

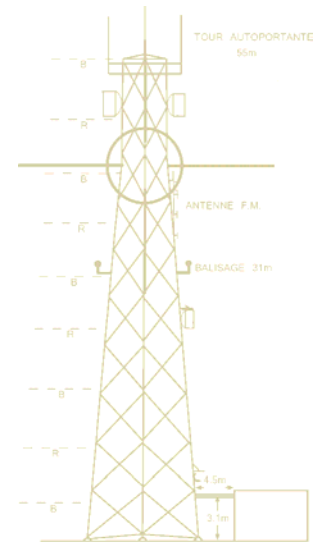
Annexe K

Études sur les systèmes de télécommunications

Annexe K1

**Étude préliminaire d'impact environnemental
Identification des systèmes de télécommunications
Octobre 2006**

**IMPLANTATION DU PARC D'ÉOLIENNES
VENTS-DU-KEMPT**
Dans la région de
SAINTE-MARGUERITE-MARIE, QUÉBEC
ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'IMPACT ENVIRONNEMENTALE
IDENTIFICATION DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS



Préparé pour

Gélectric Inc.
85, rue St-Charles Ouest
Bureau 100
Longueuil, Québec
J4H 1C5



**Yves R. Hamel
et Associés Inc.**

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

téléphone :

514 934 3024

télec. :

514 934 2245

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

TABLE DES MATIÈRES

1	INTRODUCTION	1
2	DISCUSSION	2
3	IDENTIFICATION DES SYSTÈMES	3
3.1	SYSTÈMES DE DIFFUSION	3
3.1.1	<i>Stations de télédiffusion</i>	3
3.1.2	<i>Stations de radio diffusion MF</i>	5
3.1.3	<i>Stations de radiodiffusion MA</i>	5
3.2	SYSTÈMES D'AIDE À LA NAVIGATION	6
3.2.1	<i>Système VOR /Localizer</i>	6
3.3	SYSTÈMES MOBILES.....	7
3.4	SYSTÈMES POINT À POINT	7
3.5	SYSTÈMES POINT À MULTIPOINT	8
3.6	SYSTÈMES RADAR	9
4	CONCLUSION	10

**IMPLANTATION DU PARC D'ÉOLIENNES
VENTS-DU-KEMPT
Dans la région de
STE-MARGUERITE-MARIE, QUÉBEC**

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

1 Introduction

Yves R. Hamel et Associés, consultants en télécommunications et radiodiffusion a été mandatée par Géielectric Inc. pour vérifier l'impact de l'implantation d'un parc d'éoliennes sur les systèmes de radiodiffusion et télécommunications dans la région de Sainte-Marguerite-Marie, Québec.

Ce rapport présente les résultats de la première phase de l'étude, visant à identifier les divers systèmes de télécommunications dans la région de Sainte-Marguerite-Marie qui seraient à risque de subir des interférences suite à l'implantation du parc d'éoliennes. Ce travail consiste notamment en l'identification des systèmes de communications micro-ondes point à point qui croiseraient la région visée et la définition des zones d'exclusion associées s'il y a lieu ainsi qu'en une identification des systèmes de radar et de navigation susceptible de subir des interférences et finalement l'identification du potentiel d'interférence avec les signaux de télédiffusion.

Les résultats de cette étude détermineront la portée de la deuxième phase de l'étude qui visera à évaluer l'importance des interférences potentielles et à recommander des solutions alternatives au besoin.

2 Discussion

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

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

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

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

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

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

3 Identification des systèmes

3.1 Systèmes de diffusion

3.1.1 Stations de télédiffusion

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 d'éoliennes. L'interférence par les éoliennes cause une distorsion vidéo qui apparaît généralement comme une image fantôme et 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 assurerait une réception sans interférence. La topographie du terrain ainsi que la distance relative entre les installations sont des paramètres importants : dans certains cas des installations situées à moins d'un kilomètre les unes des autres peuvent opérer sans aucun brouillage tandis que des situations de brouillage peuvent survenir dans certaines conditions à des distances de plus de 10 km des parcs d'éoliennes. Une analyse détaillée est requise afin de prendre en considération les conditions particulières du site étudié.

Les règles qui régissent l'opération des stations de télédiffusion allouent à chaque station un contour de service protégé à l'intérieur duquel aucun brouillage qui pourrait affecter la qualité du signal reçu n'est permis. L'installation des éoliennes à proximité d'un site de télédiffusion demande beaucoup d'attention car elle peut avoir un impact potentiellement très nuisible sur

l'intégrité du contour de service de la station. L'installation des éoliennes à l'intérieur du contour de service d'une station de télédiffusion peut avoir un impact sur la qualité du signal reçu à proximité du parc d'éoliennes nécessitant, selon les conditions locales, l'évaluation détaillée de l'interférence et la mise en place des mesures correctives, lorsque requis.

Dans le cas du parc d'éoliennes de Sainte-Marguerite-Marie, les contours de service théorique protégé de dix stations de télédiffusion couvrent, entièrement ou en partie, la zone visée pour l'implantation des éoliennes. Leurs contours de service réalistes devront donc être évalués dans la deuxième phase de l'analyse ainsi que l'impact des éoliennes sur les récepteurs dans les environs de celles-ci, lorsque leur emplacement sera connu.

STATION	RÉSEAU	EMPLACEMENT DE L'ÉMETTEUR
CFER-TV	TVA	Rimouski
CIVB-TV	Télé-Québec	Rimouski
CHAU-TV-1	TVA	Ste-Marguerite
CBGAT-1	SRC - Français	Mont-Climont
CBGAT	SRC - Français	Matane
CKAM-TV	CTV	Upsalquitch
CBAFT-7	SRC – Français	Campbellton
CBAT-TV-4	CBC - Anglais	Campbellton
CBGAT-14	SRC - Français	Carleton
CHAU-TV	TVA	Carleton

Table 1- Liste des stations TV couvrant la région du parc d'éoliennes proposé.

L'emplacement projeté du parc d'éoliennes dans la région de la Sainte-Marguerite-Marie se trouve dans une région rurale faiblement peuplée. Selon les données du recensement de 2001, il y aurait approximativement 138 habitations dans cette région pour un nombre total d'environ 328 personnes.

En ce qui concerne la station CHAU-TV-1 localisée à Ste-Marguerite-Marie, à l'intérieur des limites proposées du parc, les normes de l'industrie de télédiffusion exigent qu'une étude d'interférence par images fantômes soit effectuée avant l'érection de toute structure de communications à moins de 1.5 km de l'émetteur TV. Il est reconnu que la construction d'éoliennes à l'intérieur de cette distance aura un impact encore plus important, du à la

présence des pales du rotor et à la surface des tours de support. Il est par conséquent conseillé d'établir une zone d'exclusion préliminaire de 1.6 km de rayon autour du site de CHAU-TV-1. Lors de la phase deux de l'étude il faudra évaluer si cette zone est suffisante, en utilisant la topographie locale et les paramètres opérationnels de la station TV.

3.1.2 Stations de radio diffusion MF

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

STATION	RÉSEAU	EMPLACEMENT DE L'ÉMETTEUR
CIKI-FM-2	Réseau Astral Média	Ste-Marguerite-Marie

Table 2- Liste des stations MF situées dans la zone du parc d'éoliennes proposé.

La station CIKI-FM-2 est située dans la zone centrale de la zone projetée du parc d'éoliennes, dans la municipalité de Ste-Marguerite-Marie. Nous recommandons qu'une zone d'exclusion de 500 mètres autour de cette station soit respectée, afin d'éviter de perturber son fonctionnement. Le positionnement d'éoliennes trop près de cette station pourrait potentiellement affecter l'ensemble de la zone de couverture de cette station. Notons que la station CIKI-FM-2 est co-localisé avec la station de télédiffusion mentionnée dans la section précédente et la zone d'exclusion de 500 m est comprise à l'intérieur de la zone de coordination de 1.6 km de la station TV.

3.1.3 Stations de radiodiffusion MA

Tout comme les signaux de télédiffusion, la radiodiffusion MA est modulée en amplitude et pourrait théoriquement subir des interférences dues à la présence des éoliennes. Les

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

Aucune station de radiodiffusion MA existante ne se trouve à proximité de la zone projetée du parc d'éoliennes.

3.2 Systèmes d'aide à la navigation

3.2.1 Système VOR /Localizer

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

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

3.3 Systèmes mobiles

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

Aucune station de base des différents opérateurs cellulaires et PCS ne se trouve à l'intérieur de la zone projetée du parc d'éoliennes. Toutefois, au moins 1 structures supportant les systèmes de communications mobiles de la région se retrouve à l'intérieur de la zone projetée du parc d'éoliennes et une zone d'exclusion de 500 mètres de rayon est prévue pour ce type de structure. Ce site est co-localisé avec le site de la station de radiodiffusion MF ce qui signifie que les zones d'exclusion de ces deux structures sont confondues.

3.4 Systèmes point à point

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

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

espacement latéral équivalent au rayon du rotor de l'éolienne est également ajouté afin de s'assurer que les pales du rotor se trouvent entièrement en dehors de la zone d'exclusion.

Dans le cas du parc d'éoliennes de Ste-Marguerite-Marie, une liaison point à point traverse la région étudiée. Les zones d'exclusion qui y sont associées sont illustrées sur une carte en annexe. Il est à noter que ces zones ont été calculées en utilisant les coordonnées provenant de la base des données d'Industrie Canada qui ne sont pas toujours très précises et comportent des erreurs allant parfois jusqu'à quelques centaines de mètres. Nous avons effectué notre analyse en incluant une imprécision de 100 m. Il serait par conséquent indiqué d'effectuer des vérifications sur le terrain afin d'obtenir des coordonnées exactes pour ces liaisons ce qui permettrait de réduire les zones d'exclusion à leurs dimensions minimales. Le tableau qui suit présente une liste des sites dont les coordonnées devraient être vérifiées.

Emplacement	Latitude (NAD27)	Longitude (NAD27)	Élévation (m)
MONT LA RÉDEMPTION	48° 25' 08"	67° 48' 00"	274
STE-FLORENCE	48° 16' 49"	67° 10' 38"	185
SITE EMETTEUR CIKI-FM-2, CHAU-TV-1	48° 18' 40"	67° 05' 06"	511

Tableau 4- Liste des sites dont les coordonnées devront être vérifiées

Les mêmes critères s'appliquent aux liaisons par satellite fonctionnant dans les fréquences entre 4 et 14 GHz. Lorsque l'angle d'élévation et l'azimut d'une antenne terrestre par rapport à un satellite spécifique sont connus, la distance minimale par rapport à une éolienne peut être évaluée. Selon les informations contenues dans la banque de données d'Industrie Canada, il n'y aurait pas de stations de réception satellite à l'intérieur des limites projetées du parc.

3.5 Systèmes point à multipoint

Les systèmes de télécommunication point-multipoint sont un moyen de plus en plus populaire d'offrir l'accès Internet et la câblodistribution sans-fil dans les régions rurales. Ces systèmes fonctionnent dans des bandes de fréquences situées entre 1.5 et 40 GHz et utilisent différents types de modulation. Pour fins de notre analyse, ces systèmes sont traités comme des multiples systèmes point à point et par ce fait sont inclus à l'étape précédente de cette étude.

3.6 Systèmes radar

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

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

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

Aucune installation radar n'a été identifiée dans les environs immédiats du parc d'éoliennes proposé dans la région de Sainte-Marguerite-Marie, toutefois un radar météo opéré par Environnement Canada est situé à Val d'Irène, soit à environ 40 km au nord-ouest du parc d'éoliennes et environ 32 km de sa limite nord. Une analyse de visibilité des éoliennes à partir de cette plateforme radar sera requise au cours de la deuxième phase de l'étude d'impact. Nous avons aussi transmis une requête à la Défense Nationale afin qu'ils identifient

les systèmes de communication et d'aide à la navigation, radar ou autre, qui pourraient se situer dans un rayon de 100 km du parc d'éoliennes proposé. Une requête du même genre a aussi été adressée aux services de sécurité publique, afin d'identifier les systèmes qu'il pourrait y avoir dans cette région.

4 CONCLUSION

Ce document visait à effectuer l'identification et l'analyse des systèmes de télécommunications inscrits dans la base des données d'Industrie Canada et situés dans un rayon de 100 km du parc d'éoliennes proposé, qui seraient à risques de subir des interférences dues à l'opération des éoliennes dans la région proposée. Cette analyse incluait les systèmes point à point de sécurité publique mais les systèmes appartenant au département de la défense nationale et d'autres systèmes de sécurité publique ne sont pas inclus dans la base de données d'Industrie Canada et nécessiteront une confirmation de la part du DDN et des services concernés.

La réception des signaux de télévision de dix stations pourrait théoriquement être affectée dans la région proposée. Il serait nécessaire au cours de la deuxième phase de l'étude d'impact, de vérifier les contours de service réalistes de ces stations et d'évaluer les niveaux de perturbation qui pourraient résulter de l'implantation d'éoliennes.

Une station de radiodiffusion MF est située dans la zone du parc d'éoliennes proposé et une zone d'exclusion a été définie afin de protéger le bon fonctionnement de cette station.

Une station radar est située à une bonne distance du parc d'éoliennes, cependant une analyse de visibilité sera nécessaire au cours de la deuxième phase de l'étude d'impact, ainsi qu'une coordination avec les services d'Environnement Canada. Nous sommes toujours dans l'attente d'une confirmation en ce qui concerne les systèmes militaires et les systèmes de sécurité publique.

Notre analyse a identifiée une liaison point à point dans la région proposée. L'analyse détaillée de ses caractéristiques nous a permis de définir des zones d'exclusion entourant le site de télécommunications et le parcours de la liaison.

Il est nécessaire d'ajouter que toutes ces évaluations, les zones d'exclusion produites et les conclusions de ce rapport sont essentiellement basées sur les informations publiées dans les banques de données d'Industrie Canada ou autres sources. Certaines de ces informations devront être validées au cours de la phase 2 de l'étude, toutefois les coordonnées géographiques des sites concernés devraient être mesurées avec précision sur le terrain le plus tôt possible et définitivement avant le positionnement préliminaire des éoliennes, ceci afin de confirmer les positions et dimensions des zones d'exclusion identifiées.

Références

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

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

Thomas B. A. Senior, Dipak L. Sengupta, “Large wind turbine siting handbook: Television interference assessment” Technical report No.4, University of Michigan, 1981.

