

# Annexe E

---

Méthode d'évaluation de l'intensité de l'effet environnemental – Climat sonore

## Méthode d'évaluation de l'intensité de l'effet environnemental – Climat sonore

La description générale de la méthodologie, suivie lors de l'évaluation de l'effet environnemental du projet, est décrite au chapitre 6 du rapport principal: «*Méthode d'analyse des effets environnementaux*».

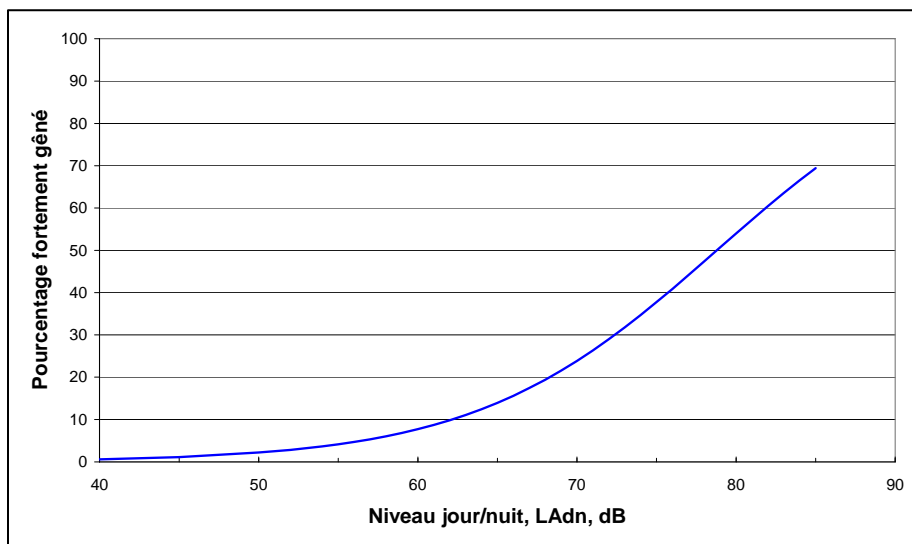
Cette approche repose, en premier lieu, sur la détermination de **l'intensité** des effets appréhendés qui peut être faible, moyenne, forte ou très forte. Par la suite, **l'étendue** et la **durée** sont considérées pour en venir à un indicateur synthèse, **l'importance de l'effet environnemental**.

En ce qui a trait à la composante bruit, la détermination de l'intensité de l'effet environnemental a été basée principalement sur la norme ISO 1996-1 <sup>[1]</sup>.

*«Pour être utile, toute méthode de description, de mesurage et d'évaluation du bruit de l'environnement doit être liée, de quelque manière que ce soit, à ce qui est connu de la réaction humaine par rapport au bruit»<sup>1</sup>.*

Plusieurs recherches ont établi des relations dose-effet associées au bruit (niveau de bruit vs réaction dans la population). Une des premières relations proposées est celle de Schultz en 1978<sup>[2]</sup>, basée sur des bruits reliés aux transports. D'autres relations ont aussi été proposées par la suite <sup>[3,4]</sup>; en moyenne, «*elles coïncident virtuellement avec la courbe de Schultz*».

*«Par mesure de simplicité et en raison de sa signification historique, la courbe de Schultz est considérée comme la courbe à utiliser pour définir le pourcentage de la population fortement gênée par le bruit dû à la circulation routière comme une fonction du niveau acoustique jour/nuit ( $L_{dn}$ , en dBA)».*



**Figure 1 : Relation dose-effet de Shultz**

<sup>1</sup> Les éléments apparaissant entre guillemets sont des extraits de la norme ISO-1996-1.

« Cette relation dose-effet peut être utilisée pour évaluer la réponse de la collectivité à la gêne causée par d'autres sources si les termes correctifs suggérés ont été appliqués. »

En tenant compte de ce qui précède, il est possible de déterminer le pourcentage de la population fortement gênée par le bruit des éoliennes avec la courbe de Schultz, à partir des résultats de mesures et de prévisions de bruit du projet, auxquels ont été appliqués des facteurs d'ajustement.

« Dans des situations nouvelles, surtout lorsque la collectivité n'est pas familière avec la source du bruit en question, on peut s'attendre à une gêne plus importante pour la collectivité. Cette différence peut atteindre 5 dB ». Compte tenu du fait que le parc d'éoliennes projeté sera une nouvelle source de bruit dans la zone d'étude, le facteur d'ajustement utilisé pour la détermination de l'intensité de l'impact environnemental, est de + 5 dBA.

« Des recherches ont montré une plus grande attente en termes de « paix et tranquillité » dans des ensembles ruraux calmes. Dans des zones rurales calmes, cette plus grande attente de « paix et tranquillité » peut atteindre 10 dB ». Pour les zones sensibles situées dans des « ensembles ruraux calmes », le facteur d'ajustement utilisé pour la détermination de l'intensité de l'impact environnemental, est de + 10 dBA.

Selon la norme ISO 1996-1, la courbe de Schultz « n'est applicable qu'aux niveaux de bruit de l'environnement de long terme, comme la moyenne annuelle ». Ainsi, l'impact appréhendé du parc éolien sur le climat sonore doit être évalué à partir de niveaux sonores initiaux et projetés représentatifs d'une longue période de temps, tel qu'une année. Compte tenu du fait que le facteur d'utilisation du parc est estimé à 34 %, nous considérerons que le niveau de bruit projeté calculé, représentatif de la limite supérieure des émissions sonores du parc en exploitation, sera atteint 34 % de l'année.

Pour évaluer l'intensité de l'effet du projet sur le climat sonore, en des termes qualitatifs (i.e. faible, moyenne, forte ou très forte), la méthodologie du département des Transports des États-Unis<sup>[5]</sup> a été utilisée. Certains critères, sur lesquels se sont appuyés cette méthode, se retrouvent par ailleurs dans des publications internationales<sup>[6,9]</sup> et nationales<sup>[7,8]</sup>. Essentiellement, l'intensité est déterminée par l'ampleur du changement dans le pourcentage de la population fortement perturbée par le bruit apporté par le projet (approche relative), ainsi que par des niveaux sonores cibles (approche absolue).

### Intensité de l'effet environnemental – climat sonore

Qualification de l'intensité de l'effet environnemental	Changement dans le % de la population fortement gênée par le bruit causé par le projet (climat projeté vs climat initial)	Niveaux sonores cibles, climat sonore projeté
faible	2,0 % et moins	ou $L_{dn} \leq 55$ dBA
moyen	2,1 à 6,2 %	et $L_{dn} > 55$ dBA
fort	6,3 à 13,9 %	et $L_{dn} > 55$ dBA
très fort	14 % et plus	ou $L_{dn} \geq 75$ dBA

Par la suite, l'étendue et la durée sont considérées pour obtenir l'importance de l'effet sur le climat sonore.

## Références

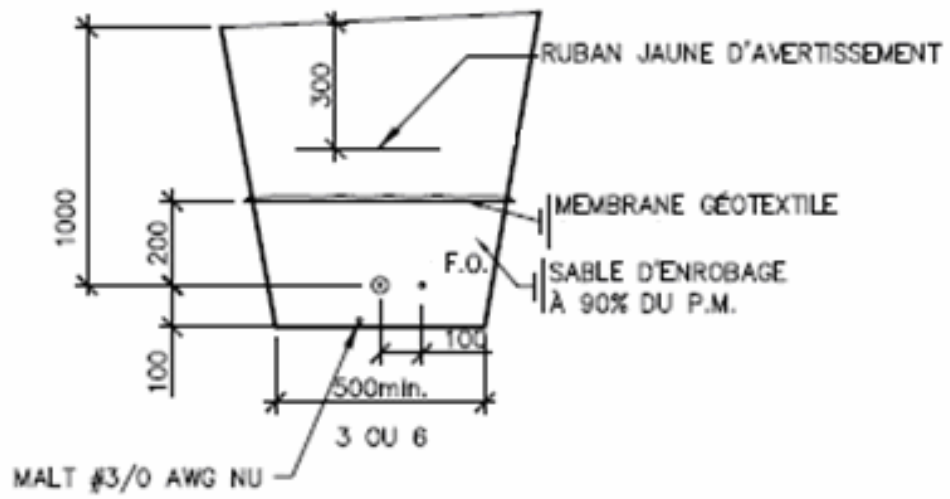
- [1] ISO-1996-1, Acoustique - Description, mesurage et évaluation du bruit de l'environnement, Partie 1, Grandeurs fondamentales et méthodes d'évaluation, 2003
- [2] SCHULTZ T.J., Synthesis of social surveys on noise annoyance, J. Acoust. Soc. Am., 64(2), 1978, pp. 337-405
- [3] FINEGOLD S.F., HARRIS C.S. et VON GIERKE H.E., Community annoyance and sleep disturbance: Updated criteria for assessing the impacts of general transportation noise on people, Noise Control Eng. J., 42(1), 1994, pp. 25-30
- [4] MIEDA H.M.E. et VOS H., Exposure-response relationships for transportation noise, J. Acoust. Soc. Am., 104(6), 1998, pp. 3432-3445
- [5] HARRIS MILLER MILLER & HANSON, Transit Noise and Vibration Impact Assessment, April 1995, Report DOT-T-95-16
- [6] WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Community Noise, 1999
- [7] SOCIÉTÉ CANADIENNE D'HYPOTHÈQUE ET DE LOGEMENT, Le bruit du trafic routier et ferroviaire, 1981
- [8] Comité consultatif fédéral – provincial de l'hygiène du milieu et du travail – Lignes directrices nationales visant la limitation du bruit extérieur – Méthodes et concepts relatifs à l'élaboration de règlements en matière de bruit extérieur pour le Canada, mars 1989
- [4] KEITH S.E., MICHAUD D.S. et BLY S.H.P., A proposal for evaluating the potential health effects of wind turbine noise for projects under the Canadian Environmental Assessment Act, Journal of Low Frequency Noise, Vibration and Active Control, 27(4), pp. 253-265(13), December 2008.

# Annexe E

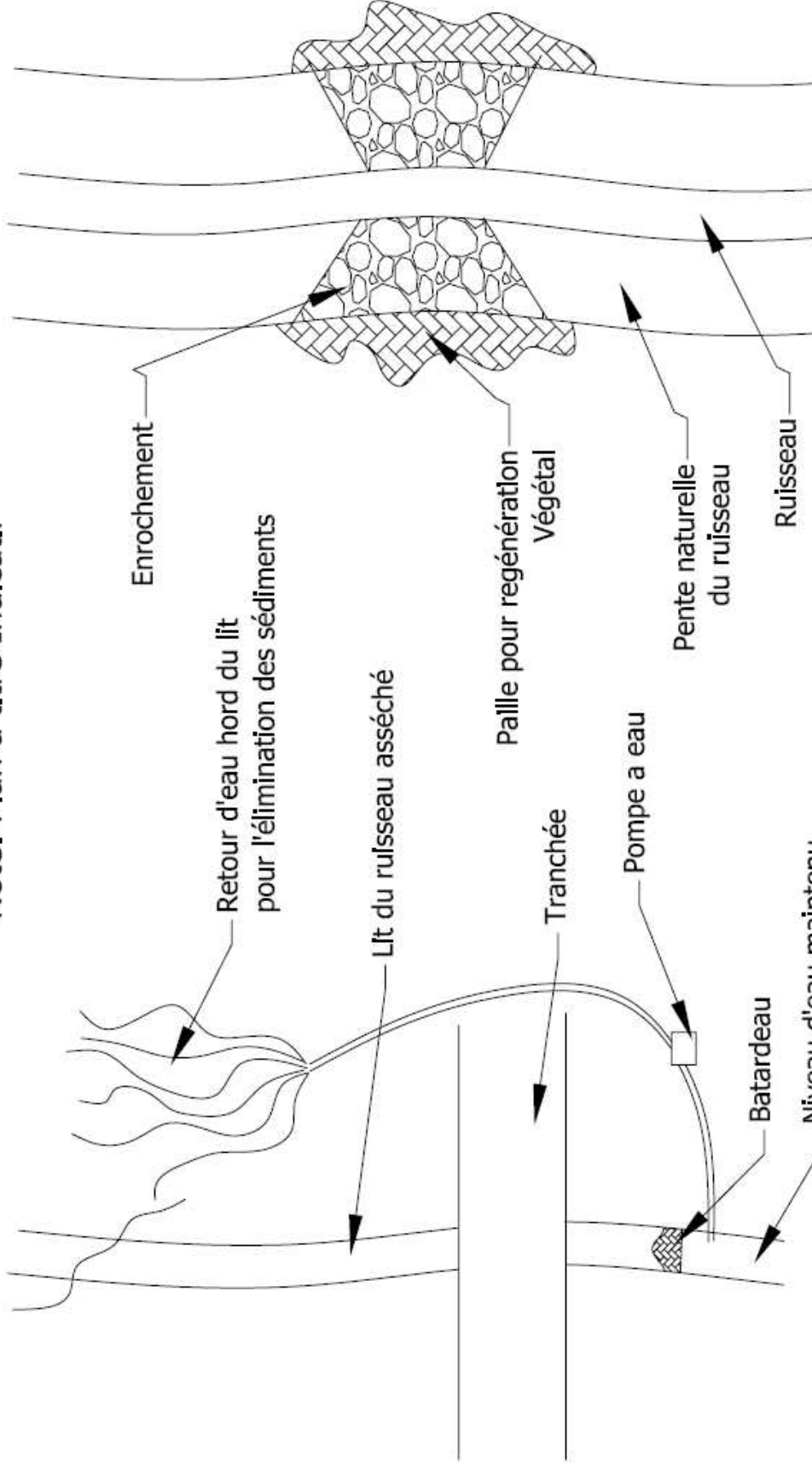
---

Méthode d'évaluation de l'intensité de l'effet environnemental – Climat sonore

# Schéma d'une tranchée



Note: Plan à titre Indicatif



**Vue travaux en cours**

**Vue travaux terminés**

PROJET	N. L. Obouler
CLIENT	MAIRIE DE MONTMAY
PROJET	Restoration
DATE	2009-05-08
MR	msk
Traverse de ruisseau Type 1 (sous le lit)	
Échelle AUCUNE	





