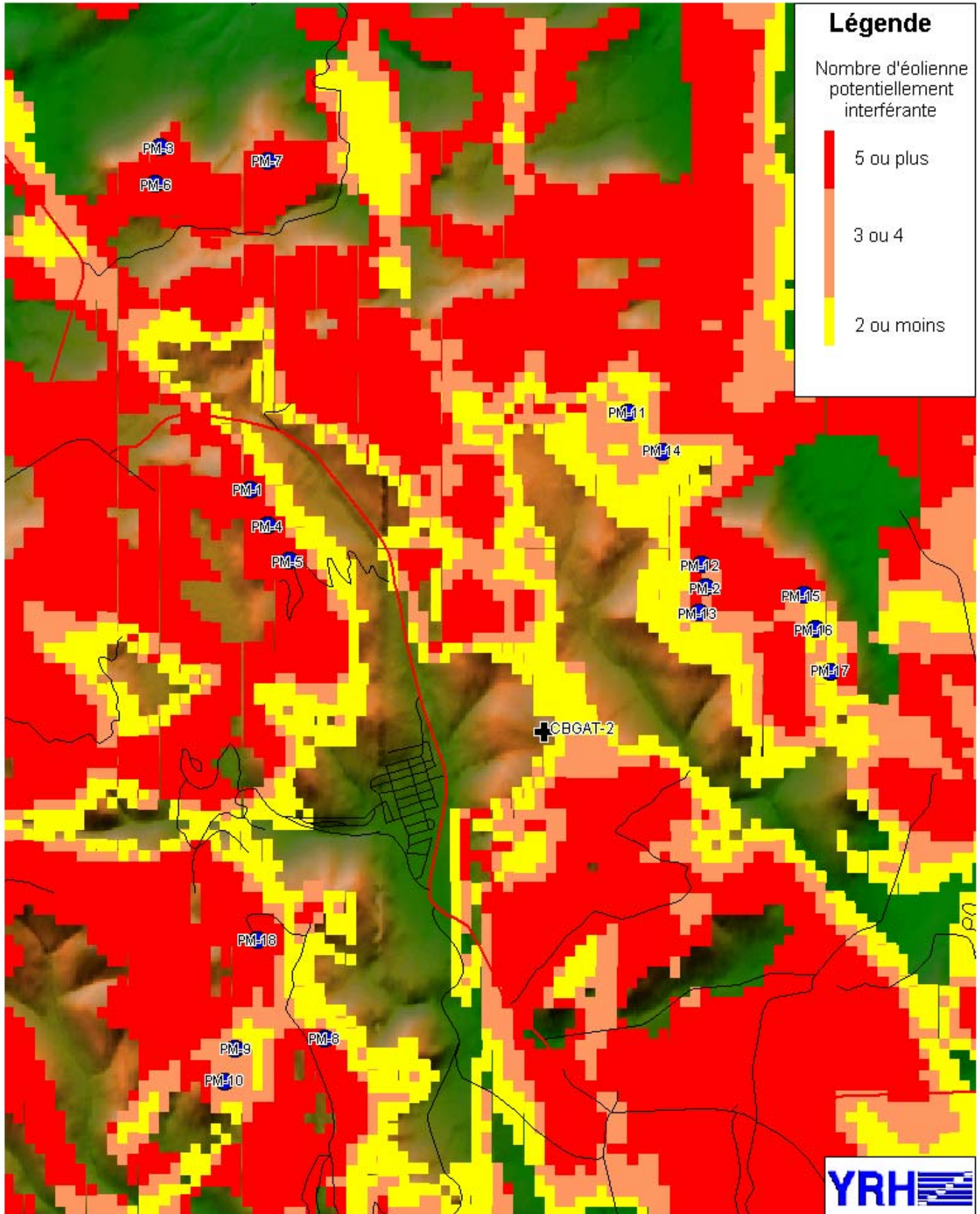


## **ANNEXE 2**

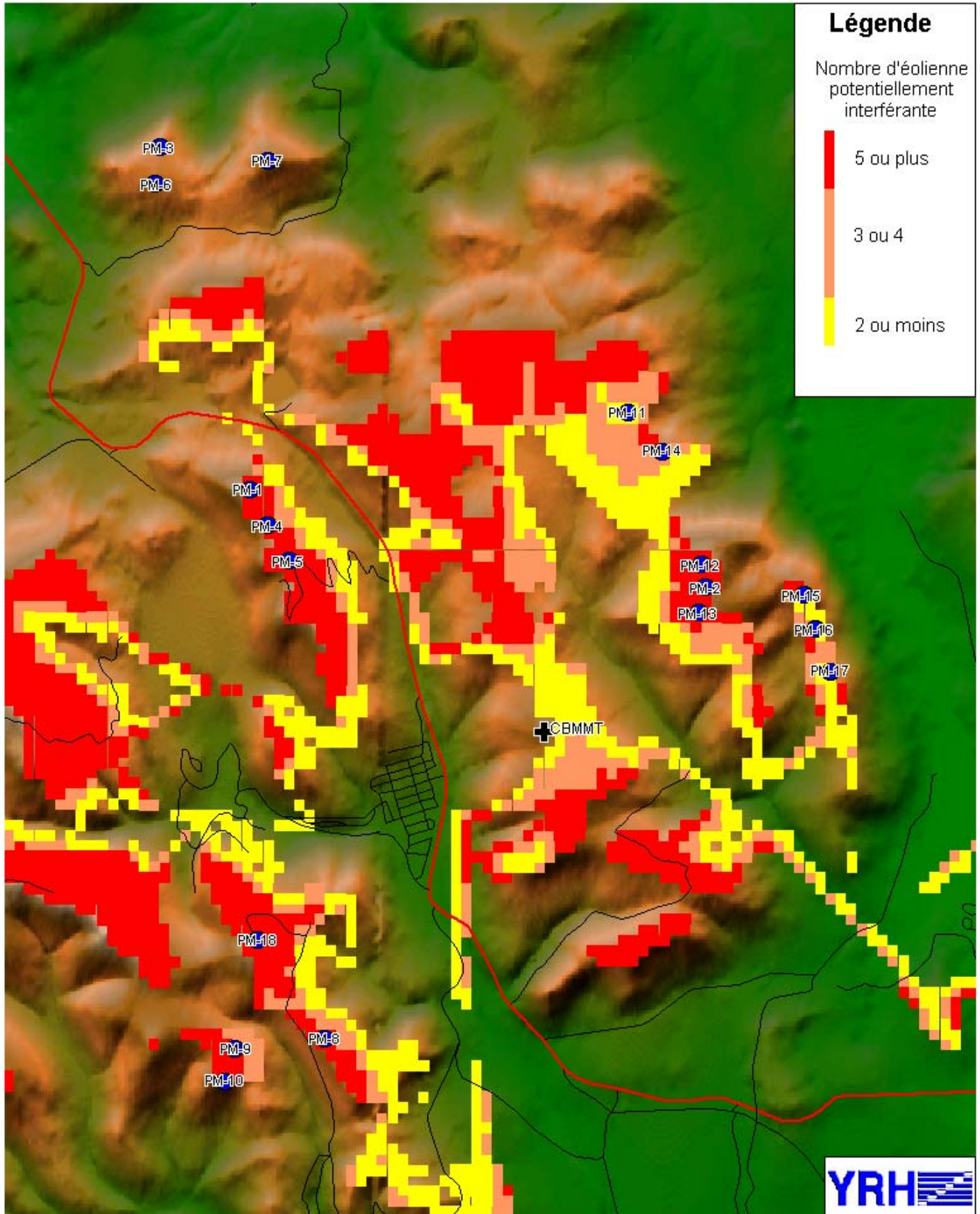
### **Résultats de l'analyse statique pour les stations CBGAT-2-TV et CBMMT-TV Murdochville**



# Résultats de l'analyse statique CBGAT-2-TV



# Résultats de l'analyse statique CBMMT-TV



## **ANNEXE 3**

### **Résultats de l'analyse des liaisons par faisceau hertzien point à point Murdochville**

# Résultats de l'analyse des liaisons point à point