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

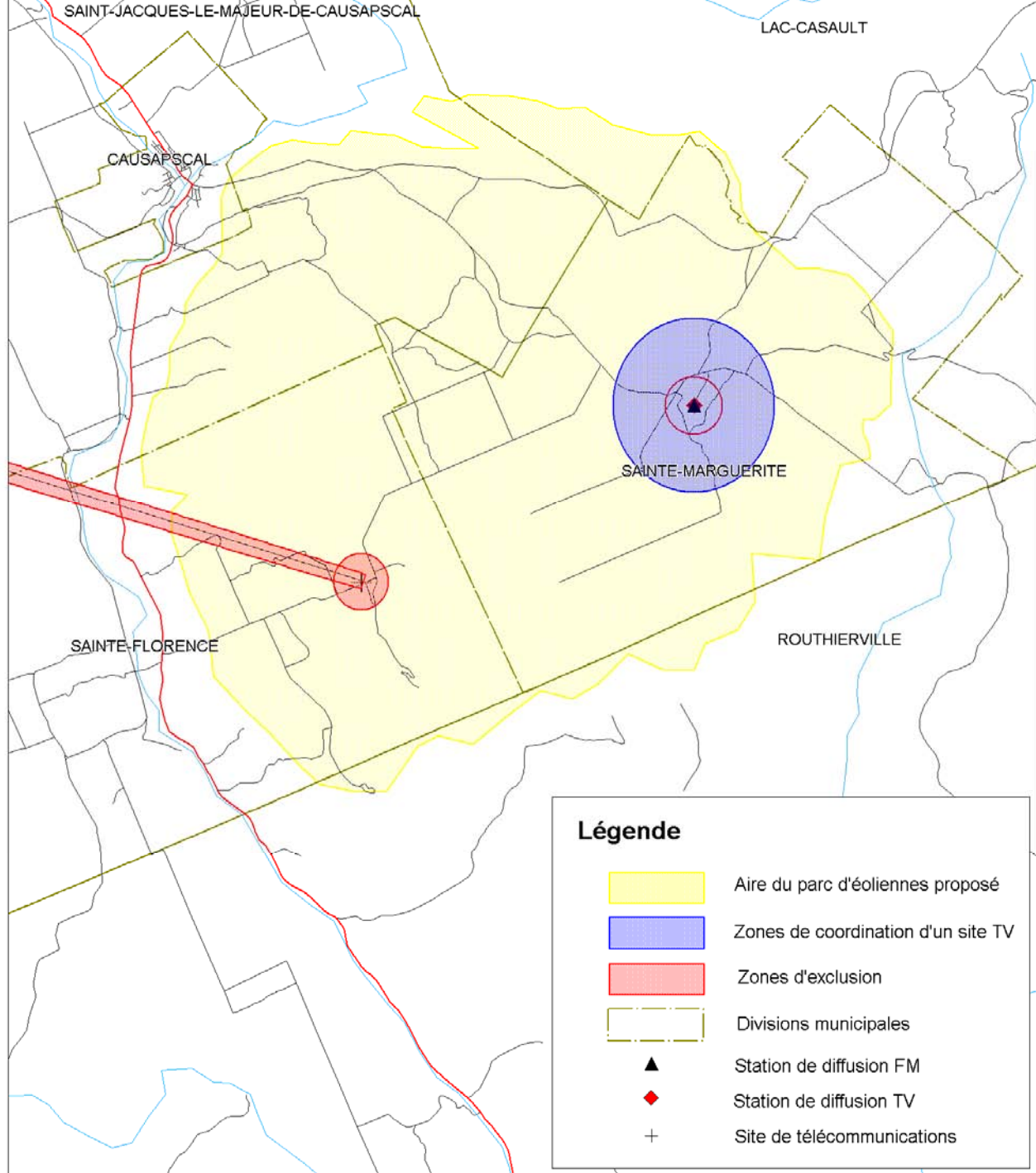
ITU Recommendation BT.805 “Assessment of impairment caused to television reception by a wind turbine”, ITU-R BT.805, 1992.

BTAC – Subcommittee 18 “Technical Information on the Assessment of the Potential Impact of Wind Turbines on Radiocommunication Systems”, July 2005.

Annexe 1

Aperçu général du parc d'éoliennes de Sainte-Marguerite-Marie et zones d'exclusions associées

ZONES D'EXCLUSION ASSOCIÉES AUX SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATION



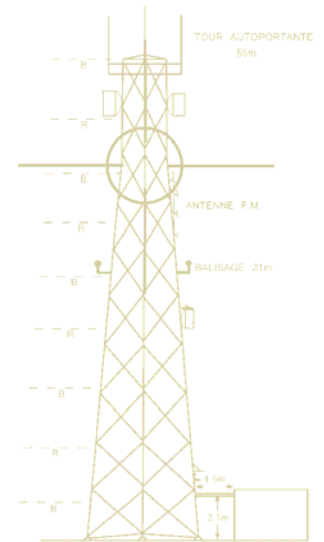
Annexe K2

**Étude d'impact environnemental
Impact sur les systèmes de télécommunications
Mars 2010**

**IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN
VENTS DU KEMPT
Situé dans la MRC
La Matapédia, QUÉBEC**

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

IMPACT SUR LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS



Préparé pour

YRH

**Yves R. Hamel
et Associés Inc.**

Vents Du Kempt Inc.
1850, rue Panama, Suite 501
Brossard, Quebec
J4W 3C6

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

téléphone :
514 934 3024

télec. :
514 934 2245

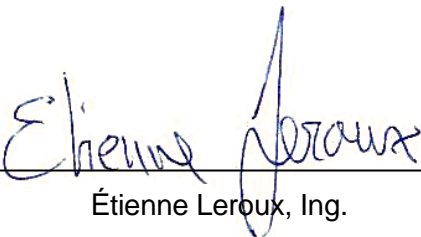
web : www.YRH.com
courriel : Telecom@YRH.com

IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN
VENTS DU KEMPT
Situé dans la MRC
La Matapédia, QUÉBEC


ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL

IMPACT SUR LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

Équipe responsable de la préparation de ce document



Étienne Leroux, Ing.



Régis d'Astous, Spécialiste sr



Maurice Beauséjour, Ing.
26 mars 2010

Note : Ce document est rédigé selon un mandat donné à Yves R. Hamel et Associés Inc. (YRH) par VENTS DU KEMPT 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

1	Introduction.....	1
2	Liaisons micro-ondes point à point	2
3	Système radio mobile UHF	2
4	Stations de radiodiffusion et télédiffusion	2
4.1	Transition de la norme NTSC vers la norme ATSC.....	3
4.2	Qualité de réception télévisuelle	4
5	Analyse des systèmes de télédiffusion	6
5.1	Généralités.....	6
5.1.1	Paramètres d'exploitation des stations	6
5.1.2	Positions des éoliennes analysées	7
5.1.3	Sommaire des spécifications des éoliennes.....	8
5.2	Méthodologie de l'analyse.....	10
5.2.1	Évaluation de la qualité de l'image.....	10
5.2.2	Prédiction de la qualité de l'image.....	15
5.2.3	Analyse dynamique.....	17
5.2.4	Analyse statique.....	19
5.2.5	Évaluation quantitative de l'impact du parc d'éoliennes	21
5.2.6	Systèmes de réception par satellite	23
6	Radar météorologique	25
7	Conclusion	26

IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN VENTS DU KEMPT
Situé dans la MRC
La Matapédia, QUÉBEC

ÉTUDE D'IMPACT ENVIRONNEMENTAL
IMPACT SUR LES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

1 Introduction

Yves R. Hamel et Associés Inc., consultants en télécommunications et radiodiffusion a été mandatée par Vents du Kempt Inc. pour évaluer l'impact de l'implantation d'un parc éolien sur les systèmes de radiodiffusion et télécommunications dans la région de la MRC La Matapédia, Québec.

Une étude préliminaire, révisée en octobre 2009, a permis d'identifier divers systèmes de télécommunications dans cette région qui seraient à risque de subir des interférences suite à l'implantation du parc éolien. Les systèmes identifiés consistent en une liaison micro-onde point à point pour laquelle les différentes zones de consultation ont été définies, un système radio mobile UHF, ainsi qu'à l'identification du potentiel d'interférence concernant la réception des signaux de dix stations de télédiffusion analogique. Une de ces stations de télédiffusion, CHAU-TV-1, est située dans la zone d'étude et est co-localisée avec la station de radiodiffusion MF CIKI-FM-2. Finalement, une station radar météorologique d'Environnement Canada est située à l'intérieur de la distance de consultation de 80 km pour ce type de système.

Aucune mesure précise de la position géographique des sites de télécommunications mentionnées dans l'étude préliminaire n'a été réalisée pour cette étude détaillée.

Le présent rapport fournit les résultats de la deuxième phase de l'étude, permettant 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. Le tableau 2 présente les positions des éoliennes analysées, identifiées comme le plan d'implantation n°9.

2 Liaisons micro-ondes point à point

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.

Lors de l'étude préliminaire, une liaison point à point micro-onde a été identifiée entre les sites de Mont La Rédemption et Sainte-Florence et l'emplacement de ce dernier site se trouve dans la zone d'étude. Selon la configuration proposée du parc éolien présentée au Tableau 2, l'éolienne la plus près des zones de consultation du lien point à point micro-onde est à plus de 3.5 km. Nous ne prévoyons donc aucun impact sur cette liaison micro-onde point à point.

3 Système radio mobile UHF

Lors de l'étude préliminaire, un système radio mobile a été identifié dans la zone d'étude. Selon la configuration proposée du parc éolien présentée au Tableau 1, l'éolienne la plus près du site est à plus de 1.8 km. Nous ne prévoyons donc aucun impact sur ce système radio mobile UHF.

4 Stations de radiodiffusion et télédiffusion

L'étude préliminaire a identifié une station de radiodiffusion MF, CIKI-FM-2, située à l'intérieur de l'aire du parc éolien. Le positionnement des éoliennes respecte la zone de consultation de 1 km de rayon produite au cours de l'étude préliminaire. Cette distance assure une protection physique des infrastructures et est suffisante pour éliminer toute possibilité d'interférence du

point de vue radiofréquence pour ces systèmes de radiodiffusion en modulation de fréquence.

En ce qui concerne l'impact sur la qualité de la réception des signaux de télévision, l'étude préliminaire a identifié dix stations de télédiffusion couvrant la région du parc éolien et ses environs et prévoit une étude détaillée de la qualité de réception des signaux de ces stations au cours de cette deuxième partie de l'étude d'impact. La méthodologie et les résultats sont présentés dans cette section.

4.1 Transition de la norme NTSC vers la norme ATSC

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.

La norme ATSC est une norme applicable dans la totalité de l'Amérique du Nord et la transition à cette norme a été complétée depuis le 12 juin 2009 aux États-Unis, ce qui signifie que depuis cette date, toutes les stations analogiques NTSC pleine puissance situées aux États-Unis ont cessées 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 des 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.

Une nouvelle politique réglementaire du CRTC, CRTC 2010-167, rendue publique le 22 mars 2010, indique que dans certains petits marchés où il n'y aurait qu'une seule station de

télévision locale, le télédiffuseur pourra continuer à diffuser avec la technologie analogique pour un certain temps, dans la mesure où cette station analogique ne perturbe pas la conversion à la technologie numérique des autres télédiffuseurs de la région et respecte les exigences techniques d'Industrie Canada, incluant la coordination des plans de fréquence américain et canadien qui doit être effectuée à l'intérieur d'une zone de 360 km de part et d'autre de la frontière.

L'effet de cette transition à la télévision numérique concernant les études d'impact des projets éoliens sur les systèmes de télécommunications est important. La nécessité d'inclure une étude détaillée de l'impact sur la qualité de réception des signaux de télévision analogiques ne serait donc plus requise pour les projets éoliens dont la date de mise en service prévue est ultérieure au 31 août 2011. Cette étude détaillée doit dorénavant porter sur la qualité de réception des signaux de télévision numérique. Cependant, certains intervenants, dont la Société Radio-Canada, ont indiqué qu'ils ne pourraient pas convertir toutes leurs stations à l'intérieur de l'échéancier exigé par le CRTC. Compte tenu de ce qui précède, les analyses de la réception des signaux de télévision de la technologie analogique NTSC et de la technologie numérique ATSC sont incluses dans cette étude pour ainsi déterminer le potentiel d'interférence pendant cette période de transition technologique.

4.2 Qualité de réception télévisuelle

La réception des signaux de télévision analogique est probablement le type de service le plus à risque de subir une dégradation due à la présence d'un parc éolien. L'interférence causée par les éoliennes apparaît généralement comme cause une distorsion vidéo prenant la forme d'une image fantôme dont la variation d'intensité produit un scintillement de l'image synchronisé avec la fréquence de passage des pales de l'éolienne. 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).

En ce qui concerne la réception des signaux de télévision numérique, il est reconnu dans l'industrie de la télédiffusion que le système numérique est beaucoup plus robuste que le système analogique. Malgré tout, il pourrait être possible que les éoliennes causent une

certaine dégradation de l'image à proximité de celles-ci ou dans certains cas où la réception des signaux serait déjà marginale. Cette dégradation apparaîtrait à l'écran comme une pixellisation aléatoire de certaines portions de l'image, qui pourrait dans des cas extrêmes se généraliser à l'ensemble de l'image ou encore à la perte complète de cette dernière lorsque la réception des signaux serait de toute façon marginale.

Il 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 avec la technologie analogique, des installations situées à moins d'un kilomètre les unes des autres peuvent opérer sans aucun brouillage tandis que des situations de brouillage ont été signalées, dans certaines conditions, à des distances d'une dizaine de kilomètres du parc éolien.

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

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

5 Analyse des systèmes de télédiffusion

5.1 Généralités

5.1.1 Paramètres d'exploitation des stations

L'analyse détaillée consiste à évaluer l'impact des nouvelles éoliennes sur la réception des signaux émis par les dix 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 analogique. Aucune des stations mentionnées n'a établis ses paramètres d'exploitation finaux en mode numérique. Puisqu'un des objectifs de la transition au numérique pour chacune des stations, est de reproduire avec cette nouvelle technologie la même couverture qu'en analogique, nous pouvons assumer que les futures stations numériques devraient avoir sensiblement la même couverture qu'avec le signal analogique, ce qui nous permet d'effectuer une analyse valable même si les paramètres finaux ne sont pas encore connus.

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
CBAFT-7 Campbellton	Canal 9	100800 / 29000	320	53.3	48° 04' 58" N 66° 34' 50" O
CBAT-TV-4 Campbellton	Canal 4	25120 / 13830	542.2	14.3	48° 08' 07" N 66° 06' 57" O
CBGAT Matane	Canal 6	7310 / 3700	304.8	76.2	48° 50' 00" N 67° 21' 39" O
CBGAT-1 Mont-Climont	Canal 13	1756 / 708	472.4	28.0	48° 23' 50" N 67° 19' 24" O
CBGAT-14 Carleton	Canal 2	100000 / 32000	542.2	68.5	48° 08' 08" N 66° 06' 58" O
CFER-TV Rimouski	Canal 11	325000 / 174000	571.5	56.1	48° 28' 02" N 68° 12' 51" O
CHAU-TV Carleton	Canal 5	81700 / 46200	537.9	99.4	48° 08' 08" N 66° 06' 58" O
CHAU-TV-1 Sainte-Marguerite	Canal 3	11200 / 3500	510.5	43.9	48° 18' 40" N 67° 05' 03" O
CIVB-TV Rimouski	Canal 22	1674900 / 1674900	571.5	77.4	48° 28' 02" N 68° 12' 51" O
CKAM-TV Upsalquitch	Canal 12	230000 / 130000	627.9	227.0	47° 27' 19" N 66° 25' 04" O

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.

Les contours de service réalistes de chacune de ces stations ont été générés à l'aide du logiciel dBPlanner, de l'algorithme de propagation CRC-Predict V3.21 et ce à une hauteur de 9.1 m, tel que prescrit dans les Règles et Procédures sur la Radiodiffusion – Partie 4 (RPR-4) d'Industrie Canada, 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. On peut y voir que huit des dix stations ne couvrent qu'en partie la zone d'analyse en question et que cette couverture est principalement située en zones inhabitées dans la zone d'étude. Conséquemment, l'analyse détaillée n'a été effectuée que pour les stations CBGAT-1 qui diffuse dans cette région la programmation du réseau français de la SRC et CHAU-TV-1 qui y diffuse la programmation du réseau TVA.