# Annexe G

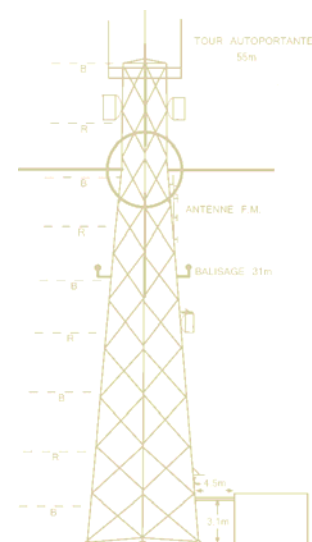
---

Étude d'impact sur les systèmes de télécommunications



**PROJET D'AMÉNAGEMENT DU PARC ÉOLIEN  
DE SAINT-MAXIME-DU-MONT-LOUIS**

**ÉTUDE D'IMPACT  
SUR LES 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

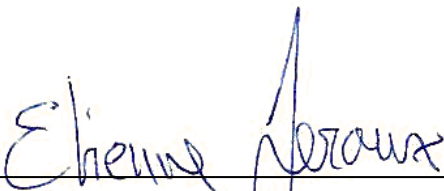
web : [www.YRH.com](http://www.YRH.com)  
courriel : [Telecom@YRH.com](mailto:Telecom@YRH.com)

PROJET D'AMÉNAGEMENT DU PARC ÉOLIEN  
DE SAINT-MAXIME-DU-MONT-LOUIS


SAINT-MAXIME-DU-MONT-LOUIS, QUÉBEC

ÉTUDE D'IMPACT  
SUR LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

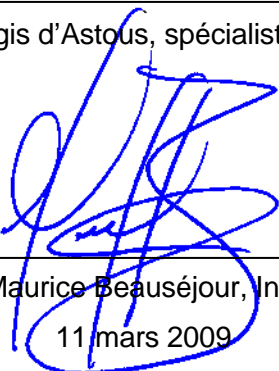
Équipe responsable de la préparation de ce document



Étienne Leroux, ing. jr



Régis d'Astous, spécialiste sr



Maurice Beauséjour, Ing.  
11 mars 2009

**Note :** Ce document est rédigé selon un mandat donné à Yves R. Hamel et Associés Inc. (YRH) 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 par YRH. 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 tenus responsables 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>Discussion .....</b>	<b>2</b>
<b>2.1</b>	<b>Liaisons point à point par faisceaux hertzien.....</b>	<b>2</b>
<b>2.2</b>	<b>Qualité de réception télévisuelle.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Analyse des systèmes de télédiffusion analogique.....</b>	<b>4</b>
<b>3.1</b>	<b>Généralités .....</b>	<b>4</b>
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
<b>3.2</b>	<b>Méthodologie de l'analyse.....</b>	<b>8</b>
3.2.1	Évaluation de la qualité de l'image.....	8
3.2.2	Prédiction de la qualité de l'image.....	11
3.2.3	Analyse dynamique.....	11
3.2.4	Analyse statique.....	14
3.2.5	Évaluation quantitative de l'impact du parc d'éoliennes .....	15
3.2.6	Analyse du signal reçu pour les stations répétitrices.....	17
3.2.7	Systèmes de réception par satellite .....	20
<b>4</b>	<b>Transition vers la télévision numérique.....</b>	<b>21</b>
<b>5</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>24</b>

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

**PROJET D'AMÉNAGEMENT DU PARC ÉOLIEN  
DE SAINT-MAXIME-DU-MONT-LOUIS**

**SAINT-MAXIME-DU-MONT-LOUIS, QUÉBEC**

---

## **1 Introduction**

Yves R. Hamel et Associés Inc., consultants en télécommunications et radiodiffusion a été mandatée par la SNC-LAVALIN ENVIRONNEMENT INC. pour vérifier l'impact de l'implantation d'un parc éolien dans la municipalité de Saint-Maxime-du-Mont-Louis sur divers systèmes de radiodiffusion et de télécommunications. L'analyse de ce parc requiert une zone d'analyse étendue sur le territoire de certaines municipalités environnantes, principalement Mont-Saint-Pierre et dans la partie ouest de Sainte-Madeleine-de-la-Rivière-Madeleine.

Ce rapport fait suite à une étude préliminaire identifiant les différents systèmes de radiodiffusion et de télécommunications étant à risque de subir des interférences suite à l'implantation du parc éolien de Saint-Maxime-du-Mont-Louis. Les systèmes identifiés consistent principalement en la réception des signaux de six stations de télédiffusion (CBGAT-2, CBGAT-3, CBGAT-4, CBGAT-9, CBGAT-10, CBGAT-11) couvrant partiellement la région du parc éolien. Une revue de la visibilité des satellites des réseaux canadiens de radiodiffusion directe par satellite est aussi présentée.

Le présent rapport fournit les résultats de la deuxième phase de l'étude, permettant ainsi de préciser la situation de chacun de ces systèmes et de quantifier le niveau d'impact que pourrait subir chacun d'entre eux suite à la construction du parc éolien. Compte tenu des changements importants apportés à la configuration du parc éolien de Saint-Maxime-du-Mont-Louis depuis la production de l'étude détaillée précédente, ce rapport remplace le rapport de l'étude détaillée produite en janvier 2008.

## 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 éolien.

Les stations radio à modulation d'amplitude (AM) dont les antennes émettrices seraient à proximité d'un parc éolien, typiquement moins de deux kilomètres, peuvent aussi subir un impact important dû à la déformation du patron de rayonnement de ces stations. Puisqu'il n'y a pas de station AM aux environs immédiats du parc éolien proposé, ce type d'analyse de rayonnement secondaire ne sera pas requis pour le projet de Saint-Maxime-du-Mont-Louis.

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

Les liaisons micro-ondes point à point peuvent être grandement affectées par l'ajout d'éoliennes à proximité du parcours de la ligne de vue entre les deux stations impliquées. La règle applicable tout au long d'un 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'un des deux 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. Un simple déplacement de quelques centaines de mètres des éoliennes impliquées suffit généralement à corriger la situation et assurer un maintien des performances de ces liaisons micro-ondes. Une étude a déjà été produite concernant les liaisons micro-ondes à proximité de l'implantation du parc éolien de Saint-Maxime-du-Mont-Louis. Aucune liaison micro-onde n'avait été identifiée dans l'ensemble de la zone d'étude du projet et conséquemment, aucune étude complémentaire n'a été effectuée pour ce rapport.

## 2.2 Qualité de réception télévisuelle

La réception des signaux de télévision 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 image fantôme qui est le scintillement de l'image 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 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 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 de parc éolien. Ce rapport présente les résultats d'une analyse détaillée effectuée dans la région du projet de Saint-Maxime-du-Mont-Louis.

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 qui pourrait affecter la qualité du signal reçu n'est permis. 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 de celles-ci. L'objectif de cette étude est donc de tenter d'établir le plus précisément possible, pour chacune des stations concernées, les limites réelles 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 ainsi que la tolérance des auditeurs aux deux phénomènes sont différents.

### 3 Analyse des systèmes de télédiffusion analogique

#### 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 les six stations de télédiffusion énumérées au tableau 1, dont les contours de service théorique couvrent 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. Dans certains cas, les diagrammes de rayonnement des antennes de ces stations ont été obtenus directement de l'opérateur, sinon, les informations en dossier chez Industrie Canada ont permis de générer des diagrammes de rayonnement suffisamment précis pour les besoins de cette étude.

Tableau 1- Liste des stations de télédiffusion à analyser

Lettre d'appel	Canal	Puiss. App. Rayonnée Visuel : Max / Moy (Watts)	Altitude au sol (m)	Hauteur d'antenne (m)	Coordonnées NAD 83
CBGAT-2 Murdochville	Canal 10	4290 / 1530	853	72	48° 57' 56" N 65° 28' 40" O
CBGAT-3 Grande-Vallée	Canal 6	2275 / 587	320	88.4	49° 13' 00" N 65° 10' 39" O
CBGAT-4 Mont-Louis	Canal 2	8 / N.D.	15.2	12.5	49° 13' 39" N 65° 44' 00" O
CBGAT-9 Gros-Morne	Canal 4	10 / N.D.	152.4	76.2	49° 14' 58" N 65° 31' 55" O
CBGAT-10 Mont-Louis	Canal 19	10350 / 5150	457	109	49° 13' 20" N 65° 45' 33" O
CBGAT-11 Ste-Anne-des-Monts	Canal 8	179600 / 47800	609.6	157.9	49° 06' 07" N 66° 17' 11" O

Deux de ces stations (CBGAT-4 et CBGAT-9) sont de type faible puissance et ne sont pas protégées contre les interférences dans leur contour de service respectif. Cependant, comme ces stations desservent deux municipalités spécifiques, nous avons jugé bon de les inclure dans cette analyse. Les contours de service réalistes de chacune de ces stations ont

été générés à l'aide du logiciel dBPlanner et de l'algorithme de propagation CRC-Predict V3.21 afin de déterminer l'étendue réelle de la couverture de chacune des stations. Les contours de service réalistes qui en découlent sont présentés sur les cartes à l'annexe 2 et on peut y voir que les six stations ne couvrent qu'en partie la zone d'analyse en question. Étant donné que le contour réaliste des stations CBGAT-2, CBGAT-3 et CBGAT-11 ne couvrent pas les zones habitées situées à l'intérieur de la zone d'analyse, l'analyse détaillée n'a été effectuée que pour les stations CBGAT-4, CBGAT-9 et CBGAT-10.

### 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 2 et leurs positions peuvent être visualisées sur les cartes présentées à l'annexe 1.

Tableau 2- Position des éoliennes analysées (Configuration layout22)

No	Abscisse UTM NAD83 ZONE 20	Ordonnée UTM NAD83 ZONE 20	Élévation (m ANNM)
1	306934	5447327	623
2	307519	5450053	550
3	308320	5455966	386
4	307286	5455829	469
5	308021	5455782	424
6	306934	5455697	477
7	307699	5455618	453
8	306701	5455471	451
9	307347	5455485	477
10	307157	5455105	461
11	306950	5454846	453
12	306662	5454513	441
13	309061	5454395	534
14	309665	5454320	521
15	307715	5454280	480
16	308749	5454198	539
17	309392	5454106	540
18	308910	5453862	540
19	308424	5453846	560
20	309899	5453672	520
21	308177	5453626	523
22	307363	5453552	465
23	307035	5453396	478
24	309879	5453265	539
25	310433	5453158	501
26	309449	5453130	559
27	307203	5453052	479
28	306055	5452892	539
29	309274	5452859	540
30	305681	5452785	540
31	310139	5452738	539
32	305415	5452571	520
33	309641	5452550	525
34	310159	5452304	491
35	306182	5452117	572
36	307330	5451790	523
37	306389	5451784	578
38	306943	5451657	554
39	306082	5451597	579
40	306662	5451457	572
41	307302	5451198	559
42	306536	5450996	560
43	308558	5450676	520
44	307643	5450596	559
45	306636	5450416	560
46	307788	5450267	559
47	306796	5449969	560
48	309138	5449835	539
49	308811	5449675	525
50	307899	5449353	559
51	307350	5449180	580
52	307106	5448950	600
53	307477	5448363	618
54	309839	5448307	573
55	309472	5448194	579
56	308264	5448040	620
57	310172	5448014	540
58	308699	5447868	620
59	307838	5447841	650
60	307559	5447642	668
61	307331	5447410	659

### 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 l'A-1650 d'AAER. C'est un modèle d'une puissance de 1.65 MW dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau qui suit :

Tableau 3 : Caractéristiques de l'A-1650 d'AAER

<b>Rotor</b>			
Diamètre :	77 m		
Inclinaison de l'axe :	4.5°		
Conicité des pales :	0°		
Nombre de pales :	3		
<b>Pales</b>			
Matériau :	Résine Époxyde renforcée de fibre de verre		
Longueur :	37.3 m		
Superficie projetée par une pale :	78.3 m <sup>2</sup> (approx.)		
Torsion (point d'attache /bout de pale) :	9°		
<b>Tour</b>			
Section	Longueur	Diamètre Maximum	Diamètre Minimum
1	12.470 m	4.300 m	4.300 m
2	16.785 m	4.300 m	3.880 m
3	24.010 m	3.880 m	3.280 m
4	24.135 m	3.280 m	2.696 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 0.42 pour le modèle A-1650. 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'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 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 de qualité 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 publie une méthodologie dans son Bulletin Technique BT-5 pour les structures fixes implantées aux voisinages des émetteurs de télévision, soit généralement moins de 1500 m. 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 application pour des structures de plus grandes sections horizontales, telles que des tours de

support d'éoliennes, n'a jamais été démontrée. L'outil informatique qu'il suggère n'est pas utilisable pour des structures cylindriques ou coniques de cette dimension et l'applicabilité de cette méthodologie pour des structures situées à plusieurs kilomètres de l'émetteur n'est pas non plus démontrée.

Tableau 4- Description de l'indice de qualité de l'image.

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. La figure qui suit montre la variation de cet indice de qualité selon la relation entre le ratio des niveaux de signal et le délai entre ces signaux.

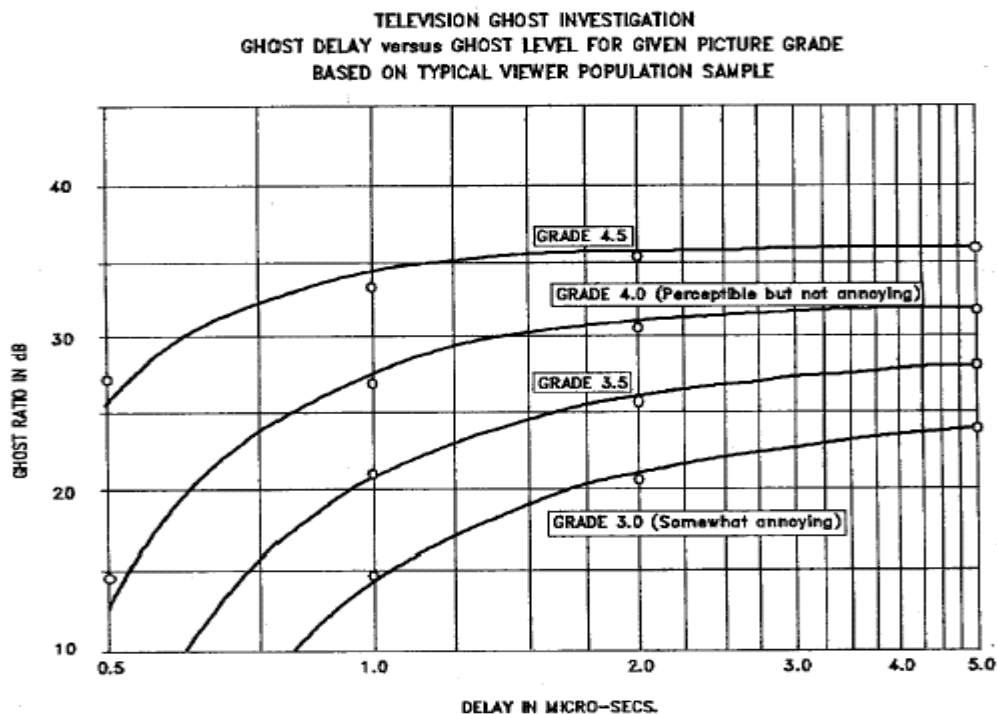


Figure 1- Courbes de gradation de la qualité de l'image proposées par Industrie Canada pour des images fantômes statiques.

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 qui est basée en bonne partie sur les études effectuées vers les années 1980 par MM. Sengupta et Senior, considérant chacune des éoliennes comme un réémetteur.

Afin de tenir compte de l'impact des pales en mouvement dans la zone de dispersion avant, où le délai est plus faible, mais cause tout de même un scintillement important de l'image, 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 figure suivante pour un indice de qualité de 4, soit l'indice minimal recommandé aussi bien par Industrie Canada que par l'UIT. Cependant, dans le cas d'une station de faible puissance tel que CBGAT-4 et CBGAT-9, Industrie Canada fixe le seuil minimum à un indice de 3.5.

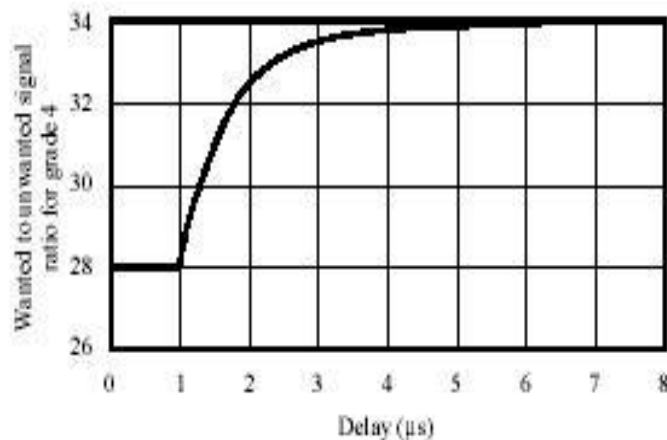


Figure 2- Courbe de la qualité de l'image de grade 4 proposée par l'UIT pour des images fantômes dynamiques.

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 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 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 l'approche simplifiée proposé par l'UIT dans sa recommandation BT-805.

Il 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 risque de produire une image fantôme inacceptable à ce point de la grille planimétrique, d'une granularité typique de 100 m. Chacune des éoliennes est analysée séparément 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 les images fantômes dynamiques sont causées 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 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 aux images fantômes dynamiques est constituée de la somme des probabilités de chacune des éoliennes prit séparément. La représentation des résultats de l'analyse dynamique n'est donc pas le nombre d'éoliennes causant potentiellement des images fantômes, mais plutôt le pourcentage du temps que ce point risque de subir une dégradation de la qualité de réception due à la rotation 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 l'indice de qualité de réception en un point donné atteint le seuil acceptable désiré en considérant chacune des éoliennes.

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, voir la référence 1, plutôt que le diagramme de rayonnement proposé par l'UIT. Le patron de rayonnement proposé par M. Senior est basé sur une bonne quantité de mesures sur le terrain plutôt qu'arbitraire, il est plus conservateur et nous apparaît plus réaliste.

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 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 du sol, tel que stipulé par Industrie Canada dans la RPR-4, 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 seulement la surface projetée par les pales, puisqu'il s'agit des seules composantes de l'éolienne qui sont 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 le cas pessimiste.

Les cartes de l'annexe 3 présentent les résultats obtenus pour l'analyse dynamique des stations CBGAT-4, CBGAT-9 et CBGAT-10. 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 existe, provenant de l'une ou

l'autre des éoliennes. Pour chaque section de terrain de 100 m X 100 m, la couleur indique la probabilité totale que ce point subisse 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 potentiellement perceptible, mais non 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. Dans ces endroits, soit que le signal reçu avant même le déploiement du parc d'éolienne soit jugé de qualité insuffisante, soit qu'il n'y a aucune interférence causée par les éoliennes ou encore que l'interférence provoque une dégradation imperceptible ou perceptible, mais non gênante (indice de qualité de 4 ou mieux).

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 11, les images fantômes 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 Saint-Maxime-du-Mont-Louis 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 0.09% et 5.38%. Considérant que l'éolienne ne tourne pas à moins d'un vent de 3.5 m/s, et qu'elle s'arrête pour un vent supérieur à 20 m/s, pour le modèle A-1650, ces probabilités minimale et

maximale deviennent respectivement 0.08% et 4.42% avec une moyenne à 1.14%. 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 2.59%, 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 2.59%, lorsqu'en un point donné, plus de 3 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-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 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-4, 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.

### 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. La hauteur au dessus du sol utilisée pour le calcul du champ reçu est de 40 m, soit le centre de la tour de support. 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 tours de support des éoliennes est celui proposé par T. Vaughan et H. McClure dans la référence 12 et correspond au patron de rayonnement d'un pylône cylindrique avec un signal de polarisation horizontale.

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° 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. De plus, la conicité moyenne de la tour a été prise en compte, soit environ 0.71° pour l'A-1650. 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 varie vers le haut de 1° à 5°. 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 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 calculer pour le point central de la tour de support.

Les cartes de l'annexe 4 présentent les résultats de l'analyse statique des trois stations couvrant les zones habitées de la zone d'analyse du parc éolien proposé.

### 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 2006 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, indique 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 images fantômes dynamiques et pour des images fantômes statiques. Les résultats de cette analyse sont présentés au tableau 5 pour le brouillage dynamique et au tableau 6 pour le brouillage statique.

Le nombre total de résidence inclus dans la zone d'analyse est estimé à 675 sur la base des résultats du recensement de 2006. Selon les résultats montrés à ces tableaux, on peut conclure que dans le meilleur cas, soit le cas de la station CBGAT-4, seulement 46.8% des résidences de la zone d'analyse reçoivent actuellement un signal de qualité suffisante de cette station et puisque ces trois stations diffusent la même programmation, un total d'environ 480 résidences, soit 71%, reçoivent un signal de qualité suffisante de l'une ou l'autre de ces trois stations.

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

Station	Résidences à l'intérieur du Contour B	Résidences sans interférence	Résidence avec probabilité inférieure à 5% du temps	Résidence avec probabilité entre 5% et 10% du temps	Résidence avec probabilité de plus de 10% du temps
CBGAT-4	316 (46.8%)	316	0	0	0
CBGAT-9	149 (22.1%)	149	0	0	0
CBGAT-10	314 (46.5%)	314	0	0	0

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

Station	Résidences à l'intérieur du Contour B	Résidences sans interférence	Résidence avec probabilité de 1 ou 2 éoliennes	Résidence avec probabilité entre 3 et 4 éoliennes	Résidence avec probabilité de 5 éoliennes ou plus
CBGAT-4	316 (46.8%)	316	0	0	0
CBGAT-9	149 (22.1%)	149	0	0	0
CBGAT-10	314 (46.5%)	314	0	0	0

En fait, un seul bâtiment a été identifié avec une possibilité de subir un risque de brouillage dynamique. Puisque ce bâtiment serait situé à proximité d'une route non carrossable et n'est pas visible sur l'orthophoto la plus récente, nous pouvons conclure qu'il ne s'agit pas d'une résidence principale.

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 à 4 éléments. Il existe sur le marché des antennes beaucoup plus directionnelles qui permettraient vraisemblablement d'éliminer toutes possibilités résiduelles de brouillage par images fantômes.

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. Étant donné que le réseau CBGAT de la Société Radio-Canada est la seule programmation disponible en réception directe dans cette région, il est probable que la très grande majorité des résidences reçoivent leurs signaux de télévision via un câblodistributeur ou utilisent un service de distribution télévisuelle par satellite afin d'avoir accès à une plus grande diversité de programmation.

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 enregistrées 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.

### 3.2.6 Analyse du signal reçu pour les stations répétitrices

Les six stations analysées émettent le même signal du réseau français de Radio-Canada. Les stations CBGAT-2, CBGAT-3 et CBGAT-11 reçoivent leur signal du satellite ANIK F1R et aucune interférence de la part de parc éolien n'est prévue pour ces trois liaisons. La

station CBGAT-10 réémet le signal reçu par réception directe de CBGAT-11 et aucune interférence n'est prévue puisque les deux stations sont à l'ouest du parc éolien proposé. Les stations CBGAT-4 et CBGAT-9 réémettent le signal reçu par réception directe de CBGAT-10. La station CBGAT-4 est également à l'ouest du parc éolien et aucune interférence n'est prévue. Par contre, CBGAT-9 est située à l'est du parc éolien, il est donc nécessaire d'approfondir l'analyse.

La prédiction de la couverture de CBGAT-10 à une hauteur de récepteur de 104.5 m 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-9. Le niveau de champ obtenu pour CBGAT-10 à l'antenne de réception de CBGAT-9 est de 39.9 dBu. Les tableaux qui suivent fournissent le détail des signaux reçus des éoliennes avec leur délai respectif à l'antenne de réception de CBGAT-9 ainsi que l'indice de qualité d'image obtenu pour chacune des éoliennes.