5.1.2 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- Positions des éoliennes analysées - plan d'implantation n°9

ÉOLIENNE	Abscisse (UTM_NAD83 ZONE 19)	Ordonnée (UTM_NAD83 ZONE 19)	EOLIENNE	Abscisse (UTM_NAD83 ZONE 19)	Ordonnée (UTM_NAD83 ZONE 19)
1	640827	5356730	26	640514	5350472
2	639338	5356007	27	639605	5350491
3	635178	5354188	28	639968	5350722
4	635516	5354090	29	639739	5350190
5	635792	5354708	30	642051	5357428
6	635851	5354349	31	645019	5354516
7	635979	5355020	32	642988	5351079
8	636393	5354612	33	638530	5355936
9	636718	5354658	34	643689	5350606
10	635269	5353865	35	644453	5354010
11	636164	5354245	36	644174	5353619
12	638191	5355834	37	643920	5354239
13	637341	5354616	38	639366	5356458
14	641224	5357207	39	638981	5356481
15	641108	5356899	40	644064	5351539
16	638487	5355572	41	644193	5350759
17	638817	5355623	42	644633	5354387
18	638827	5356185	43	644277	5354311
19	639026	5355901	44	644364	5351041
20	641225	5350486	45	644897	5354078
21	641767	5357262	46	644386	5351383
22	641514	5357052	47	643231	5350846
23	640027	5350379	48	644462	5354766
24	643766	5351088	49	644254	5353298
25	640865	5350476	50	645278	5354288

5.1.3 Sommaire des spécifications des éoliennes

Le modèle d'éolienne utilisé ainsi que ses caractéristiques physiques et géométriques sont d'importants paramètres permettant de déterminer le risque et l'importance des perturbations potentielles de la qualité de réception des signaux de télévision. Le modèle d'éolienne pour cette étude est le modèle E82 du manufacturier Enercon. C'est un modèle d'une puissance de 2 MW avec une hauteur de moyeux de 100 m et dont les caractéristiques principales sont présentées dans le tableau qui suit :

Tableau 3 : Caractéristiques de l'éolienne E82 de Enercon

Rotor			
Diamètre :	82 m		
Inclinaison de l'axe :	5°		
Conicité des pales :	Non disponible		
Nombre de pales :	3		
Pales			
Matériau :	Résine Époxyde renforcée de fibre de verre		
Longueur :	38.8 m		
Superficie projetée par une pale :	81.5 m ² (approx.)		
Torsion (point d'attache /bout de pale) :	10° (hypothèse)		
Tour			
Section	Longueur	Diamètre Maximum	Diamètre Minimum
1	25.232 m	2.91 m	2.00 m
2	3.0 m	3.019 m	2.91 m
3	68.7 m	7.50 m	3.019 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,

- η_s est le facteur d'efficacité d'une pale d'éolienne à axe horizontale;
- η_A est le facteur de voilure de la pale;
- η_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 0.40 pour le modèle E82. Ce paramètre sera utilisé pour le calcul du coefficient de réflexion permettant de déterminer la puissance équivalente radiée par le rotor des éoliennes.

5.2 Méthodologie de l'analyse

Deux types d'analyses sont effectués dans le cadre de cette étude, soit une analyse dite dynamique, considérant les réflexions causées par les pales du rotor en mouvement et une analyse statique considérant principalement la structure de la tour portante. L'objectif de ces deux analyses est de déterminer si la qualité de réception en un point donné, atteint le seuil de qualité recommandé par la réglementation dans le cas des signaux analogiques et maintient des conditions adéquates pour la bonne opération du récepteur numérique.

5.2.1 Évaluation de la qualité de l'image

5.2.1.1 Mode analogique

Le tableau suivant indique la gradation de l'indice de qualité tel que prescrit par Industrie Canada et 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 une distance relativement faible 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 suggéré dans le BT-5 est utilisable pour des structures cylindriques de cette dimension, mais comporte certaines contraintes. Également, l'applicabilité de cette méthodologie pour des structures situées à plusieurs kilomètres de l'émetteur n'a pas encore été 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.

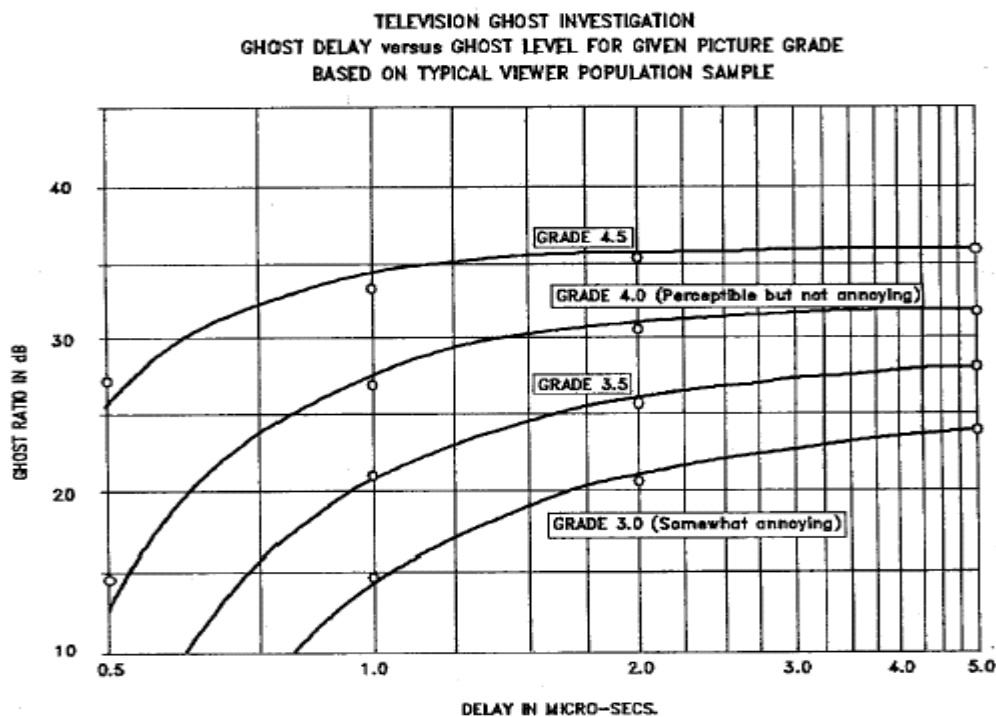


Figure 1- Courbes de gradation de la qualité de l'image proposées par Industrie Canada pour des images fantômes statiques.

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, Industrie Canada fixe le seuil minimum à un indice de 3.5.

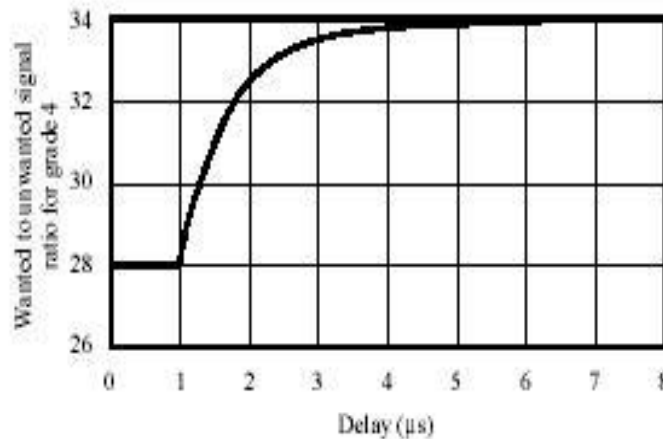


Figure 2- Courbe de la qualité de l'image de grade 4 proposée par l'UIT pour des images fantômes dynamiques.

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.

5.2.1.2 Mode numérique

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

La présence d'une éolienne ou de tout autre structure ou immeuble, n'a aucun impact sur le seuil de bruit du récepteur, donc ne devrait pas affecter la qualité de réception. Tout au plus, ces structures, quelles quel soient, pourraient causer un léger affaiblissement du signal à courte distance derrière elles, ce qui pourrait causer des difficultés pour des récepteurs qui opéraient déjà près du seuil de bruit et provoquer une défaillance du récepteur. Toutefois, ces structures, que ce soit des immeubles, des surfaces métalliques, des collines ou des éoliennes, causeront des réflexions du signal qui parviendront aux récepteurs avec des niveaux et des délais différents et parfois variables, ce qui pourrait causer des difficultés pour le récepteur à reconnaître sans erreur les 0 et les 1 de la trame numérique. Heureusement, des circuits spéciaux appelés égalisateurs sont intégrés aux récepteurs et permettent de gérer ce genre de situation. Malheureusement, ces égalisateurs, malgré leur capacité de

calcul et leurs performances impressionnantes ne peuvent pas nécessairement solutionner toutes les possibilités.

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

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

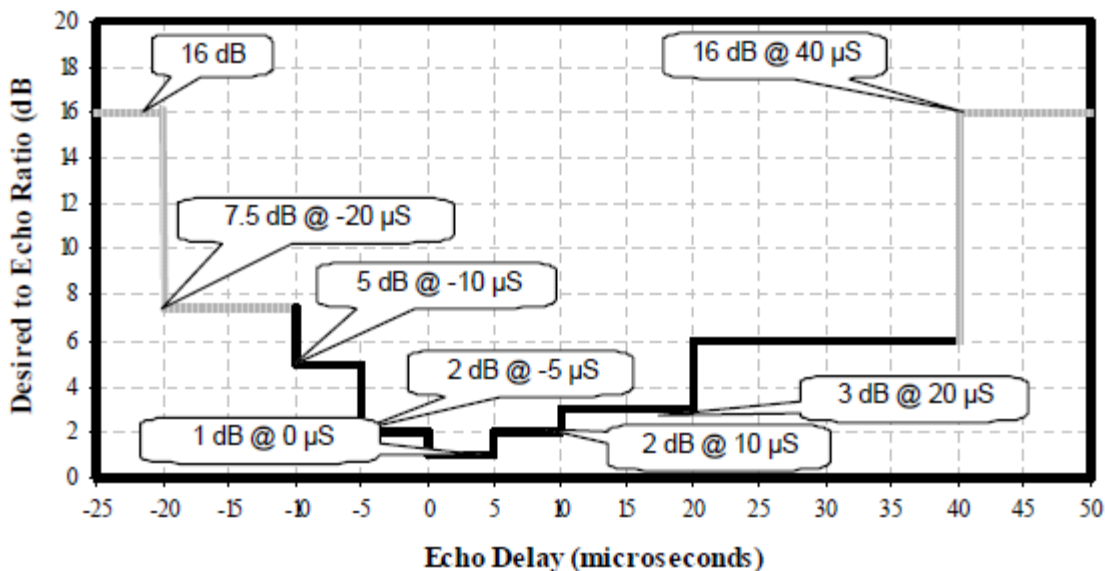


Figure 3- Performances minimales des égalisateurs selon la norme ATSC A74 en vigueur depuis 2004.

L'interprétation de ce masque de la courbe minimale des performances des égalisateurs est la suivante. Lorsque le ratio du niveau du signal désiré, généralement le signal provenant

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

De façon générale, les cas les plus probables où une dégradation de la qualité de réception de la télévision numérique pourrait se produire est dans un premier cas, à proximité de l'éolienne, où le délai est très faible, soit de quelques microsecondes ou moins, et où les signaux direct et réfléchi seraient potentiellement égaux ou presque. Cette situation n'est typiquement possible que sur un espace très limité et situé à quelques centaines de mètres de l'éolienne, où il n'y a jamais de résidence, compte tenu des contraintes habituelles de protection physique des résidences. L'autre cas potentiel pourrait se produire à des distances variables et se situerait à la limite de la zone de couverture de la station, là où les signaux direct et réfléchi sont tous les deux faibles et à la limite des capacités de détection du récepteur. Il est probable, qu'à ces endroits, la fiabilité de la réception de signaux de bonne qualité, soit de toute façon relativement faible, même en l'absence d'éolienne.

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

5.2.2 Prédiction de la qualité de l'image

Au cours des dernières années, la société Yves R. Hamel et Associés Inc. (YRH), en collaboration avec divers intervenants de l'industrie de la radiodiffusion, a développé un logiciel propriétaire permettant de prédire l'impact de l'implantation de parcs éoliens sur la qualité de réception des signaux télévisuels dans la région environnante du parc éolien. Ce

logiciel est partiellement basé sur les résultats des recherches effectuées par les Dr. Sengupta et Senior vers la fin des années 70 et le début des années 80, ainsi que sur les conclusions du plus récent rapport de l'Union Internationale des Télécommunications (UIT) sur le sujet, soit le rapport BT-2142. Pour la technologie analogique, les courbes des indices de qualité publiés par Industrie Canada dans son Bulletin Technique BT-5 sont utilisées en mode statique, alors que la courbe proposée par l'UIT dans sa recommandation BT-805 est utilisée en mode dynamique, afin de déterminer le seuil d'acceptabilité de la dégradation potentielle. En ce qui concerne la technologie numérique, le masque des performances minimales de l'égalisateur des récepteurs est utilisé pour déterminer la capacité des récepteurs numériques à maintenir les performances requises en présence de signaux ayant empruntés de multiples parcours différents pour parvenir à l'entrée du récepteur.

Ce logiciel permet entre autre, dans le cas de l'analyse statique, de déterminer à intervalle régulier dans la zone d'analyse aux environs du parc éolien, le nombre d'éoliennes dont la tour de support, ainsi que le rotor au repos et la nacelle, risque de produire une image fantôme inacceptable à ce point de la grille planimétrique, d'une granularité typique de 100 m. Chacune des éoliennes est analysée indépendamment l'une de l'autre et les résultats sont compilés afin de pouvoir représenter l'impact du parc éolien dans son ensemble sur une seule représentation graphique.

Le même type de procédé est utilisé dans le cas de l'analyse dynamique. Cependant, puisque 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 statistique de la vitesse et de l'orientation des vents afin de déterminer la probabilité que l'éolienne soit dans la direction générale des vents dominants. La probabilité qu'un certain point subisse une dégradation due 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 aux mouvements du rotor des éoliennes.

5.2.3 Analyse dynamique

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

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

La prédiction du champ reçu directement de l'émetteur est effectuée en utilisant les paramètres publiés pour la station, ainsi que le patron de rayonnement de l'antenne publié dans la banque de données d'Industrie Canada. Le logiciel dBPlanner version 2.5 est utilisé avec l'algorithme de propagation CRC-Predict version 3.21. Les données topographiques sont tirées d'un modèle numérique ayant une résolution de 3 secondes d'arc ré-échantillonné à une résolution de 100 mètres. 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 et la RPR-10, alors que l'intensité de champ reçu par les éoliennes est prédite à une hauteur de 100 mètres, soit la hauteur de l'axe du rotor.

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

Les cartes des annexes 3 et 5 présentent les résultats obtenus pour l'analyse dynamique des stations CBGAT-1 et CHAU-TV-1 respectivement en mode numérique et en mode analogique. 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 pour la technologie analogique, donc potentiellement perceptible et légèrement gênante. En ce qui concerne la technologie numérique, la couleur indique la probabilité totale qu'à ce point, un récepteur numérique normalisé ne puisse pas décoder adéquatement les multiples signaux reçus et provenant dans un cas, directement de l'émetteur, et dans les autres cas, de réflexions sur les surfaces des éoliennes.