Tableau 7- Indice de qualité d'image à CBGAT-9 pour les éoliennes du projet Saint-Maxime-du-Mont-Louis

Turbine	délai (us)	Niveau du signal reçu en dynamique (dBu)	Niveau du signal reçu en statique (dBu)	Écart signal désiré/non désiré en dynamique (dB)	Écart signal désiré/non désiré en statique (dB)	Écart Azimut désiré/non désiré (°)	Indice de qualité d'image en dynamique	Indice de qualité d'image en statique
1	28.064	-9.530	-39.005	49.422	78.897	43.53	5	5
2	15.625	-12.906	-38.598	52.798	78.490	36.76	5	5
3	0.309	-24.538	-56.033	64.430	95.925	6.60	5	5
4	0.322	-9.615	-38.221	49.507	78.113	5.95	5	5
5	0.421	-22.810	-58.977	62.702	98.869	7.42	5	5
6	0.393	-9.164	-38.516	49.056	78.408	6.30	5	5
7	0.529	-15.355	-46.400	55.247	86.292	8.00	5	5
8	0.568	-11.368	-59.617	51.260	99.509	7.36	5	5
9	0.618	-16.619	-42.287	56.511	82.179	8.28	5	5
10	1.021	-20.254	-40.775	60.146	80.667	10.36	5	5
11	1.342	-23.762	-48.980	63.654	88.872	11.55	5	5
12	1.820	-21.674	-42.944	61.566	82.836	12.93	5	5
13	2.548	-30.874	-44.580	70.766	84.472	19.96	5	5
14	2.910	-32.831	-60.182	72.723	100.074	22.76	5	5
15	2.417	-24.341	-33.385	64.233	73.277	16.69	5	5
16	2.845	-29.684	-49.981	69.576	89.873	20.25	5	5
17	3.263	-29.092	-49.488	68.984	89.380	23.20	5	5
18	3.628	-25.145	-46.229	65.037	86.121	23.02	5	5
19	3.500	-34.438	-47.746	74.330	87.638	21.45	5	5
20	4.524	-7.544	-45.081	47.436	84.973	28.35	5	5
21	3.931	-32.278	-80.604	72.170	120.496	21.99	5	5

22	3.889	-57.862	-83.639	97.754	123.531	20.01	5	5
23	4.194	-51.431	-79.763	91.323	119.655	19.98	5	5
24	5.601	10.418	-22.221	29.474	62.113	30.91	4.02	5
25	6.270	-1.572	-42.661	41.464	82.553	34.40	5	5
26	5.737	4.100	-17.576	35.792	57.468	29.77	4.72	5
27	5.112	-56.749	-82.579	96.641	122.471	22.26	5	5
28	5.362	-34.622	-61.262	74.514	101.154	20.08	5	5
29	6.421	5.198	-20.823	34.694	60.715	30.61	4.62	5
30	5.640	-26.591	-73.817	66.483	113.709	19.72	5	5
31	7.330	-4.598	-31.824	44.490	71.716	35.39	5	5
32	6.265	-44.613	-72.378	84.505	112.270	20.10	5	5
33	7.578	1.575	-20.049	38.317	59.941	34.00	5	5
34	8.747	-11.814	-43.729	51.706	83.621	37.91	5	5
35	7.702	-29.775	-53.389	69.667	93.281	24.01	5	5
36	8.981	-24.809	-67.354	64.701	107.246	28.86	5	5
37	8.825	-19.951	-37.568	59.843	77.460	26.06	5	5
38	9.344	-15.609	-51.988	55.501	91.880	28.25	5	5
39	9.448	-22.754	-43.397	62.646	83.289	26.03	5	5
40	9.996	-8.778	-40.139	48.670	80.031	28.28	5	5
41	11.066	-14.368	-50.173	54.260	90.065	31.40	5	5
42	11.672	-18.950	-44.232	58.842	84.124	29.84	5	5
43	13.563	-18.677	-54.396	58.569	94.288	38.21	5	5
44	13.466	-15.703	-42.620	55.595	82.512	35.08	5	5
45	13.949	-13.311	-38.723	53.203	78.615	32.46	5	5
46	14.839	-8.957	-40.284	48.849	80.176	36.90	5	5
47	15.809	-12.340	-39.623	52.232	79.515	34.65	5	5
48	17.389	-13.226	-51.509	53.118	91.401	43.88	5	5
49	17.849	-14.800	-54.233	54.692	94.125	43.07	5	5
50	18.766	-11.342	-35.772	51.234	75.664	40.65	5	5
51	19.346	-11.343	-34.501	51.235	74.393	39.28	5	5
52	20.326	-9.132	-34.290	49.024	74.182	39.22	5	5
53	23.139	-9.004	-32.598	48.896	72.490	42.35	5	5
54	24.892	10.146	-25.125	29.746	65.017	51.79	5	5
55	25.091	8.040	-26.827	31.852	66.719	50.51	5	5
56	24.995	-5.877	-30.800	45.769	70.692	46.14	5	5
57	26.635	9.232	-35.545	30.660	75.437	54.04	5	5
58	26.076	1.807	-28.002	38.085	67.894	48.29	5	5
59	25.762	-7.283	-34.381	47.175	74.273	45.16	5	5
60	26.637	-6.418	-32.470	46.310	72.362	44.74	5	5
61	27.721	-10.371	-35.421	50.263	75.313	44.61	5	5

Les résultats du tableau précédent considèrent que l'antenne de réception au site de CBGAT-9 est directionnelle, en conformité avec le masque de directivité proposé par Industrie Canada. On peut donc conclure que la qualité de réception au site de CBGAT-9 ne sera pas affectée, puisque seulement 3 éoliennes pourraient produire un indice de



qualité inférieur à 5, mais d'une valeur supérieur à 4, donc une dégradation potentiellement perceptible mais non gênante.

### 3.2.7 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 ExpressVU et Star Choice. Ils utilisent dans le cas de Bell ExpressVU les satellites Nimiq 1 (91°W) et Nimiq 2 (82°W), tandis que Star Choice utilise les satellites Anik F1 (107.3°W) et Anik F2 (111.1°W), tous situés sur l'orbite géostationnaire aux longitudes indiquées entre parenthèses. Pour la région de Saint-Maxime-du-Mont-Louis, les angles d'élévation et les azimuts respectifs permettant de capter ces satellites sont indiqués au tableau suivant.

Tableau 8- Orientation des satellites utilisés par les opérateurs canadiens.

Opérateur	Satellite	Programme type	Azimut	Elévation
Bell ExpressVU	Nimiq 1	NTSC	212.1°	28.7°
Bell ExpressVU	Nimiq 2	HDTV	201.3°	31.6°
Star Choice	Anik F1	Anglais	229.1°	21.3°
Star Choice	Anik F2	Français	233.4°	19.2°

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 avons identifié une éolienne qui pourrait possiblement avoir un impact sur la réception satellite à partir d'un bâtiment identifié dans la banque de données. Après vérification sur l'orthophoto la plus récente disponible, aucun bâtiment n'a été identifié à cette position.

## 4 Transition vers la télévision numérique

L'industrie de la télédiffusion est actuellement en phase de transition de la télévision analogique, selon la norme NTSC, vers la télédiffusion numérique, selon la norme ATSC. Cette transition qui est actuellement en voie d'implantation, doit être complétée avant le 31 août 2011, afin de respecter la décision CRTC 2007-53.

La norme ATSC est applicable dans la totalité de l'Amérique du Nord et la transition à cette norme sera complétée entre le 17 février 2009 et le 12 juin 2009 aux États-Unis, ce qui signifie qu'après cette dernière date, toutes les stations analogiques NTSC pleine puissance situées aux États-Unis devront cesser de transmettre. Cette transition est aussi amorcée au Canada depuis quelques années et doit être coordonnée avec la transition américaine, puisqu'il est nécessaire dans la zone frontalière de partager et coordonner l'utilisation du

spectre de fréquence 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, il n'est pratiquement pas possible qu'un report de cette date butoir ne s'applique dans le sud du Canada, puisque tel que mentionné précédemment, une coordination des plans de fréquences américain et canadien doit être effectuée à l'intérieur d'une zone de 380 km de part et d'autre de la frontière, ce qui inclus la région de Saint-Maxime-du-Mont-Louis.

L'effet de cette décision concernant l'impact des projets éoliens sur les systèmes de télédiffusion est important. L'impact potentiel de l'implantation d'un parc éolien sur les performances du système numérique ATSC qui remplacera le système analogique n'est pas connu avec précision. De récentes études préliminaires effectuées en Australie et présentées dans le cadre d'un groupe de travail de l'Union internationale des télécommunications indiquent que les systèmes de télévision numériques sont beaucoup plus robustes que les systèmes analogiques, cependant une possibilité théorique d'interférence existe toujours à proximité des éoliennes. Dans un contexte plus large de l'évaluation des performances du système ATSC en situation de parcours multiples, nous pouvons conclure que l'impact serait minime, voir nul, pour ce qui est des conditions statiques (principalement causées par les tours de support des éoliennes), mais un impact pourrait être possible en conditions dynamiques (causées 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 l'effet Doppler introduit par la rotation des pales pourrait potentiellement influencer la réception des signaux ATSC jusqu'à une distance de plusieurs centaines de mètres de l'éolienne, voir quelques kilomètres selon la topographie environnante.

Le processus de production d'une évaluation de l'impact de l'implantation d'un parc éolien sur les signaux de télévision numériques sera similaire à celui pour les signaux analogiques. Toutefois, les seuils de niveaux et autres paramètres des signaux permettant de déterminer si la qualité de la réception sera acceptable ou non ne sont pas encore déterminés. De plus, dans la très grande majorité des cas, les futures stations de télévision n'en sont qu'au stade de planification et leurs paramètres opérationnels définitifs ne sont pas encore connus. Cette situation rend la production d'une telle étude d'impact détaillée pratiquement impossible pour l'instant, puisqu'elle serait basée sur des hypothèses qui pourront varier sensiblement et des seuils d'acceptabilité établis arbitrairement et ne faisant pas nécessairement consensus dans la communauté scientifique.

Puisqu'il est établi que la réception des signaux numériques sera moins affectée par l'implantation d'un parc éolien que la réception des signaux analogiques, nous pouvons en déduire que le nombre de résidences qui pourrait être affectée sera grandement réduit. Dans le cas du parc éolien de Saint-Maxime-du-Mont-Louis, le nombre de résidences potentiellement affectée pour la réception des signaux analogiques est nul, nous pouvons donc estimer que ce nombre serait également nul lorsque la transition à la télévision numérique sera complétée.

Étant donné que la mise en exploitation du parc éolien de Saint-Maxime-du-Mont-Louis est prévue pour décembre 2010 et que la transition à la télévision numérique doit être complétée avant le 31 août 2011, l'impact potentiel sur la réception des signaux de télévision analogiques serait, le cas échéant, de très courte durée.

## 5 Conclusion

L'analyse détaillée de brouillage par images fantômes a été effectuée pour trois des six stations de télévision dont le contour de service théorique recouvre la zone d'analyse. L'analyse de ces trois stations montre que le contour de service réaliste de chacune de ces stations ne couvre que partiellement la région du parc éolien proposé et a permis de déterminer qu'aucune résidence risque de subir du brouillage par images fantômes, que ce soit en mode dynamique ou en mode statique. La réception des signaux de la station CBGAT-10 pourrait être affectée dans certaines zones isolées, mais aucunement dans les zones habitées.

Tous les calculs de l'étude ont été exécutés avec l'utilisation du masque d'antenne proposé par Industrie Canada, toutefois la majorité des antennes sur le marché sont plus performantes que le masque proposé.

Le système de réception directe de la station CBGAT-9 a été analysé plus particulièrement, en utilisant le masque du patron d'antenne proposé par Industrie Canada. Les résultats montrent que la qualité de réception de cette station réémettrice ne sera pas significativement affectée.

Aucune éolienne ne risque de causer du blocage à la réception des signaux provenant des différents satellites de radiodiffusion directe pour aucune des résidences identifiées dans la banque de données.

Cette nouvelle étude démontre qu'aucun des systèmes de télécommunications de la région avoisinante du parc éolien proposé de Saint-Maxime-du-Mont-Louis ne subirait d'impact significatif.