L'analyse se limite à la région située à l'intérieur du contour de service réaliste, obtenue à partir d'une prédiction utilisant l'algorithme CRC-Predict. Donc, partout où le fond de terrain est visible, soit que le niveau de signal direct reçu est sous le seuil minimum du contour 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 ou une défaillance du récepteur numérique. 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 9, 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 Vents du Kempt 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 0.02% et 3.31%. Considérant que l'éolienne ne tourne pas à moins d'un vent de 3 m/s, et qu'elle s'arrête pour un vent supérieur à 25 m/s, pour le modèle E82, ces probabilités minimale et maximale deviennent respectivement 0.01% et 2.85% avec une moyenne à 1.38%. 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 2.14%, 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 2.14%, lorsqu'en un point donné, plus de 4 éoliennes peuvent causer de l'interférence, la probabilité d'interférence en ce point dépasse donc le seuil de 10%. Ce seuil de 10% du temps est le seuil maximal jugé acceptable selon les RPR-4 et RPR-10 d'Industrie Canada lorsque l'interférence d'une autre station TV opérant sur le même canal est évaluée. Bien qu'aucune norme canadienne ne soit définit en ce qui concerne l'interférence provenant des éoliennes, ce seuil pourrait aussi être utilisé dans le cas d'interférence sur le même canal provenant d'une ou de plusieurs éoliennes.

Selon les RPR-4 et RPR-10, lorsque des zones peuplées subissent un risque d'interférence pour plus de 10% du temps, l'opérateur de la station de télévision causant l'interférence doit prendre des mesures correctives afin d'éliminer ou réduire cette interférence. Lorsque cette interférence se limite à des zones où il n'y a pas de population, elle peut généralement être tolérée.

5.2.4 Analyse statique

L'analyse statique utilise la même méthodologie que l'analyse dynamique en considérant la surface totale de la tour de support et certains éléments de la nacelle et du rotor. Puisque la tour de support est de loin l'élément dominant, la hauteur au dessus du sol utilisée pour le calcul du champ reçu est de 50 m, soit le centre de la tour de support. Le patron de

rayonnement utilisé pour les tours de support des éoliennes est basé sur les conclusions du rapport BT-2142 de l'UIT.

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

Bien que ces modélisations aient été effectuées à des fréquences plus élevées que les fréquences utilisées en télévision, il est raisonnable de prétendre que l'ouverture du patron vertical de la tour ne représente qu'au plus quelques degrés, ce qui rejoint pratiquement l'opinion d'Industrie Canada exprimée dans le BT-5. La modélisation de la tour seulement, montre que dans la bande S (3.0 GHz), une tour de 80 mètres conique de 0.5° 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 1.6° pour la E82 avec une hauteur de moyeu de 100 m. Finalement, l'angle incident a été déterminé pour chaque éolienne et pour chaque station, afin de déterminer l'orientation des patrons verticaux de l'onde réfléchi qui varie vers le haut de 1° à 3° environ. Le bulletin technique 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 des annexes 4 et 6 présentent respectivement les résultats de l'analyse statique de CBGAT-1 et CHAU-TV-1 en mode numérique et analogique.

5.2.5 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. Les résultats indiquent le nombre approximatif de résidences qui pourraient potentiellement subir une dégradation de la qualité de réception pour chacune des stations TV analysées et ce, pour des interférences en mode dynamique et en mode statique. Les résultats pour la technologie analogique sont présentés au tableau 5-a pour le brouillage dynamique et 5-b pour le brouillage statique. Les tableaux 6-a et 6-b présentent quant à eux les mêmes résultats pour la technologie numérique.

Le nombre total de résidences inclus dans la zone d'analyse est estimé à 1317 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 celui de la station CHAU-TV-1, environ 87.6% des résidences comprises dans la zone d'analyse reçoivent un signal de qualité suffisante de cette station.

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.

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

Station	Résidences à l'intérieur du Contour B	Résidences sans interférence	Résidences avec probabilité inférieure à 5% du temps	Résidences avec probabilité entre 5% et 10% du temps	Résidences avec probabilité de plus de 10% du temps
CBGAT-1	1139 (86.5%)	1029	42	24	44
CHAU-TV-1	1154 (87.6%)	590	328	156	80

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

Station	Résidences à l'intérieur du Contour B	Résidences sans interférence	Résidences avec probabilité de 1 ou 2 éoliennes	Résidences avec probabilité entre 3 et 4 éoliennes	Résidences avec probabilité de 5 éoliennes ou plus
CBGAT-1	1139 (86.5%)	1125	9	2	4
CHAU-TV-1	1154 (87.6%)	736	323	89	6

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

En ce qui concerne la technologie numérique, les résultats de l'analyse présentés au tableau 6-a et 6-b considère que la future station numérique assurera une zone de couverture équivalente à celle qu'offrait la station analogique qu'elle remplacera. Il est possible que les paramètres d'exploitation finaux de ces nouvelles stations numériques procurent une couverture plus ou moins étendues comparativement aux stations qu'elles remplaceront, cependant cela n'affectera pas le risque d'interférence causé par les éoliennes, mais seulement la capacité d'un récepteur à capter adéquatement ou non les signaux d'une station, qu'il y ait des éoliennes ou non.

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

Station	Résidences à l'intérieur du Contour B	Résidences sans interférence	Résidences avec probabilité inférieure à 5% du temps	Résidences avec probabilité entre 5% et 10% du temps	Résidences avec probabilité de plus de 10% du temps
CBGAT-1 (DT)	1139 (86.5%)	1029	3	0	0
CHAU-TV-1 (DT)	1154 (87.6%)	590	0	0	0

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

Station	Résidences à l'intérieur du Contour B	Résidences sans interférence	Résidences avec probabilité de 1 ou 2 éoliennes	Résidences avec probabilité entre 3 et 4 éoliennes	Résidences avec probabilité de 5 éoliennes ou plus
CBGAT-1 (DT)	1139 (86.5%)	1125	0	0	0
CHAU-TV-1 (DT)	1154 (87.6%)	736	0	0	0

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.

5.2.6 Systèmes de réception par satellite

Tel que mentionné précédemment, les services de distribution télévisuelle par satellite sont de plus en plus populaires dans les régions rurales. Le positionnement d'une éolienne dans la ligne de vue, soit entre l'antenne d'un récepteur satellite et le satellite fournissant le service, aurait un impact majeur sur le service offert à cette résidence. Les opérateurs canadiens offrant ce type de service au Canada sont Bell TV et Shaw Direct. Ils utilisent dans le cas de Bell TV les satellites Nimiq 1 (91°W) et Nimiq 4 (82°W), tandis que Shaw Direct utilise les satellites Anik F1R (107.3°W) et Anik F2 (111.1°W), tous situés sur l'orbite géostationnaire aux longitudes indiquées entre parenthèses. Pour la région du projet Vents du Kempt, 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 TV	Nimiq 1	NTSC	210.7°	30.1°
Bell TV	Nimiq 4	HDTV	199.7°	32.9°
Shaw Direct	Anik F1R	Anglais	228.6°	22.6°
Shaw Direct	Anik F2	Français	232.4°	20.6°

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

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

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

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

6 Radar météorologique

L'étude préliminaire avait identifié un système radar situé à l'intérieur des distances applicables de consultation. Il s'agit en fait de la station radar météorologique de Val d'Irène, opérée par Environnement Canada située en direction ouest/nord-ouest à environ 35.6 km de l'éolienne la plus rapprochée.

Une analyse sommaire de visibilité a permis d'établir que tous les rotors des éoliennes du parc seront visibles entièrement depuis la station radar selon les paramètres usuels de propagation radio ainsi que la majorité des tours soutenant ces rotors. Les positions des éoliennes et leurs caractéristiques ont été soumises à Environnement Canada (EC) pour évaluation et tel qu'indiqué à l'annexe 2, leur analyse préliminaire indique que la présence du parc éolien affectera occasionnellement les données de cette station radar dans la région du parc éolien, mais ne constitue pas une raison suffisante pour s'objecter au projet.

Environnement Canada envisage d'effectuer des évaluations plus détaillées suite à la mise en service de certains parcs éoliens, afin d'élargir leur champ de connaissances concernant l'interaction des éoliennes avec les radars météorologiques. Pour ce faire, EC souhaiterait s'assurer de la collaboration des opérateurs afin de fournir certaines informations relatives à l'exploitation du parc, tel que l'arrêt prolongé de certaines éoliennes pour entretien ou autre information pertinente selon l'orientation des recherches dont le but pourrait être de développer ou explorer diverses mesures d'atténuation.

7 Conclusion

L'analyse détaillée de l'interférence par images fantômes en mode analogique ou causant une défaillance du récepteur en mode numérique, a été effectuée pour seulement deux des dix stations de télévision dont le contour de service théorique recouvre la zone d'analyse, soit CBGAT-1 et CHAU-TV-1. L'analyse de ces deux stations montre que leur contour de service réaliste respectif couvre presque en totalité la région du parc éolien proposé, tandis que la couverture des autres stations n'est que très fragmentaire et se limite généralement à quelques sommets de collines inhabitées.

Les résultats de l'analyse indiquent que plusieurs résidences sont à risque de brouillage par images fantômes en mode analogique, qu'ils soient de type dynamique ou statique. Par contre, les résultats en mode numérique démontrent que très peu de résidences risquent de subir une défaillance du récepteur, ce qui démontre la robustesse accrue de cette technologie. Dans la majorité des cas qui pourrait expérimenter des difficultés avec la réception des signaux numériques, l'utilisation d'une antenne plus performantes devrait suffire à solutionner les difficultés potentielles.

Tous les calculs de l'étude ont été exécutés avec l'utilisation du masque d'antenne proposé par Industrie Canada dans la RPR-10. Toutefois, la majorité des antennes sur le marché sont plus performantes que le masque proposé.

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 Vents du Kempt ne subirait d'impact significatif.

Références :

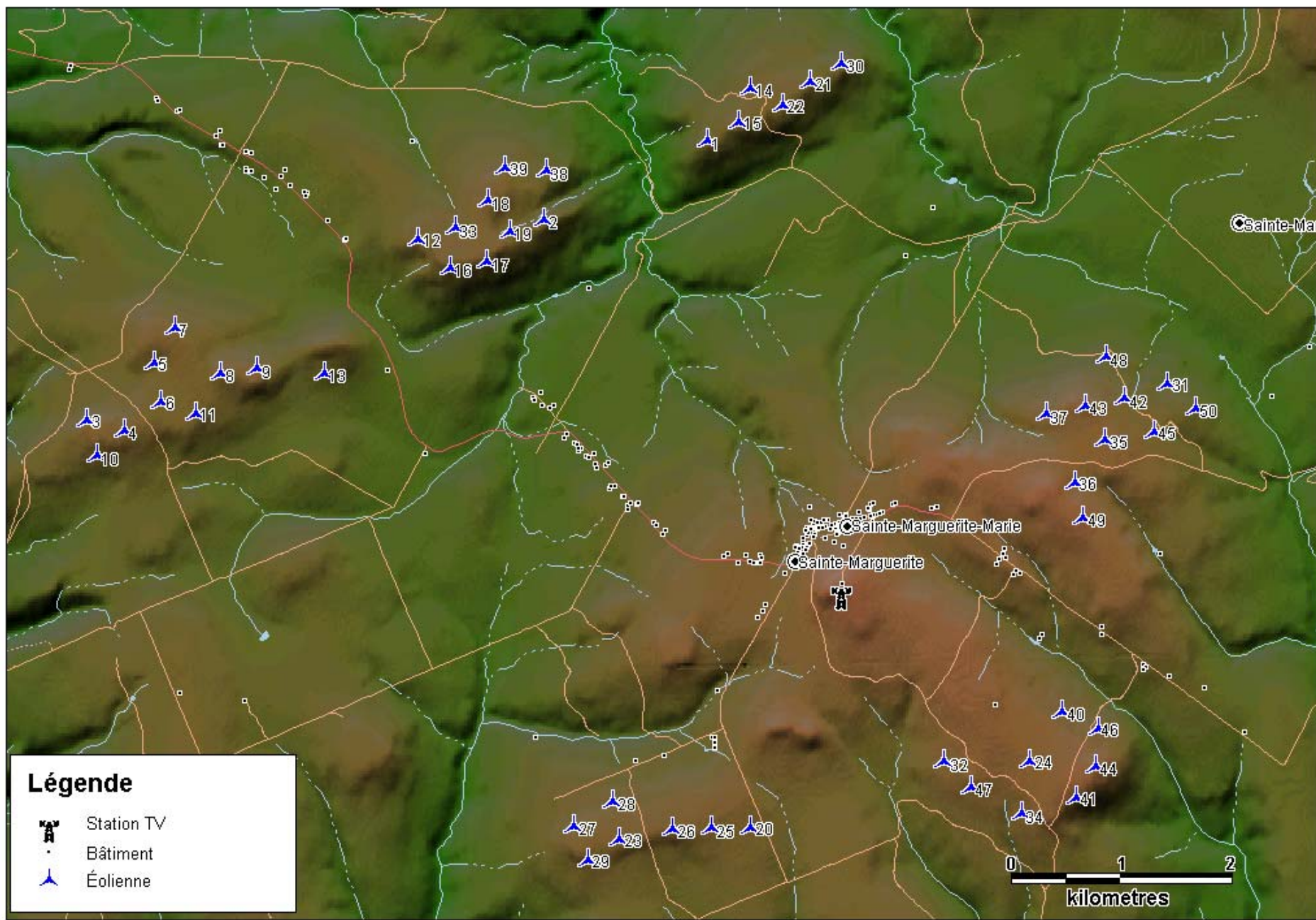
- 1- Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, "Electromagnetic Interference from Wind Turbines" in Wind Turbine Technology : Chapter 9, David A. Spera (Ed), ASME Press, 1994.
- 2- David F. Bacon, "Fixed-link Wind-Turbine exclusion zone method", D.F. Bacon, 2002.
- 3- Thomas B. A. Senior, Dipak L. Sengupta, "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^e édition, Juillet 1989
- 8- Industrie Canada RPR "Partie IV: Règles et procédures de demande relatives aux entreprises de radiodiffusion de télévision", Avril 1997
- 9- Dipak L. Sengupta, Thomas B. A. Senior, "Wind turbine generator interference to electromagnetic systems" Final report, University of Michigan, 1979.
- 10- David A. Spera, Dipak L. Sengupta, "Equations for Estimating the Strength of TV Signal Scattered by Wind Turbines" Lewis Research Center, May 1994.
- 11- Conseil de la Radiodiffusion et des Télécommunications Canadiennes, "Avis public de radiodiffusion CRTC 2007-53", 17 mai 2007.
- 12- Industrie Canada RPR "Partie X: Règles et procédures de demande relatives aux entreprises de télévision numérique (TVN)", Août 2009
- 13- ITU Report BT.2142 "The effect of the scattering of digital television signals from a wind turbine", ITU-R BT.2142, April 2009.
- 14- ATSC Standard, "ATSC Recommended Practice: Receiver Performance Guidelines", Document A/74, June 2004 with corrigendum July 2007.