## Références :

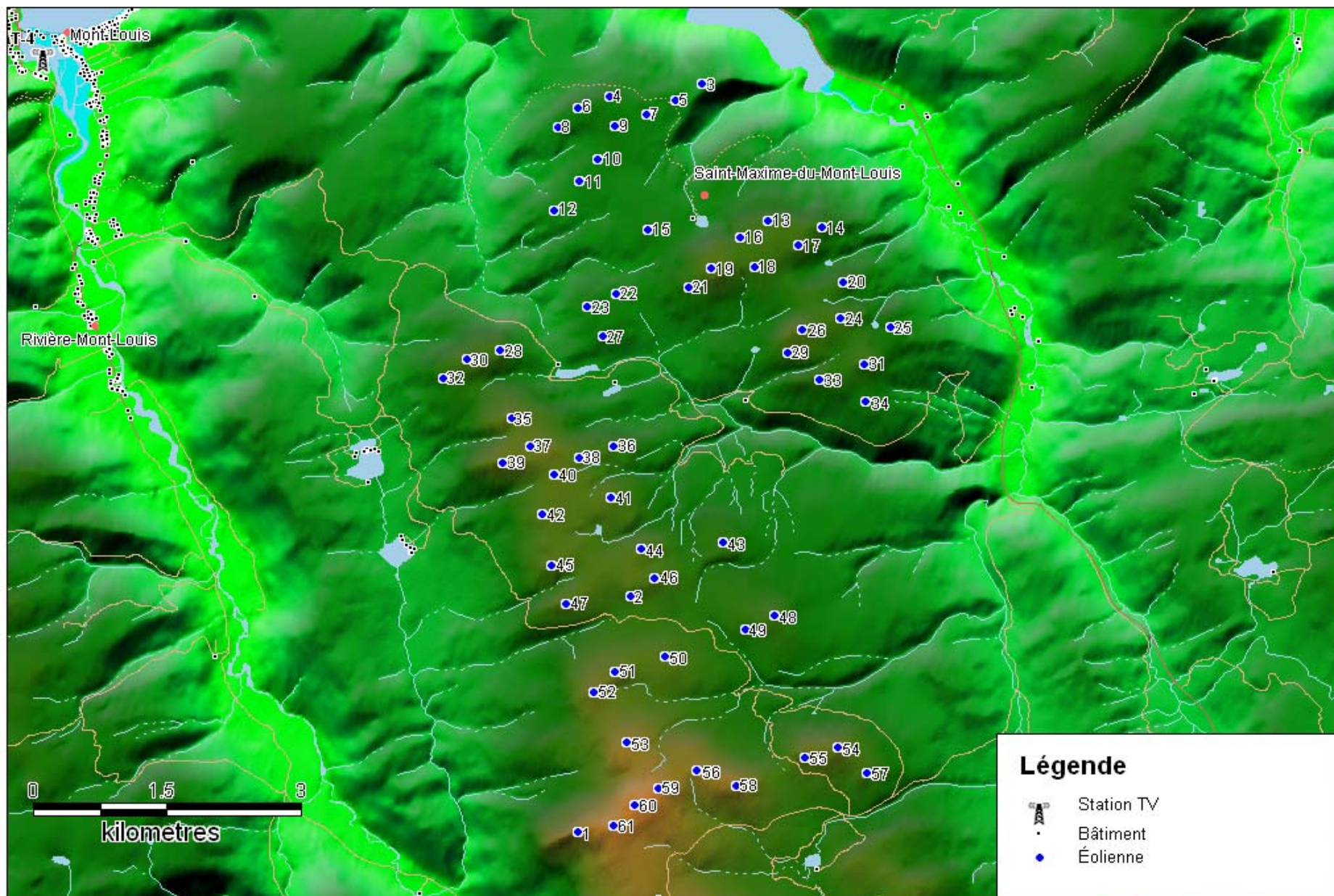
- 1- Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, "Electromagnetic Interference from Wind Turbines" in Wind Turbine Technology : Chapter 9, David A. Spera (Ed), ASME Press, 1994.
- 2- David F. Bacon, "Fixed-link Wind-Turbine exclusion zone method", D.F. Bacon, 2002.
- 3- Thomas B. A. Senior, Dipak L. Sengupta, "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- Industrie Canada CR-9 "Analyse du brouillage dû aux images fantômes en télévision", 2<sup>e</sup> édition, 1<sup>er</sup> avril 1996
- 9- Industrie Canada RPR "Partie IV: Règles et procédures de demande relatives aux entreprises de radiodiffusion de télévision", Avril 1997
- 10- Industrie Canada NER-3 "Télédiffusion", 2<sup>e</sup> édition, Décembre 1997
- 11- Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, "Wind turbine generator interference to electromagnetic systems" Final report, University of Michigan, 1979.
- 12- T. Vaughan, H. McClure, "Reflection and ghost in a multitower environment" IEEE Transactions on broadcasting, Vol. 35, No. 1, March 1989.
- 13- David A. Spera, Dipak L. Sengupta, "Equations for Estimating the Strength of TV Signal Scattered by Wind Turbines" Lewis Research Center, May 1994.
- 14- Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes, "Avis public de radiodiffusion CRTC 2007-53", 17 mai 2007.

# ANNEXE 1

## Disposition des éoliennes et zone d'analyse

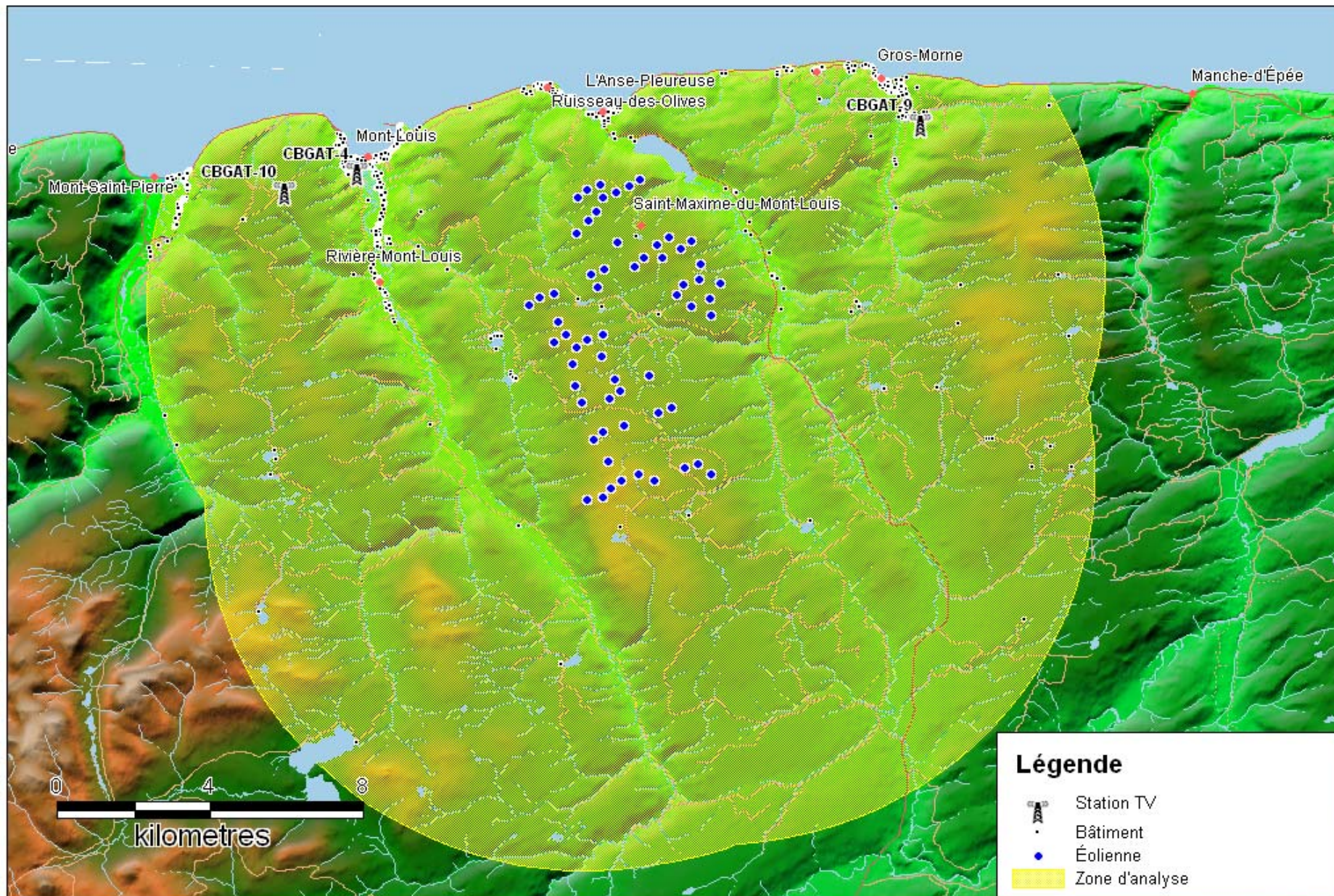
### Projet de Saint-Maxime-du-Mont-Louis