ANNEXE 1

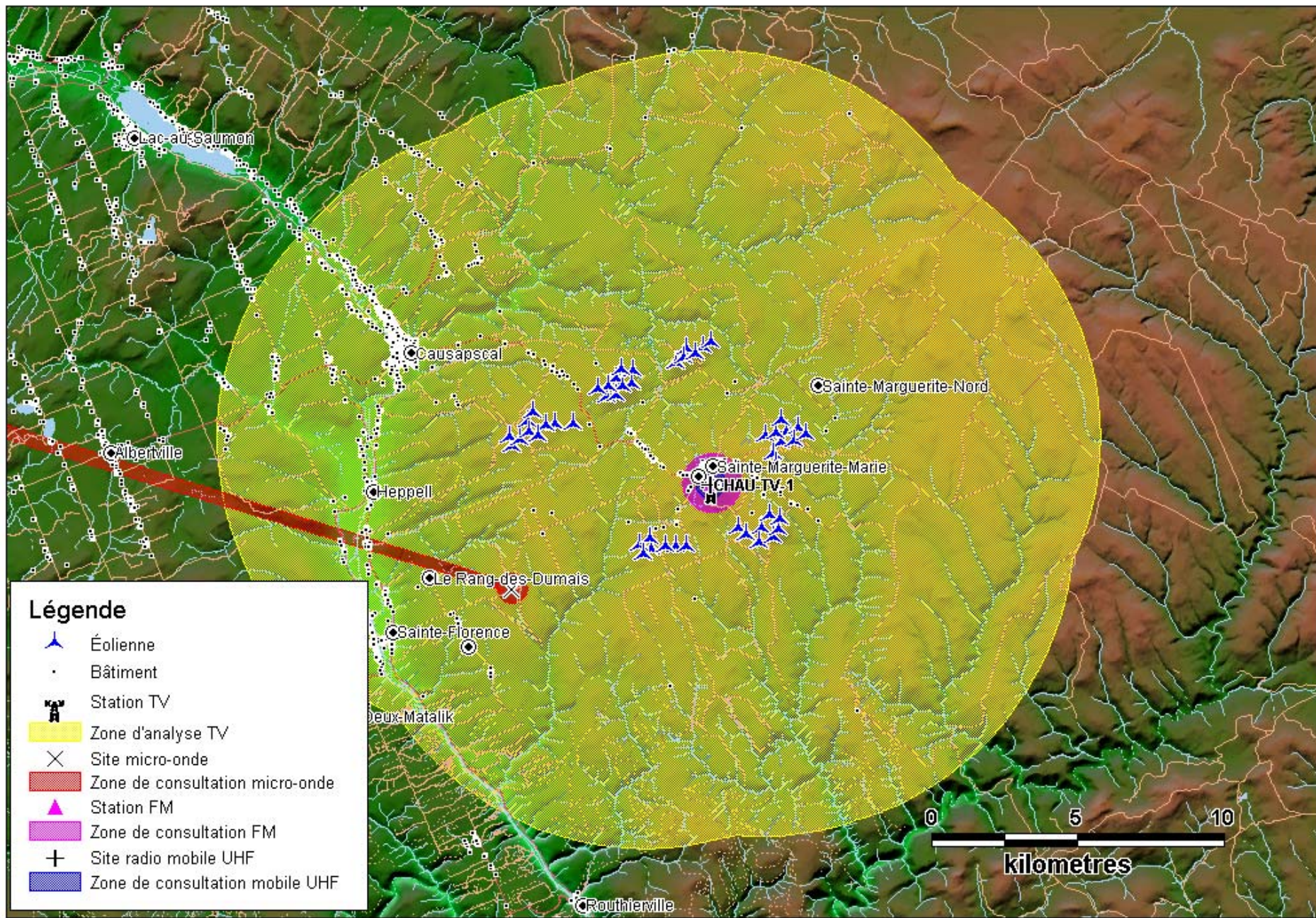
Disposition des éoliennes et zone d'analyse

Projet Vents du Kempt

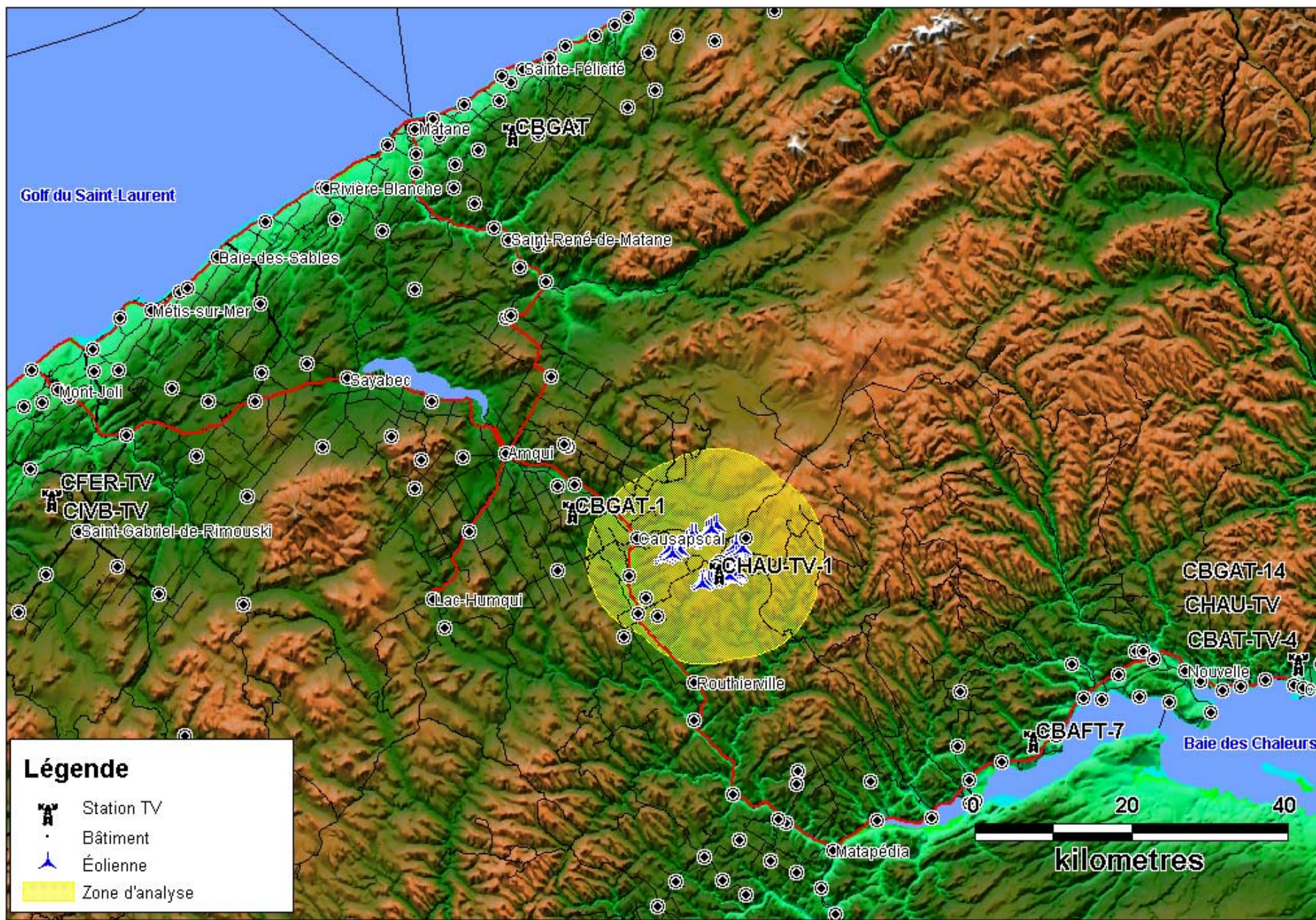
DISPOSITION DES ÉOLIENNES DU PARC DE VENTS DU KEMPT



VUE D'ENSEMBLE DU PARC ÉOLIEN DE VENTS DU KEMPT ET DES SYSTÈMES DE TÉLÉCOMMUNICATIONS À ANALYSER



VUE D'ENSEMBLE DU PARC ÉOLIEN DE VENTS DU KEMPT ET DES STATIONS TV ANALYSÉES

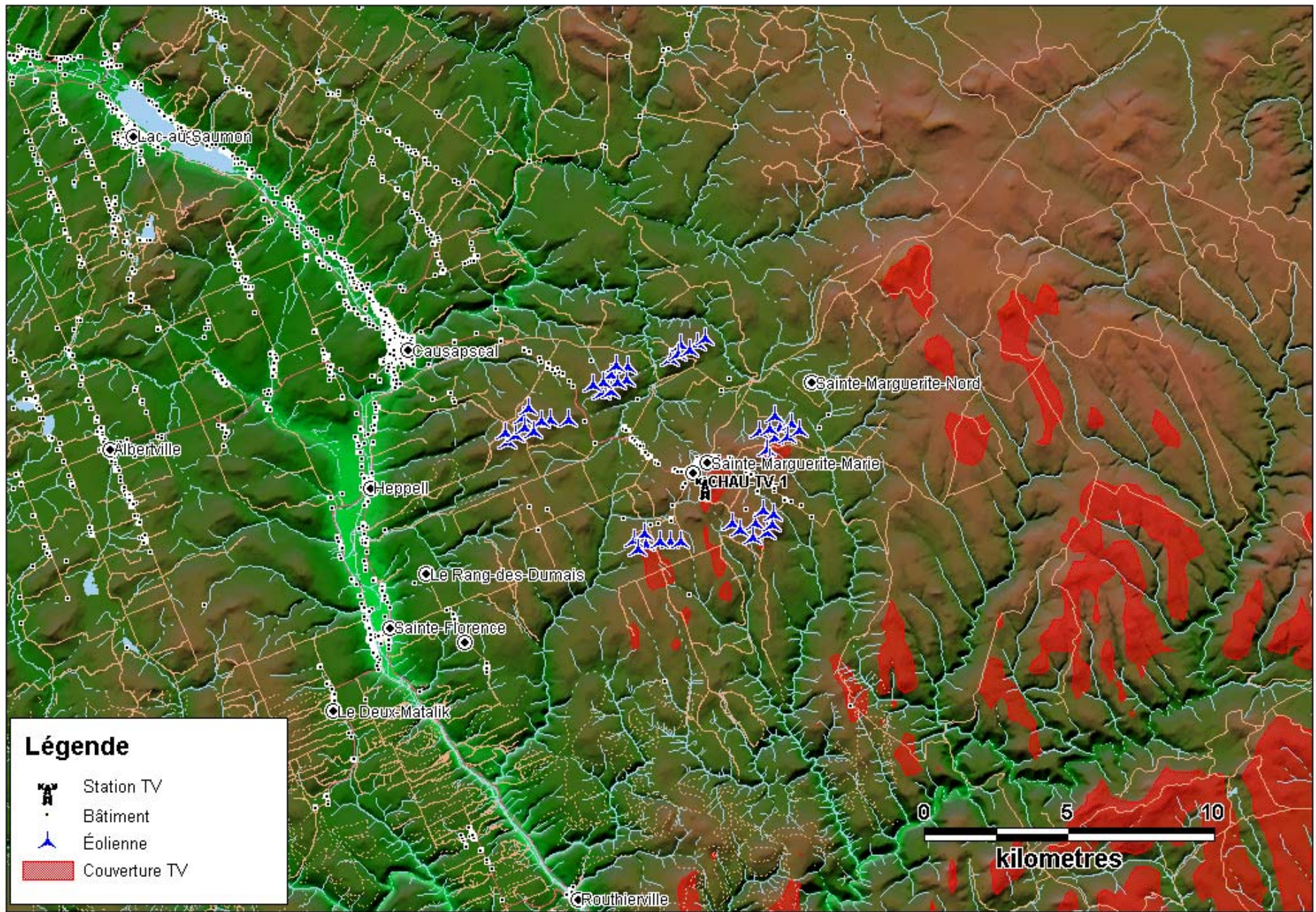


ANNEXE 2

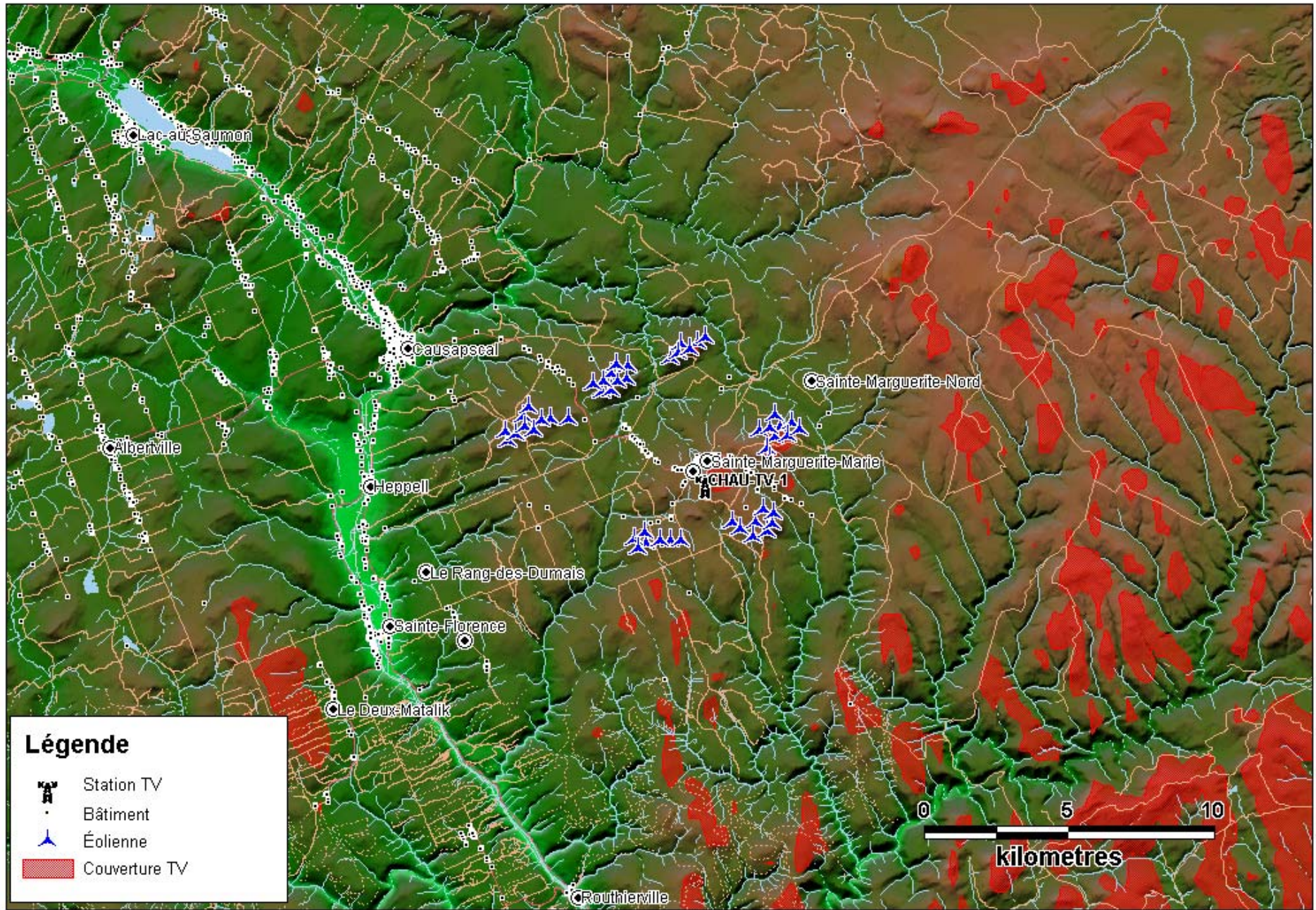
Contours de service réaliste des stations de TV