# DISPOSITION DES ÉOLIENNES DU PARC DE SAINT-MAXIME-DU-MONT-LOUIS





# VUE D'ENSEMBLE DU PARC ÉOLIEN DE SAINT-MAXIME-DU-MONT-LOUIS ET DE LA ZONE D'ANALYSE

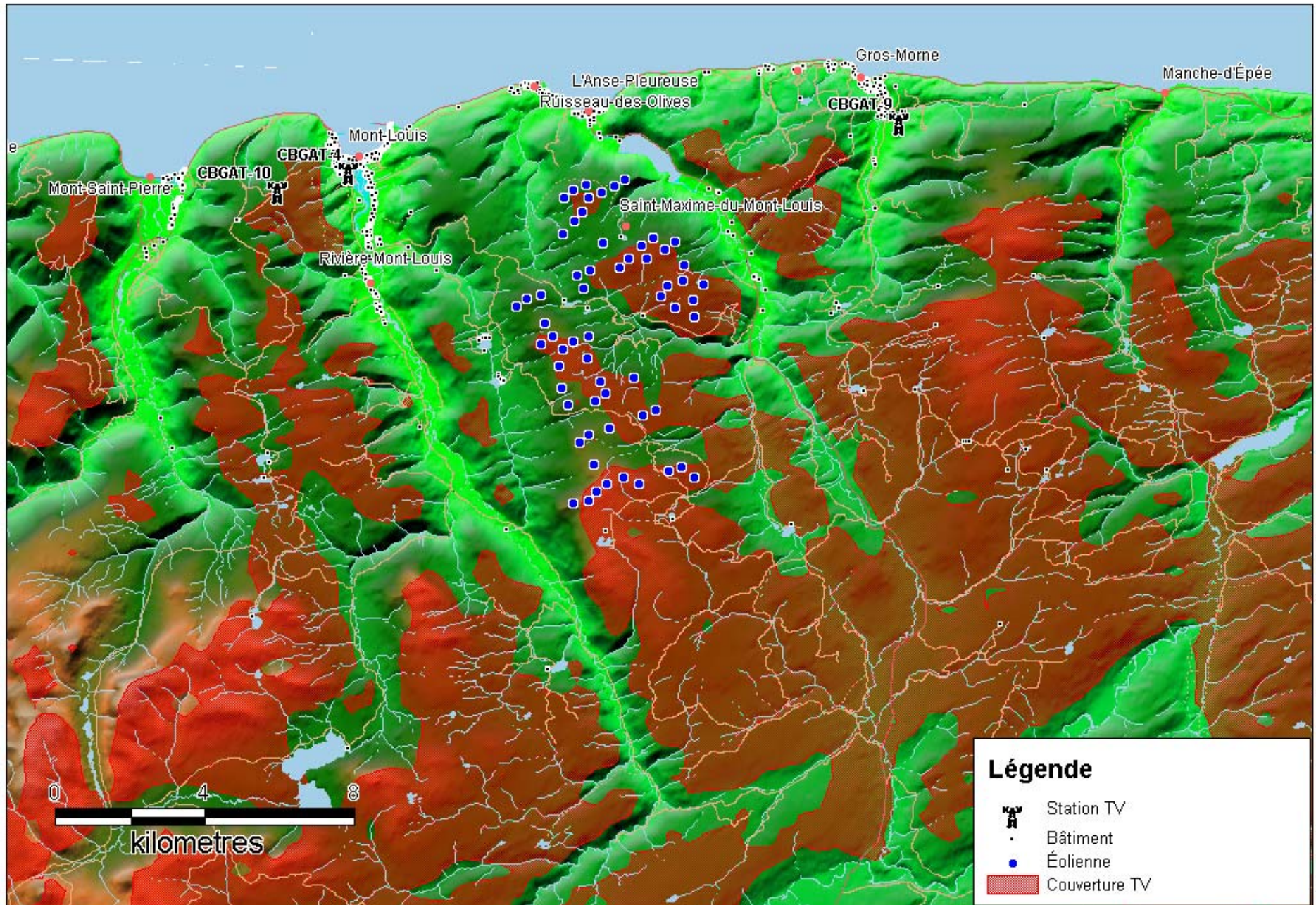


## **ANNEXE 2**

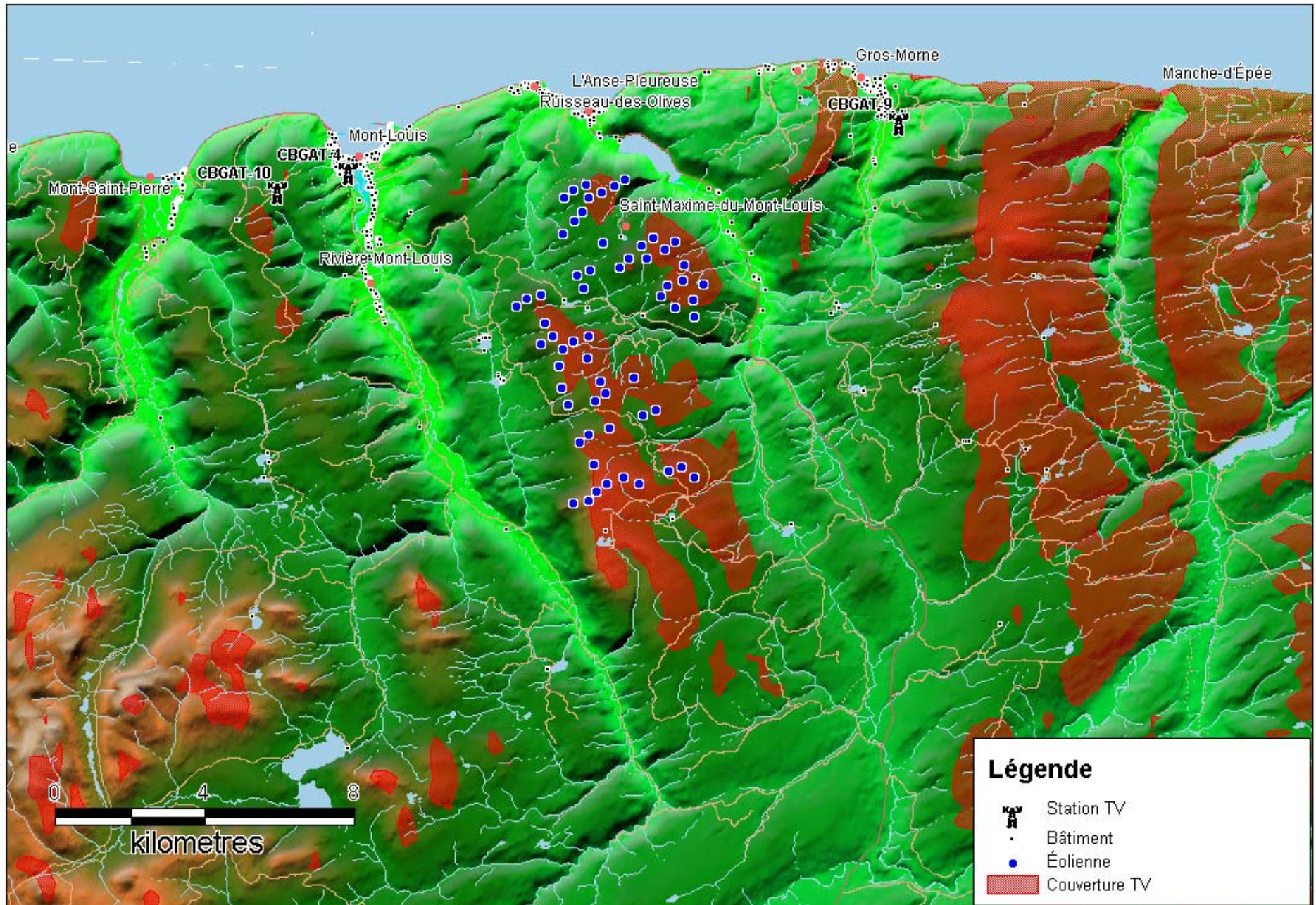
### **Contours de service réaliste des stations de TV**

### **Projet de Saint-Maxime-du-Mont-Louis**

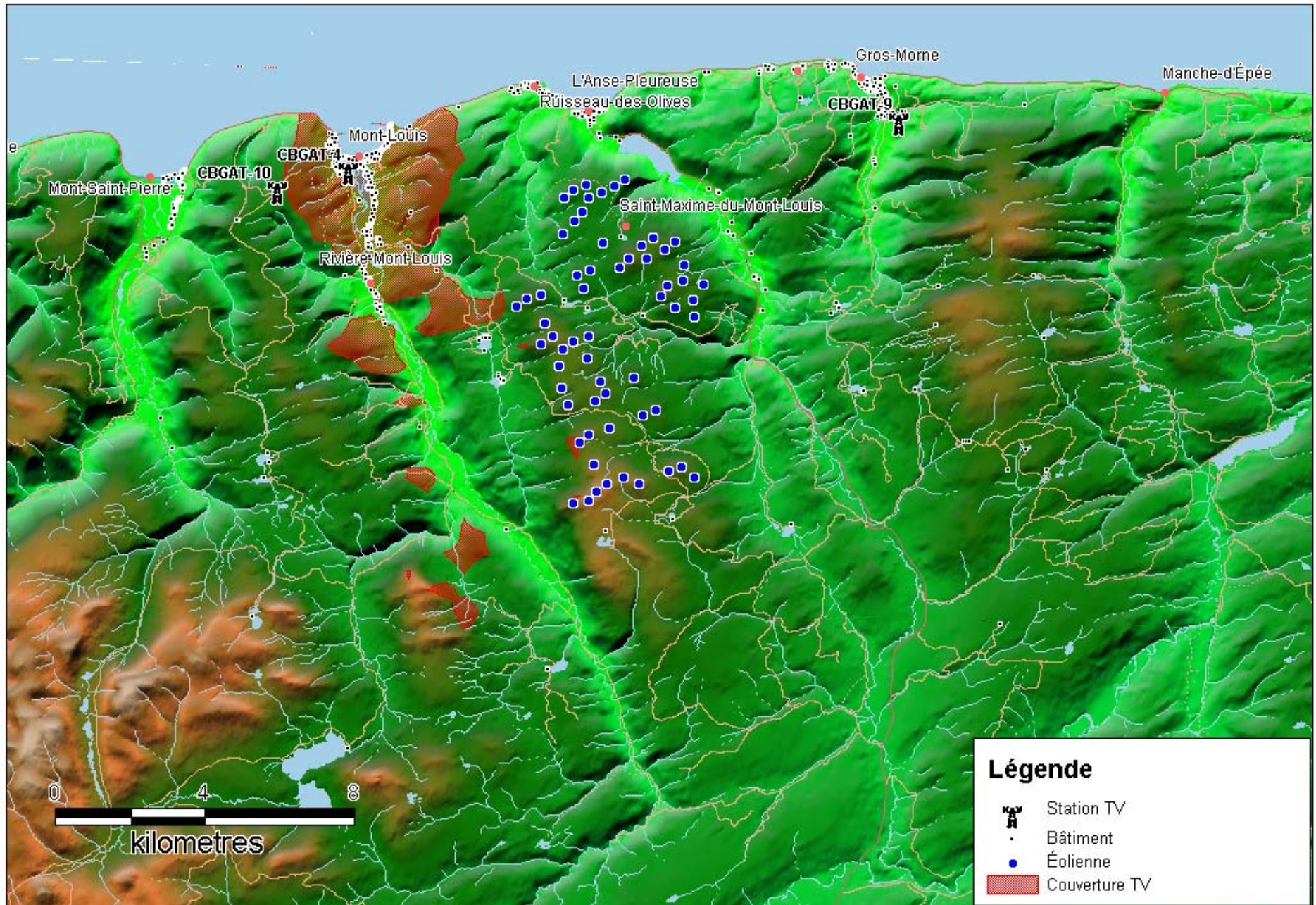
# COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-2



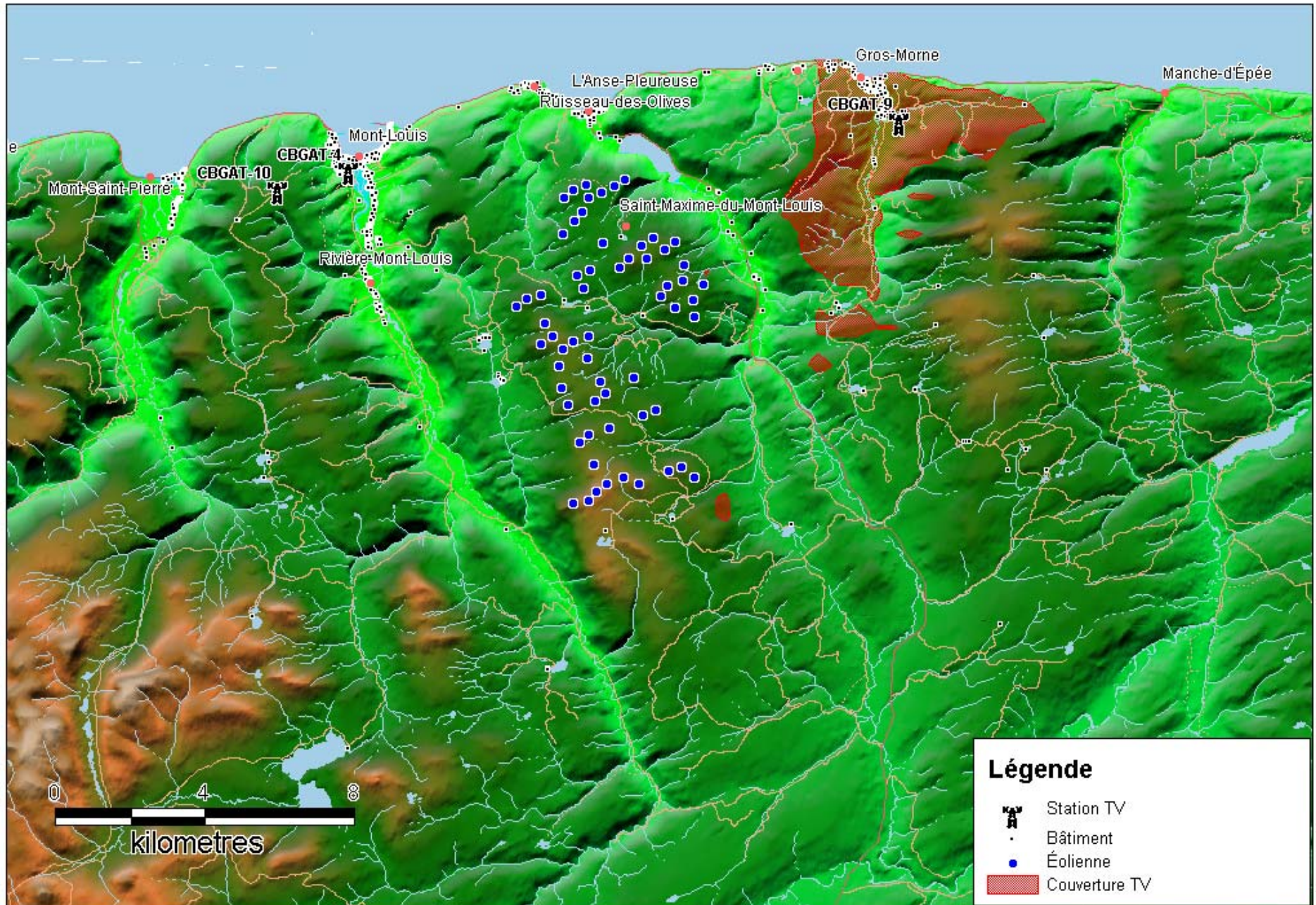
# COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-3