Projet Vents du Kempt

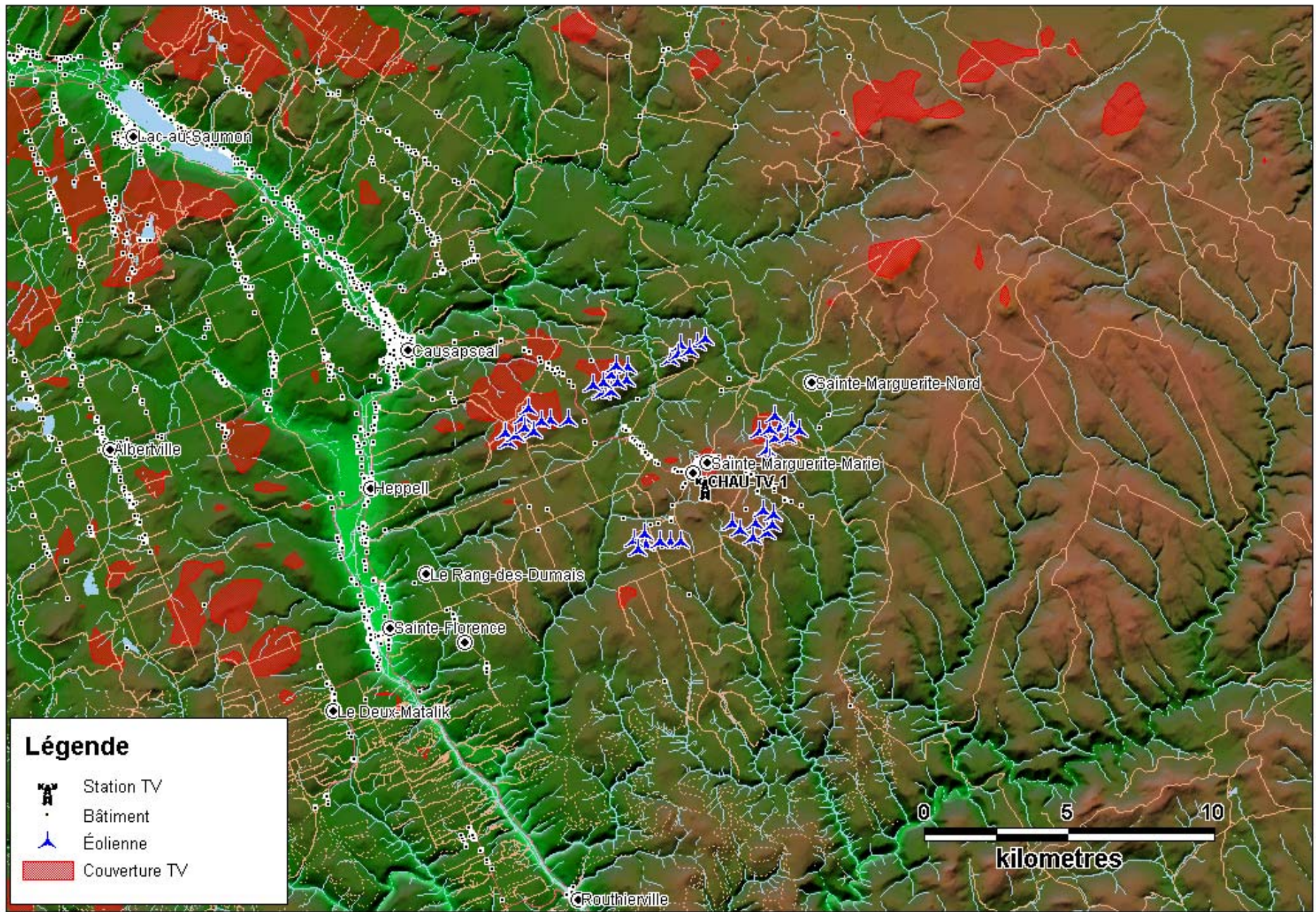
COUVERTURE RÉALISTE CBAFT-7



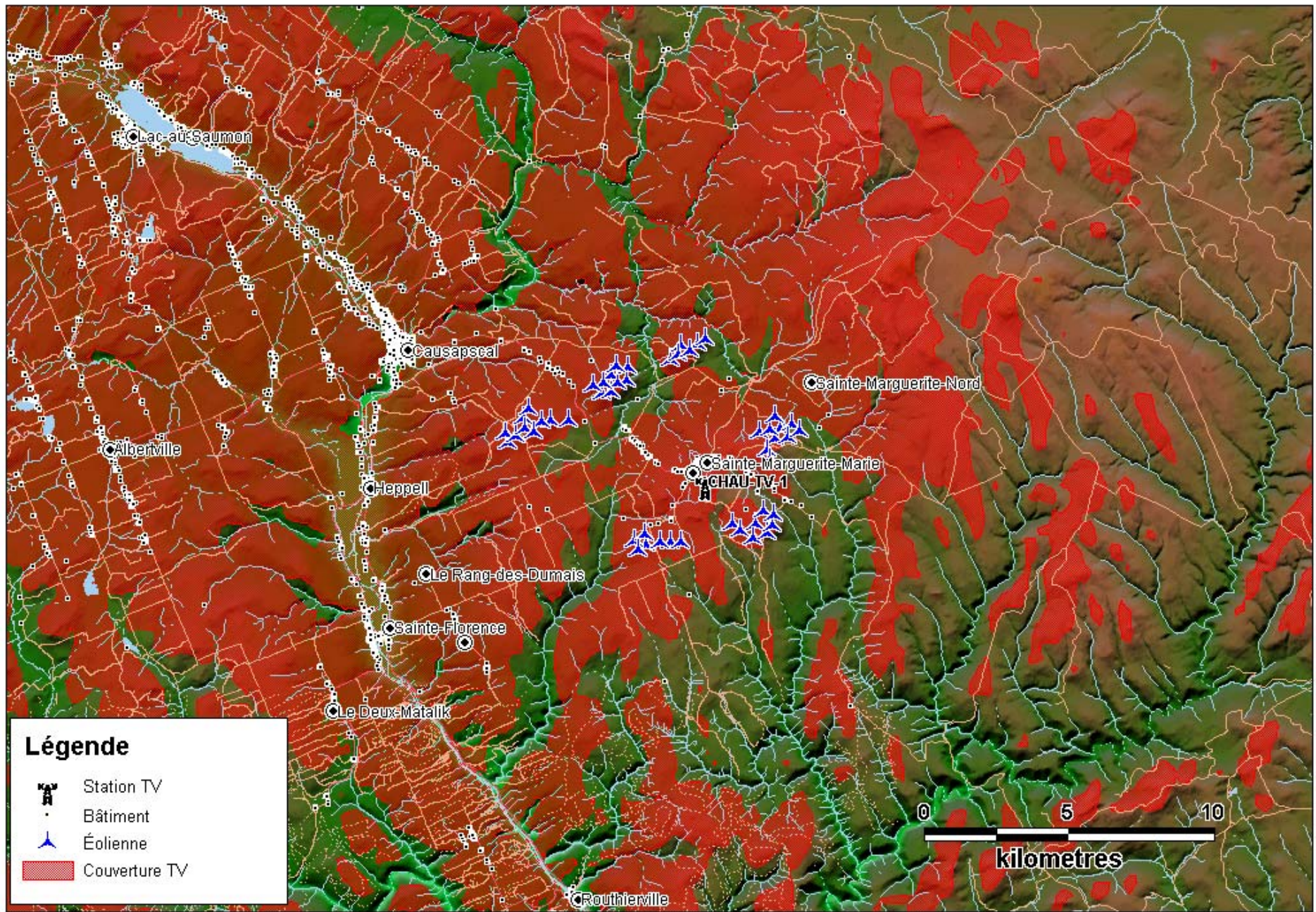
COUVERTURE RÉALISTE CBAT-TV-4



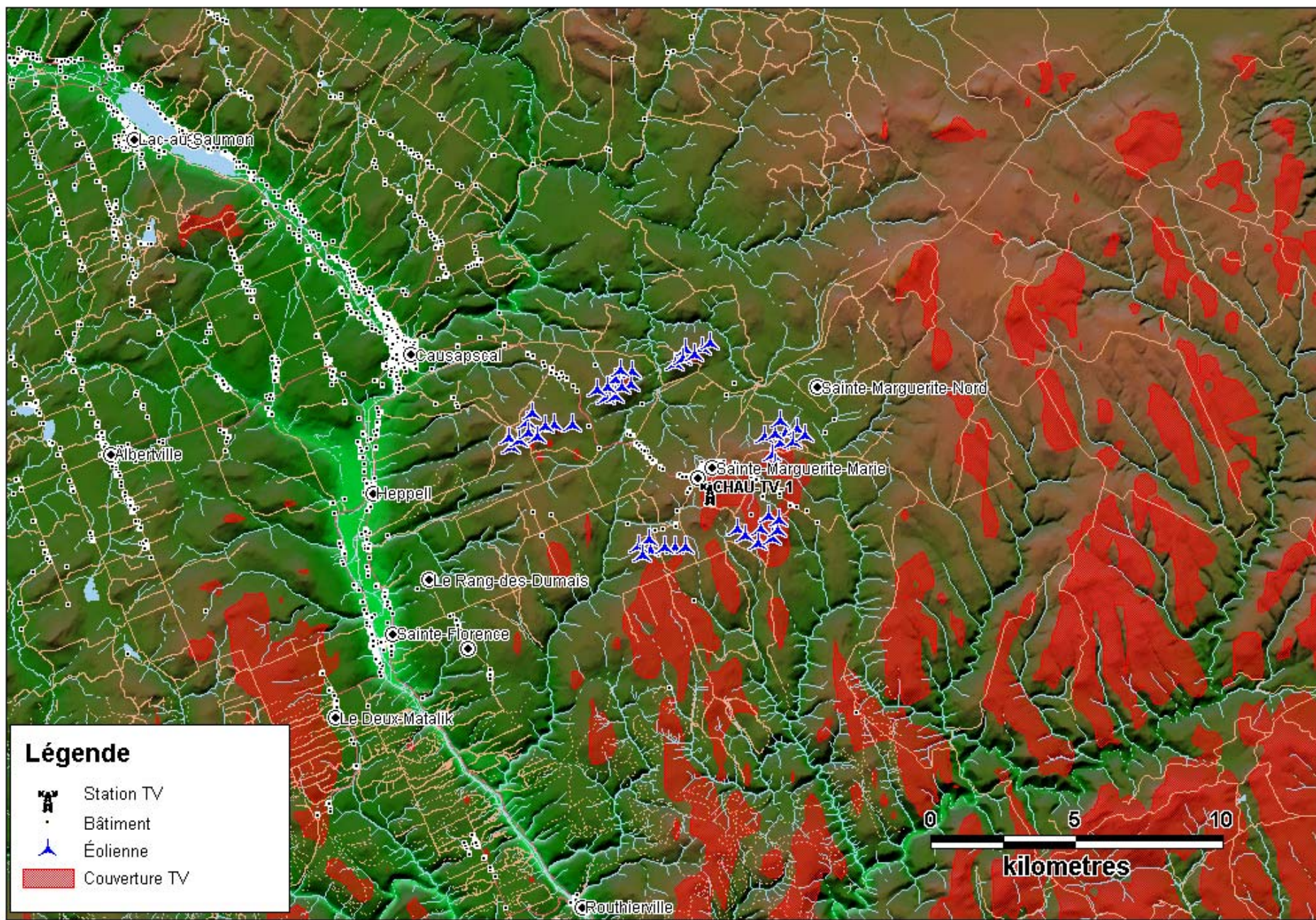
COUVERTURE RÉALISTE CBGAT



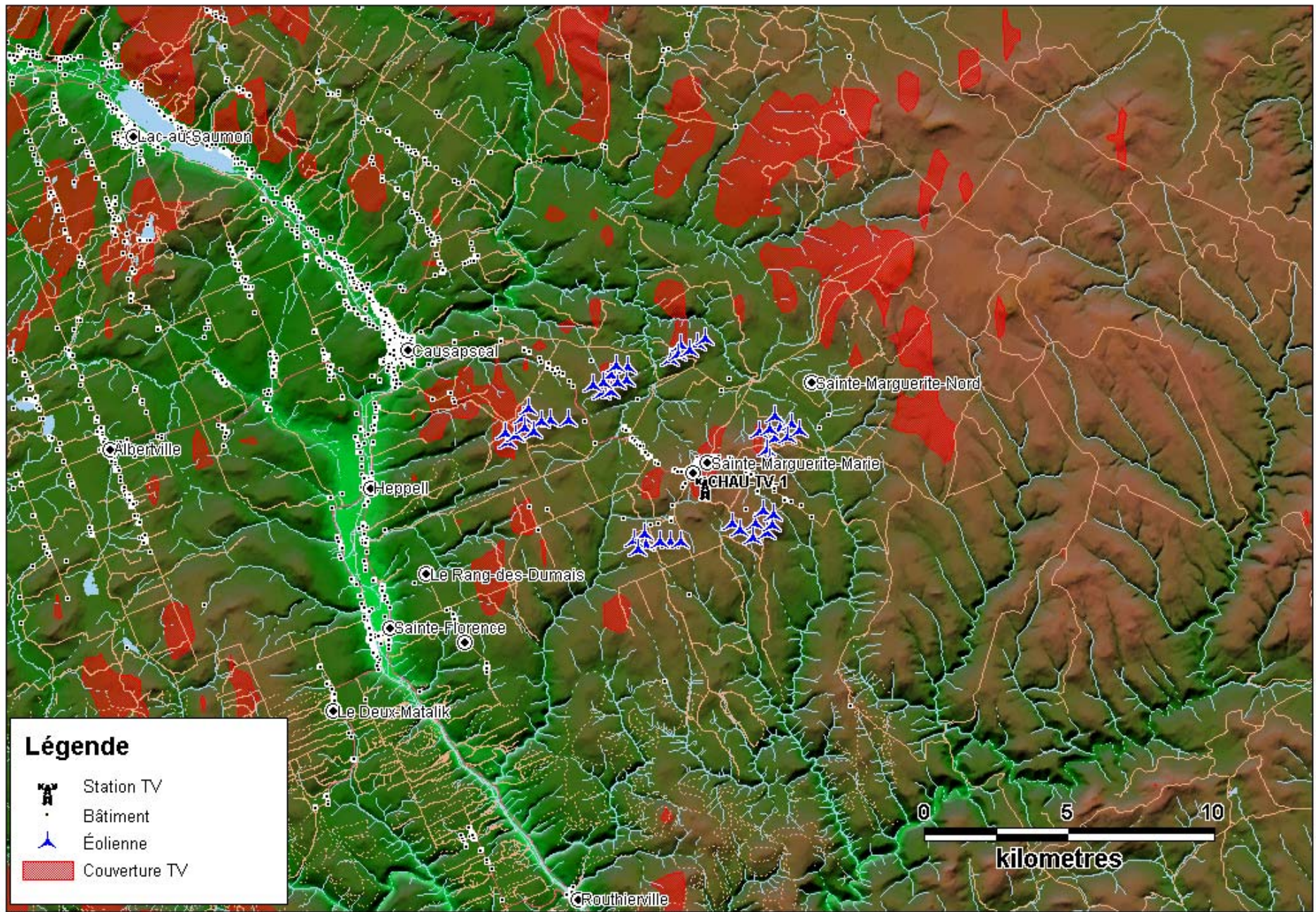
COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-1