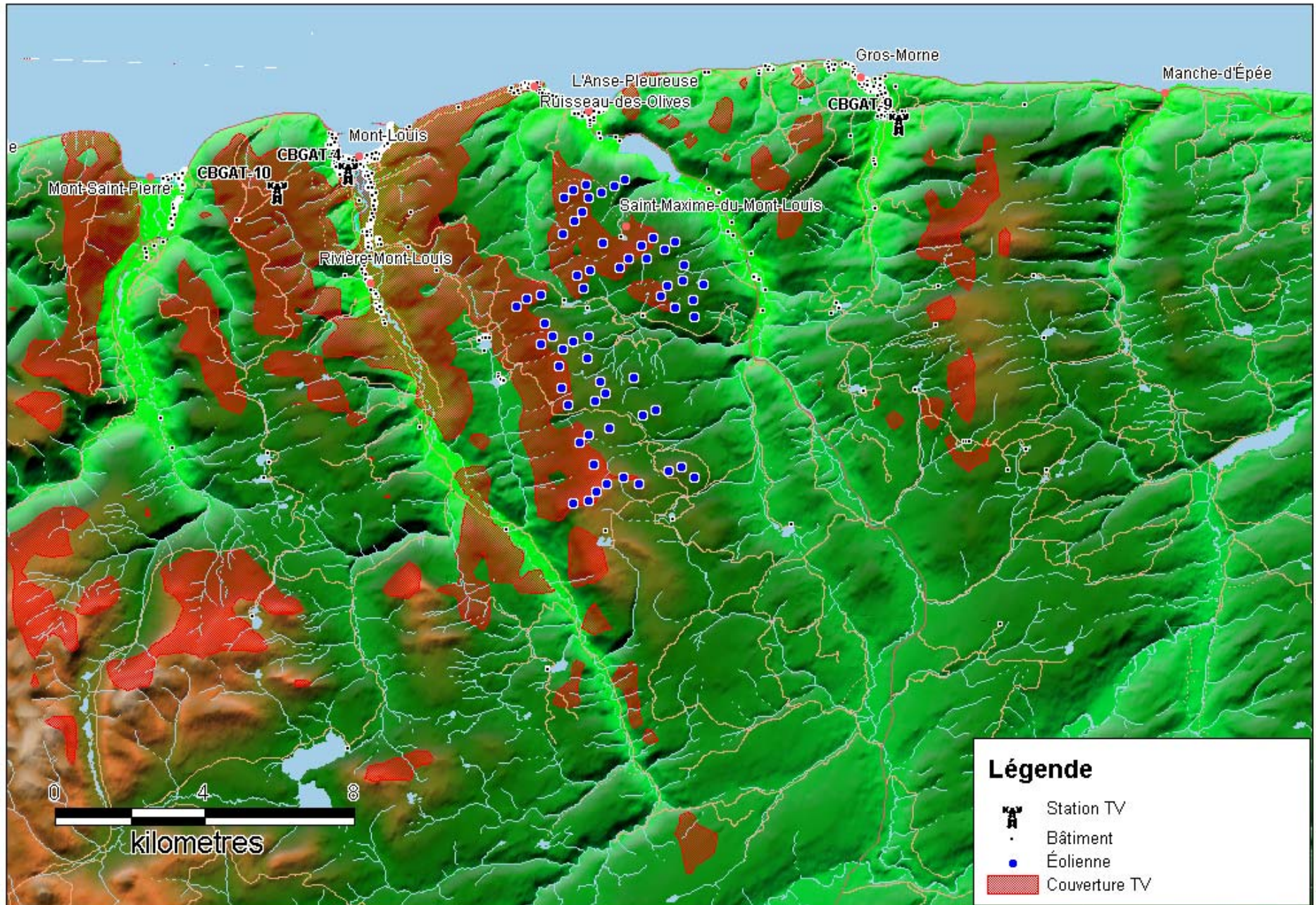
# COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-4



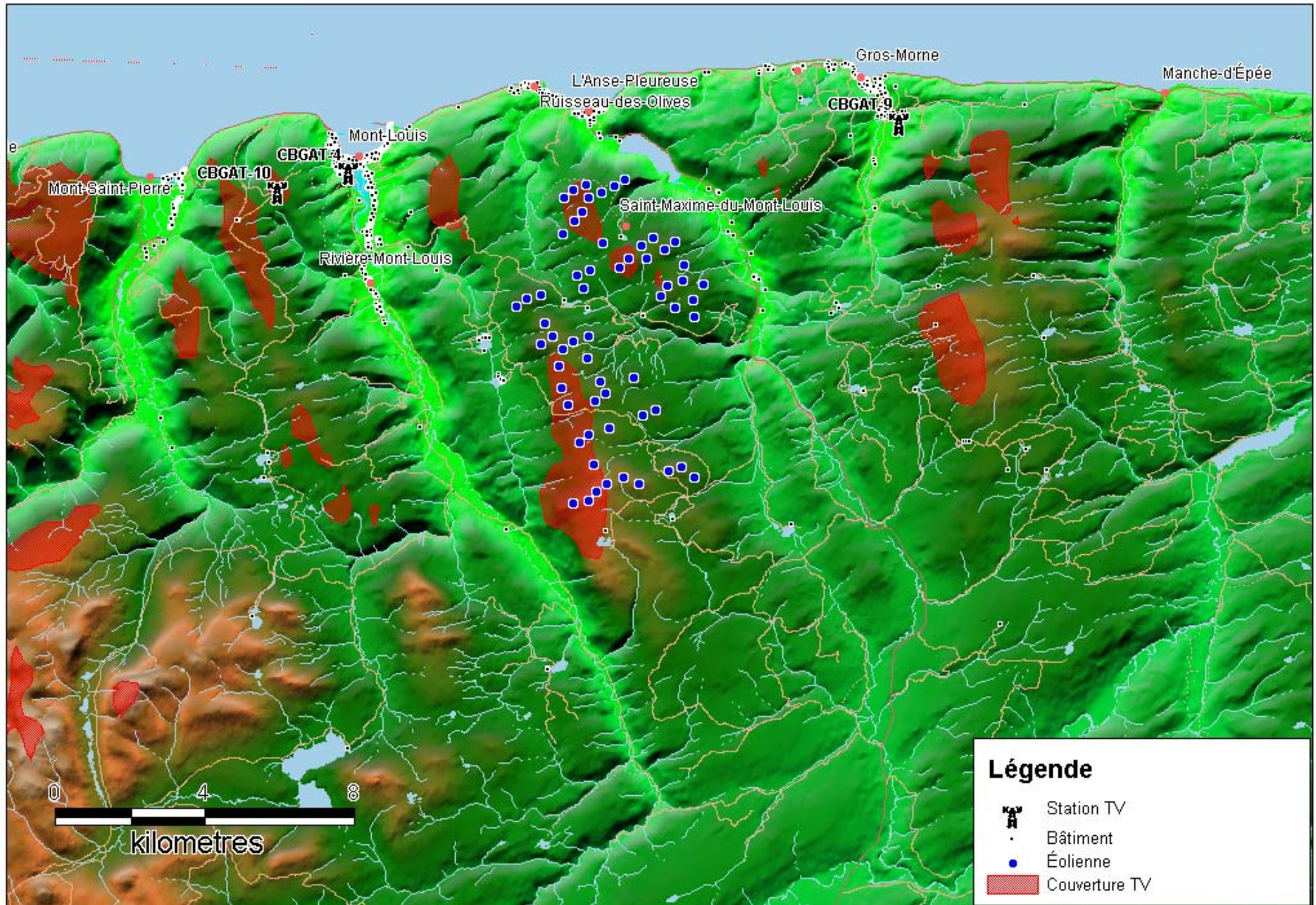
# COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-9



# COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-10



# COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-11



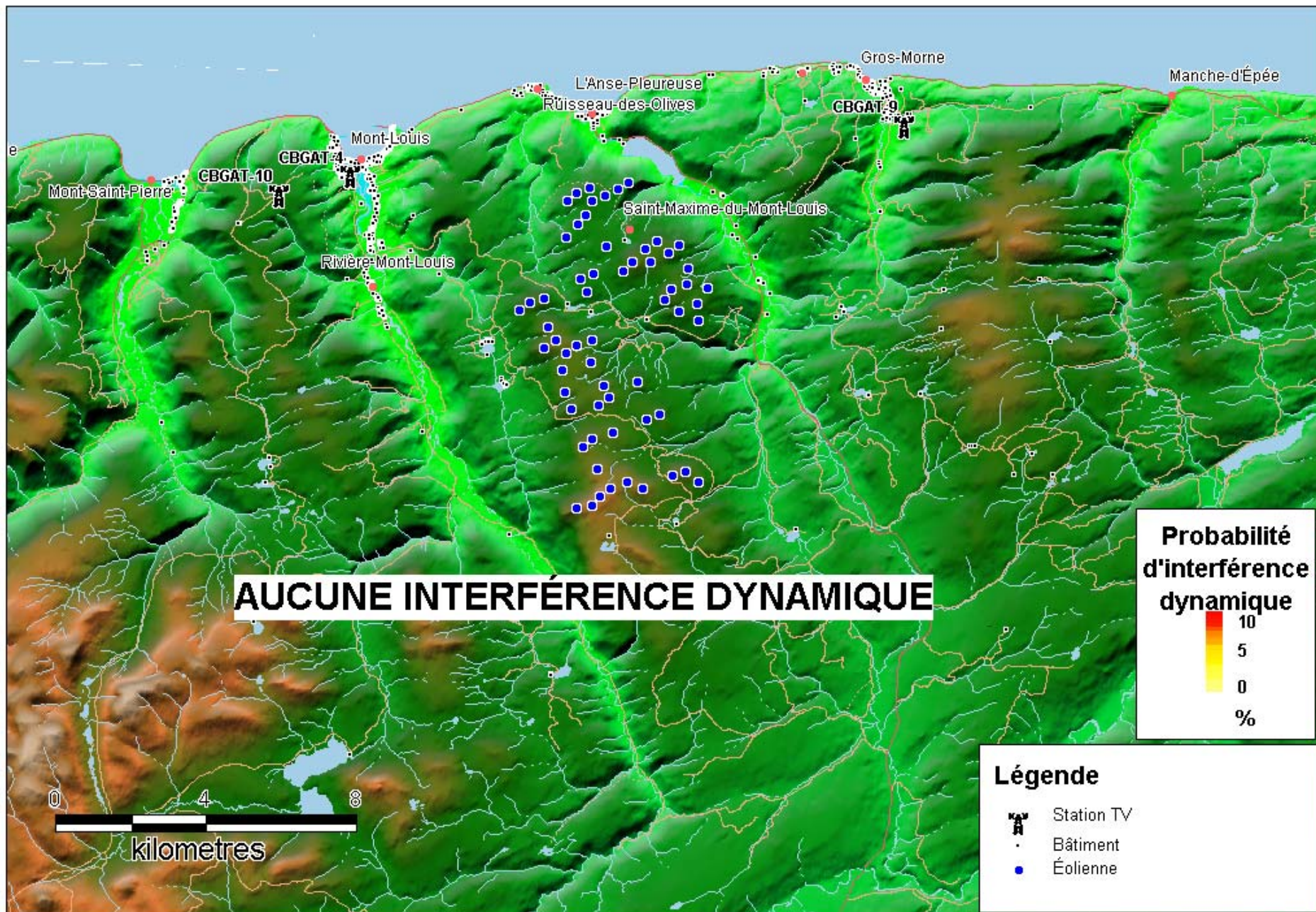


## **ANNEXE 3**

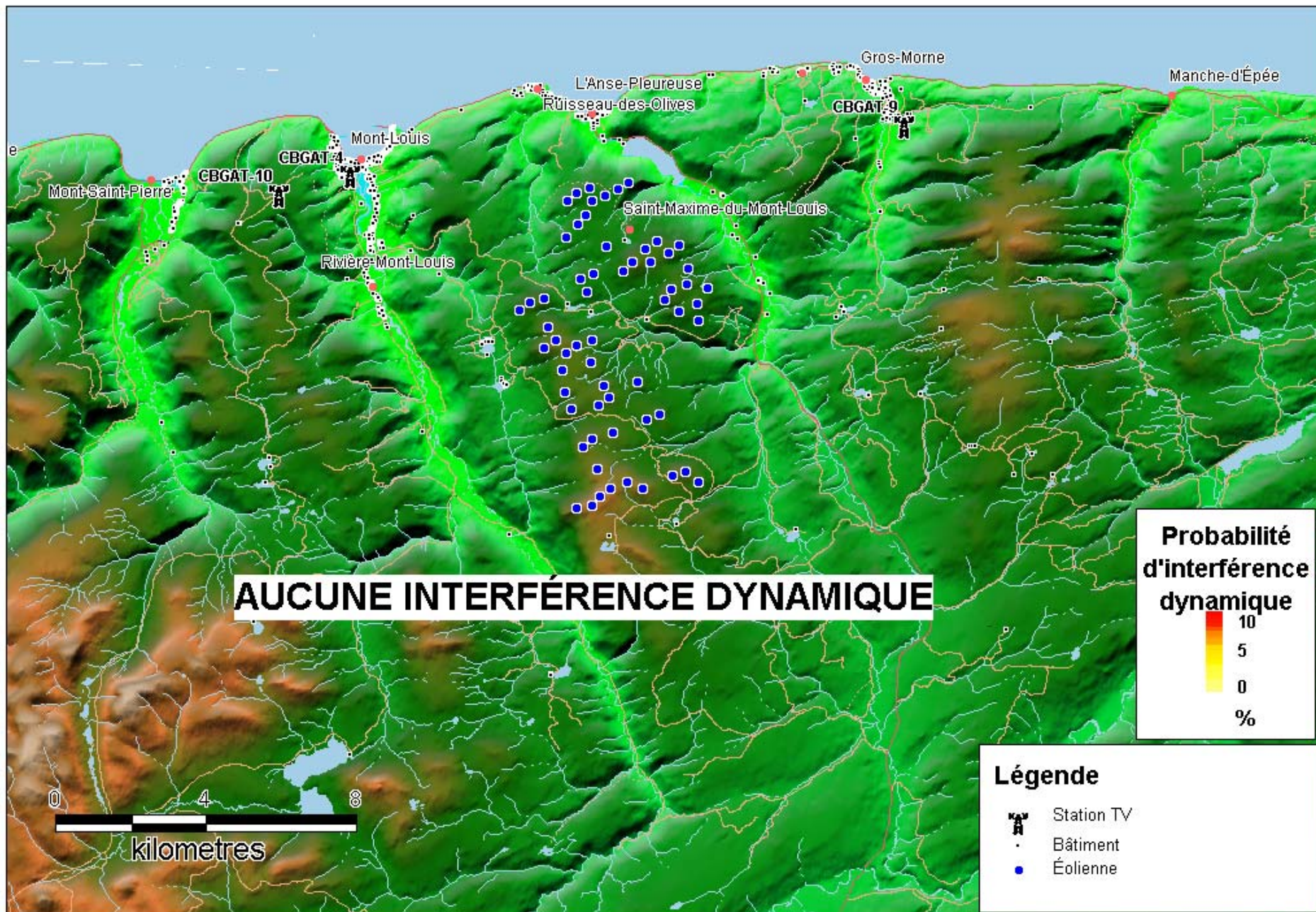
### **Résultats de l'analyse d'interférence dynamique**

#### **Projet de Saint-Maxime-du-Mont-Louis**

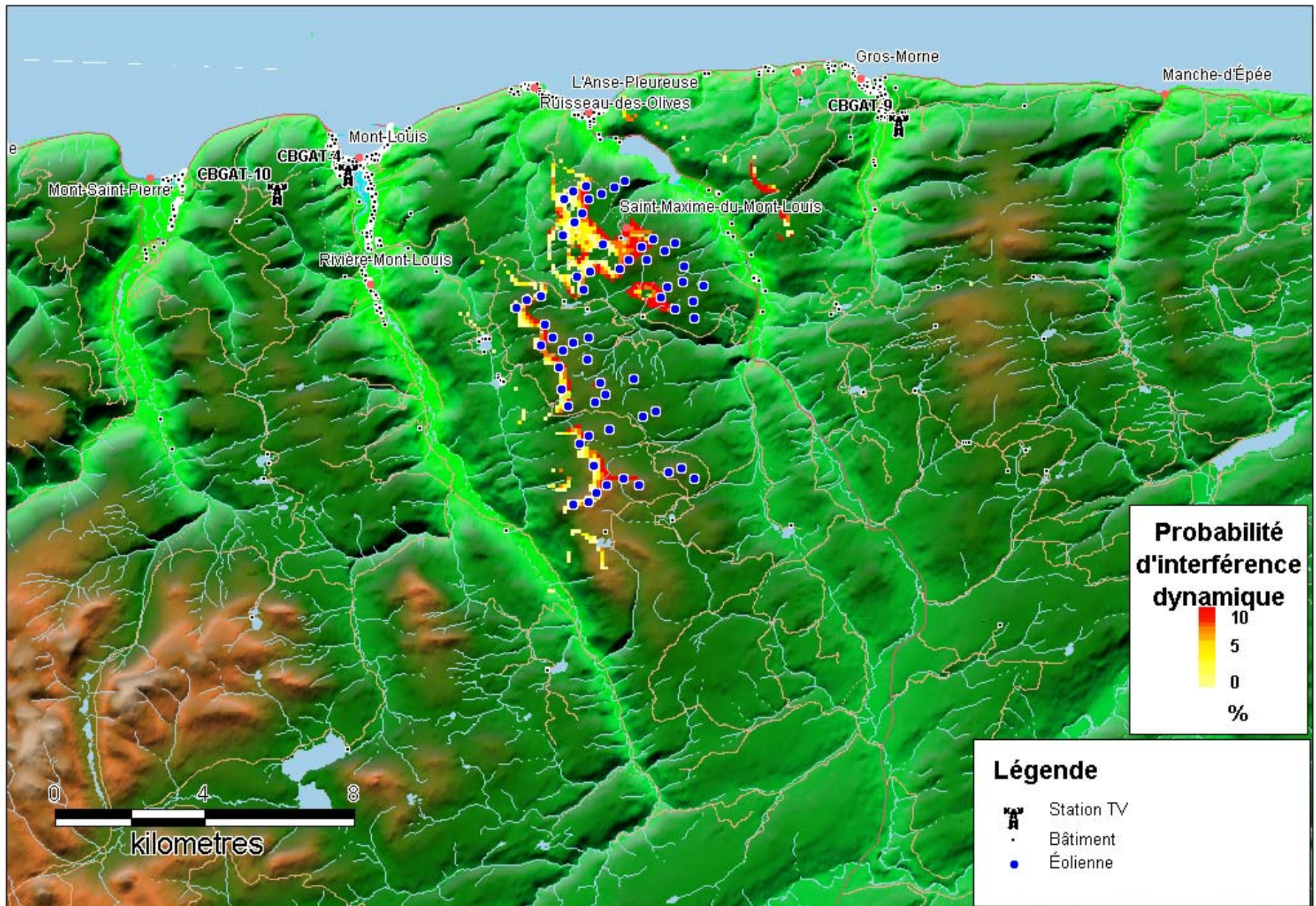
# PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CBGAT-4



# PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CBGAT-9



# PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CBGAT-10

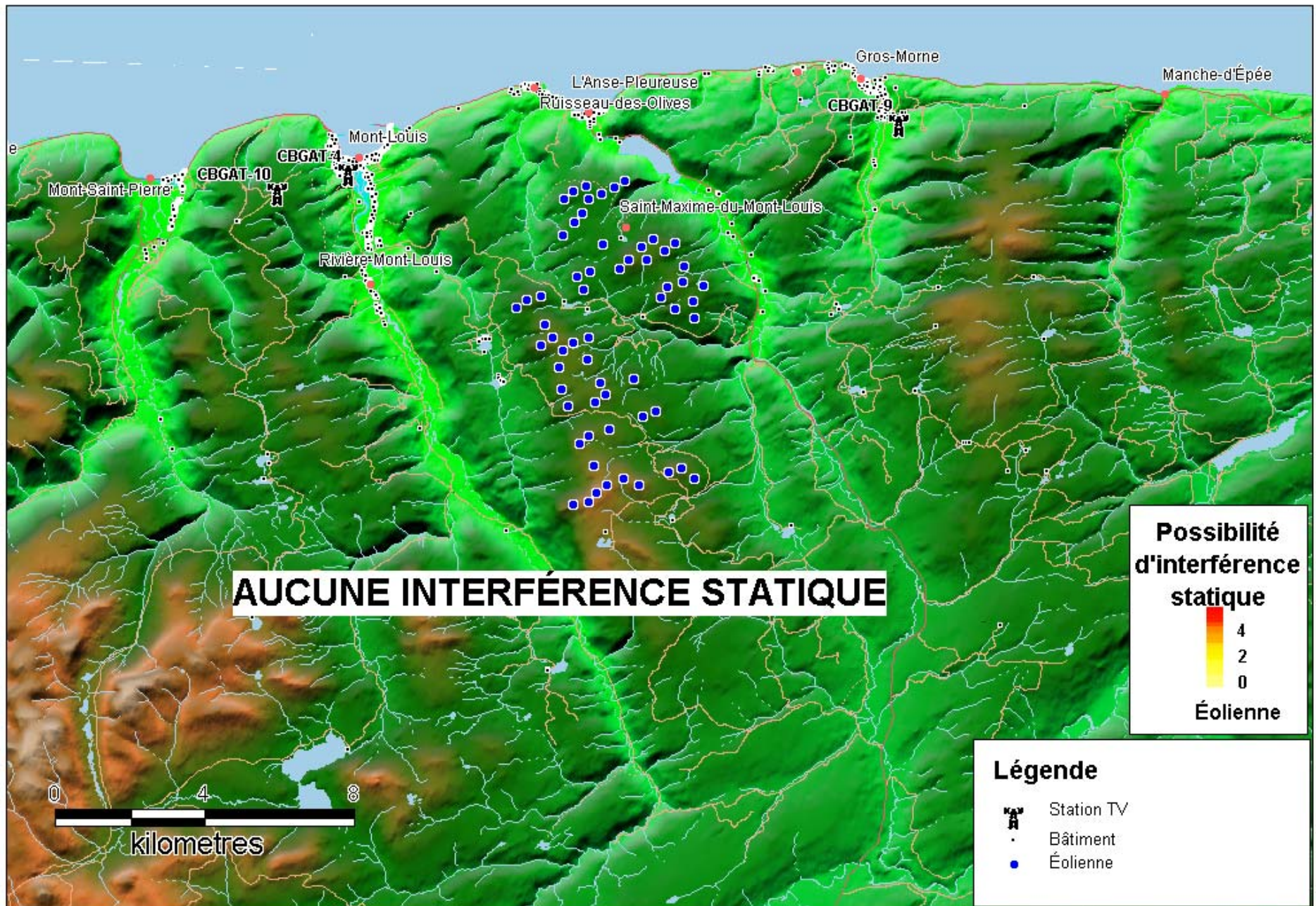


## **ANNEXE 4**

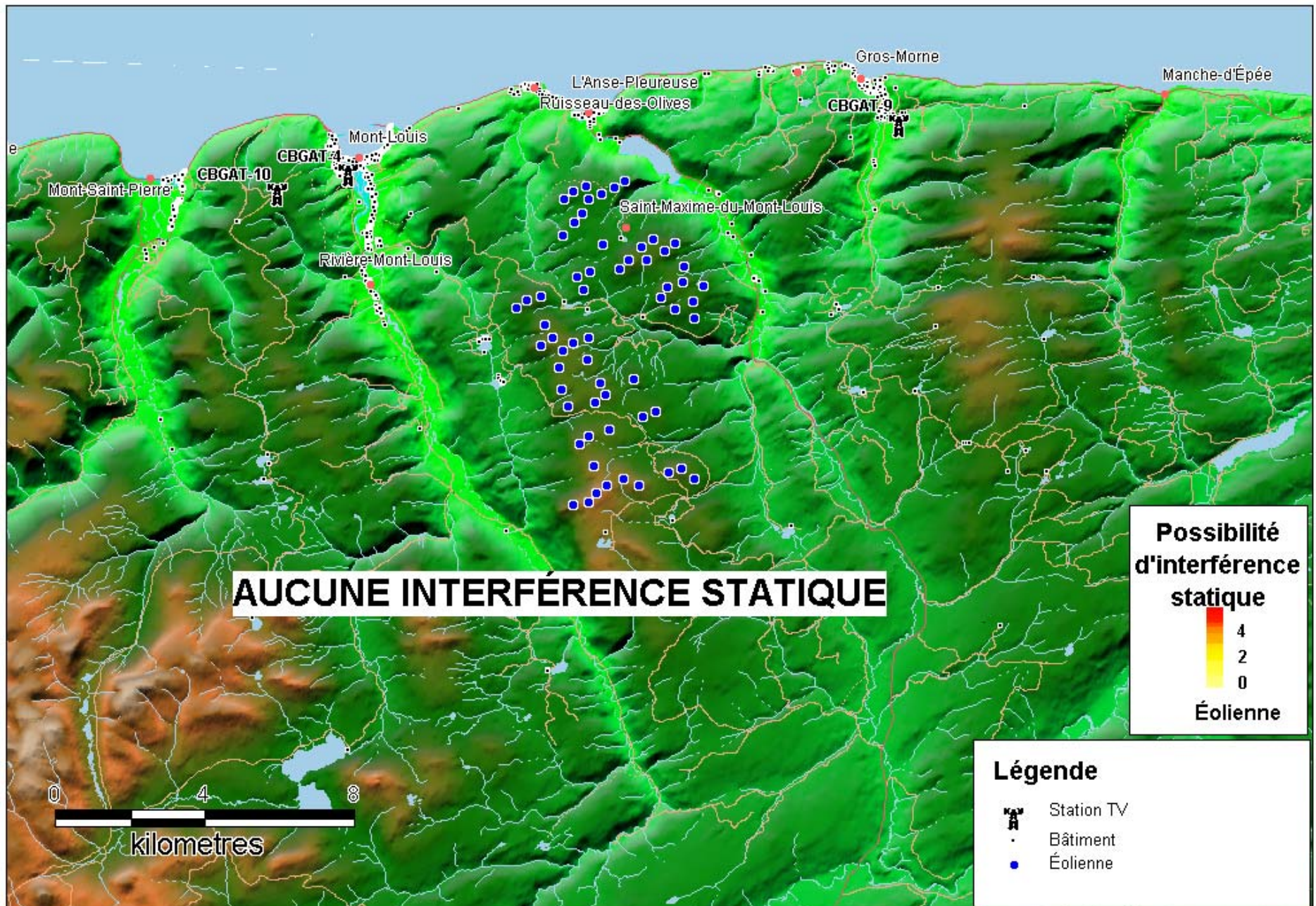
### **Résultats de l'analyse d'interférence statique**

#### **Projet de Saint-Maxime-du-Mont-Louis**

# PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CBGAT-4



# PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CBGAT-9



# PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CBGAT-10