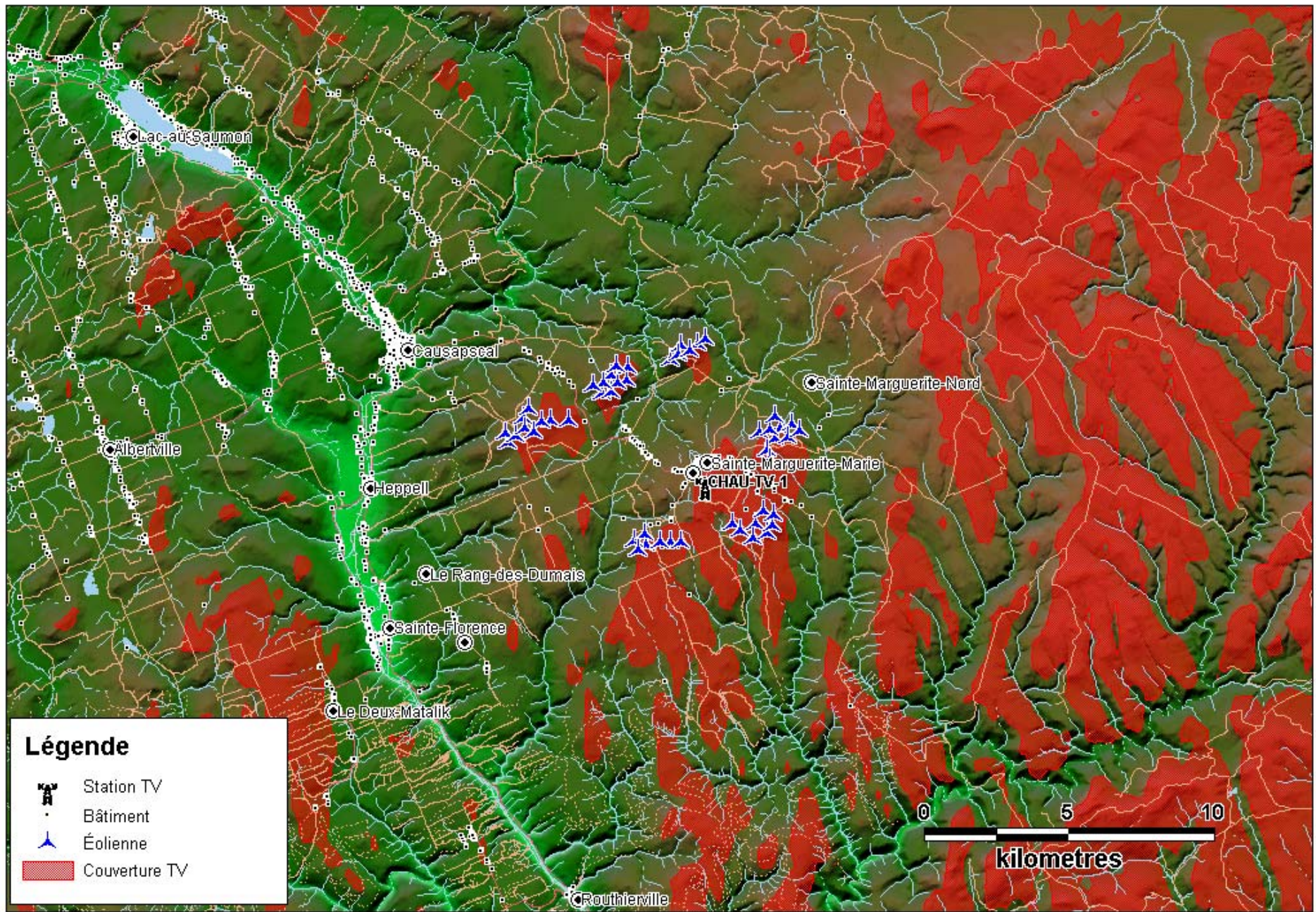
COUVERTURE RÉALISTE CBGAT-14



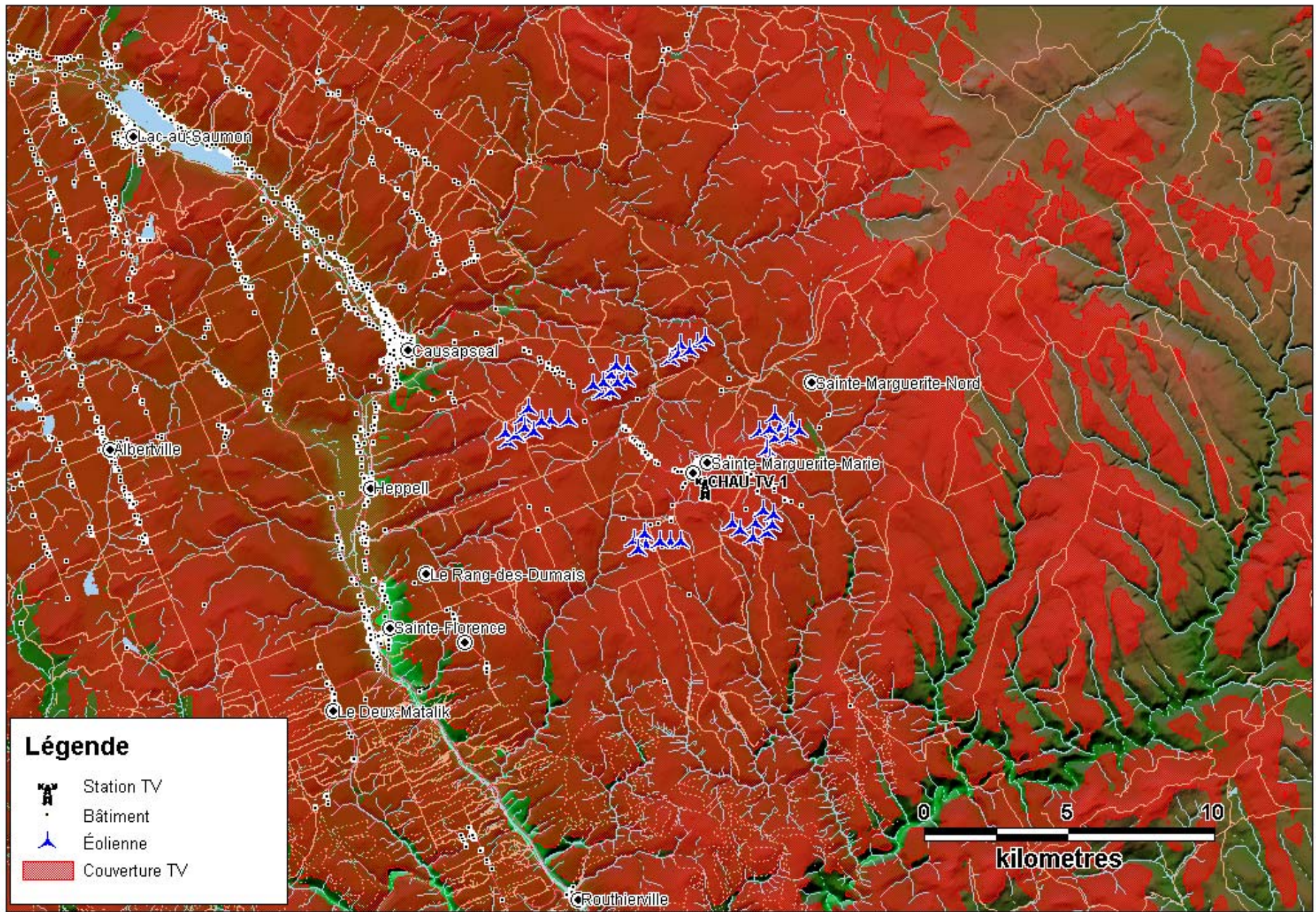
COUVERTURE RÉALISTE CFER-TV



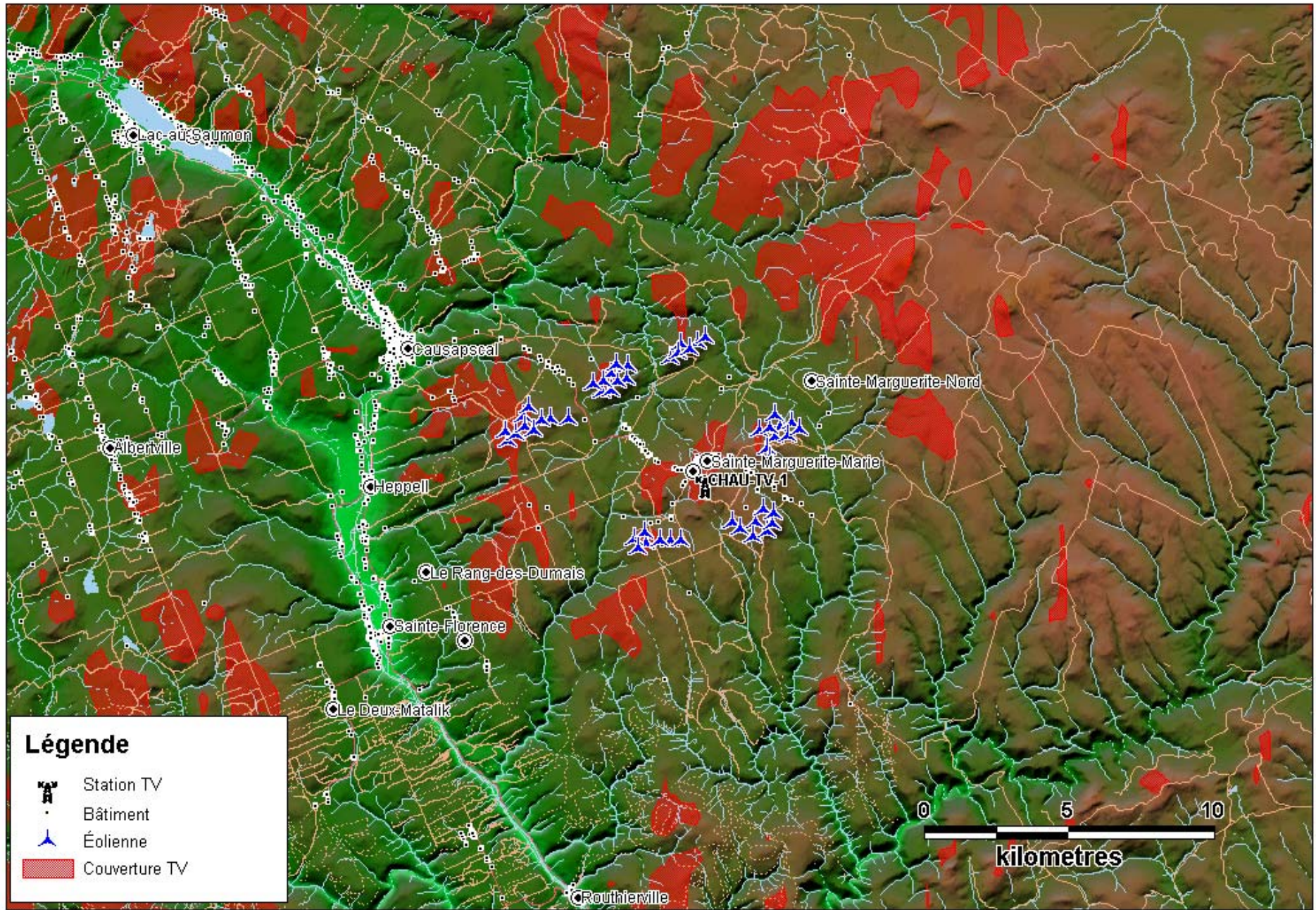
COUVERTURE RÉALISTE CHAU-TV



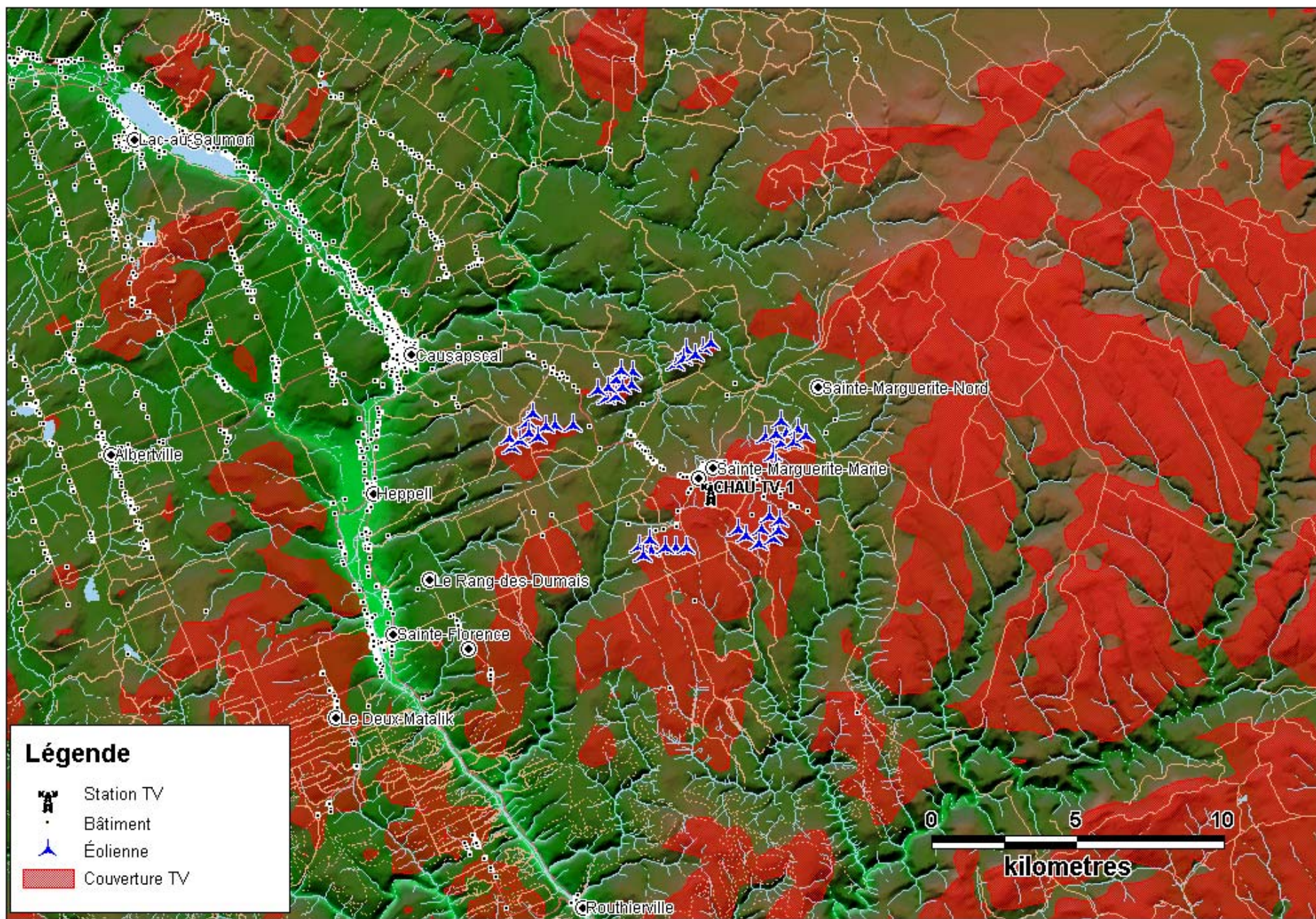
COUVERTURE RÉALISTE CHAU-TV-1



COUVERTURE RÉALISTE CIVB-TV



COUVERTURE RÉALISTE CKAM-TV

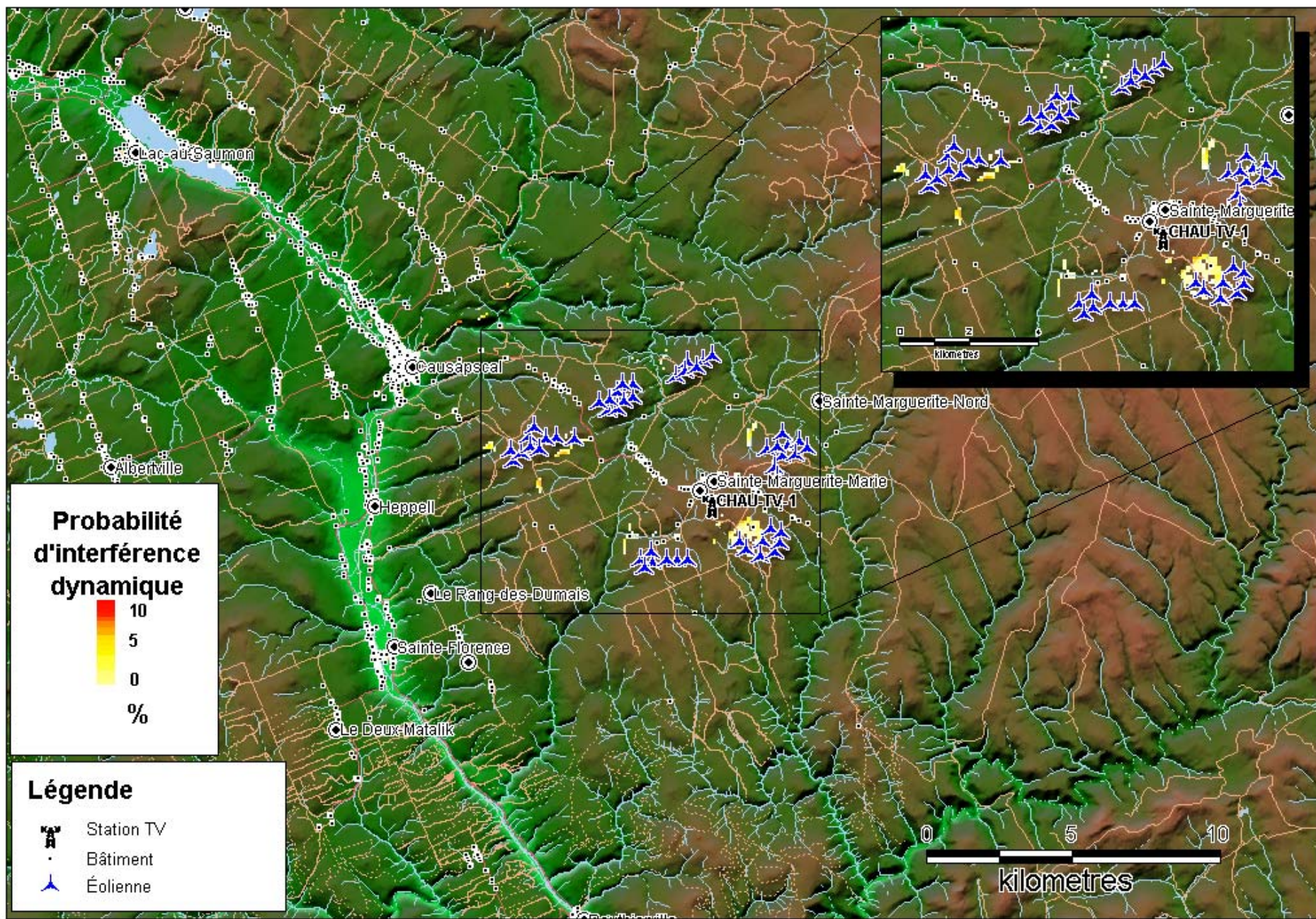


ANNEXE 3

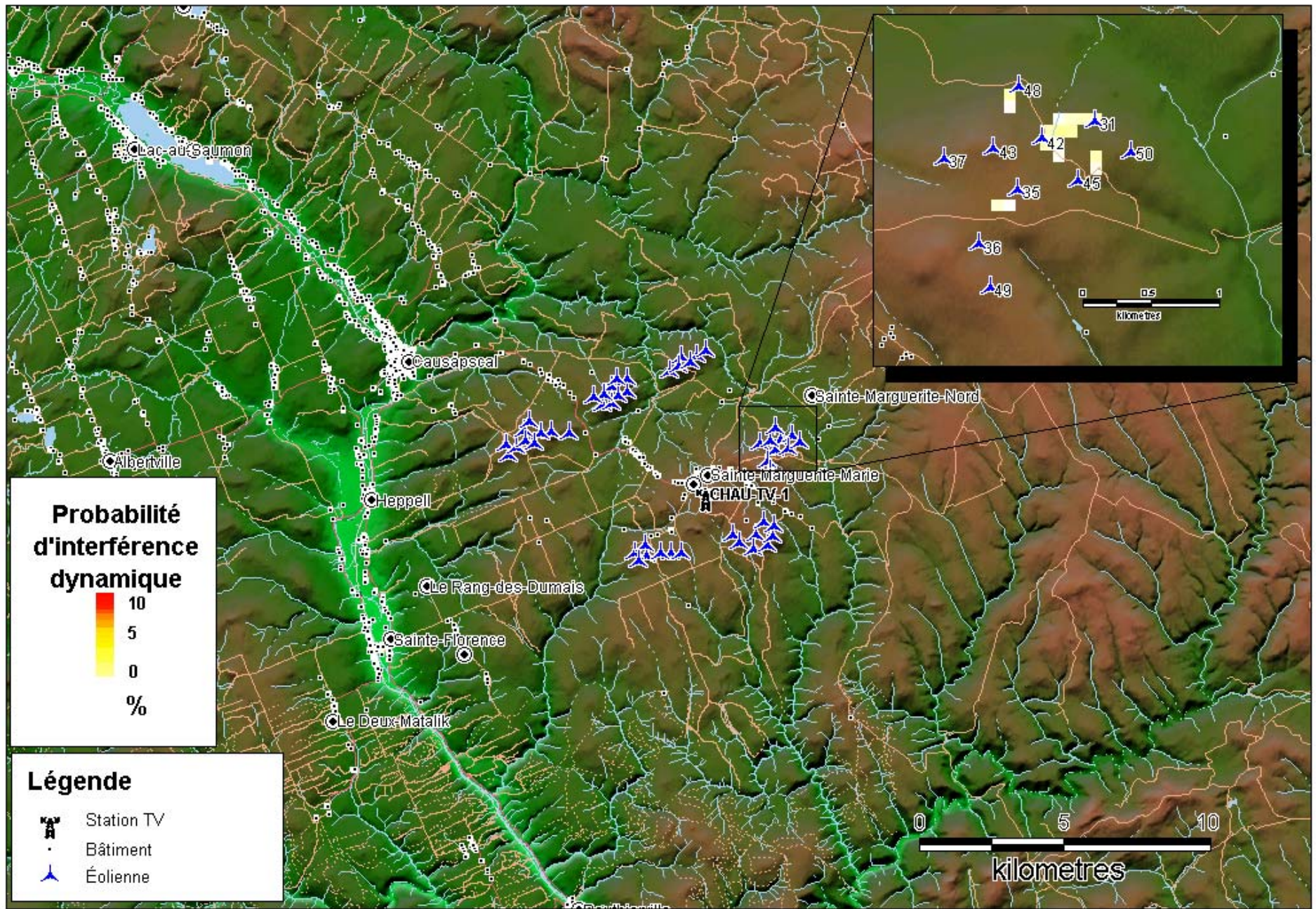
Mode numérique : Résultats de l'analyse d'interférence dynamique

Projet Vents du Kempt

TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE : PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CBGAT-1



TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE : PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CHAU-TV-1

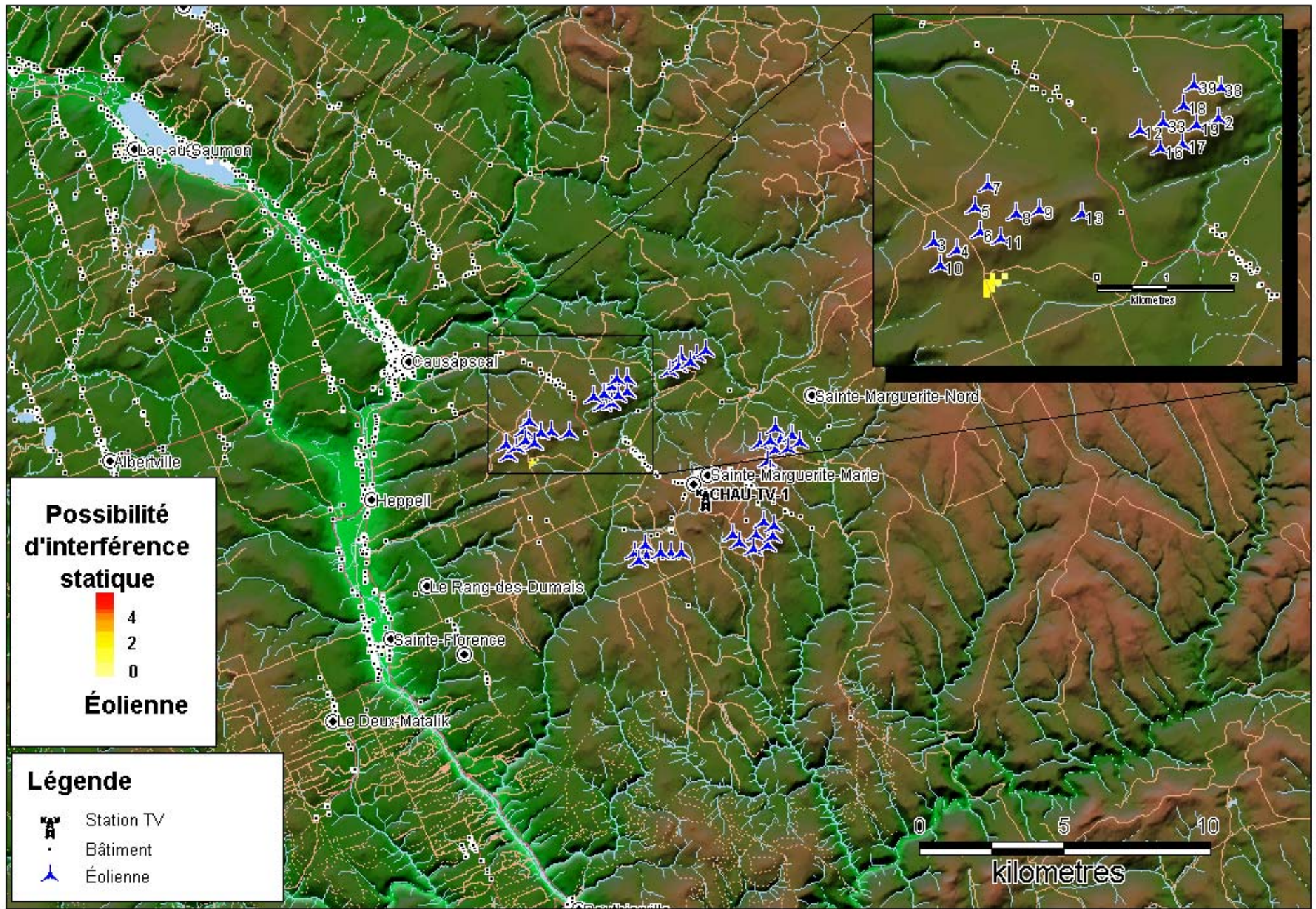


ANNEXE 4

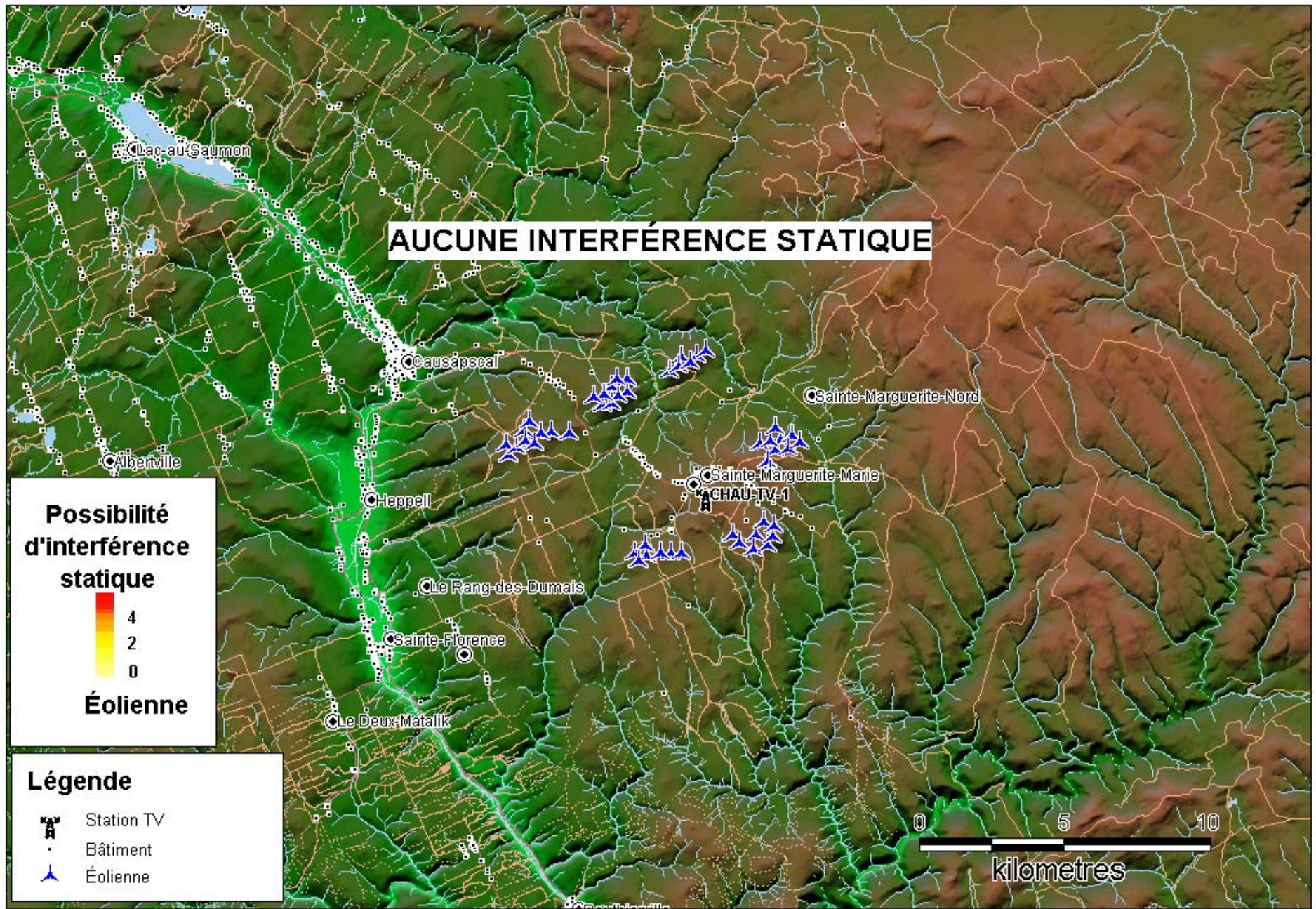
**Mode numérique :
Résultats de l'analyse
d'interférence statique**

**Projet
Vents du Kempt**

TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE : POSSIBILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CBGAT-1



TECHNOLOGIE NUMÉRIQUE : POSSIBILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CHAU-TV-1

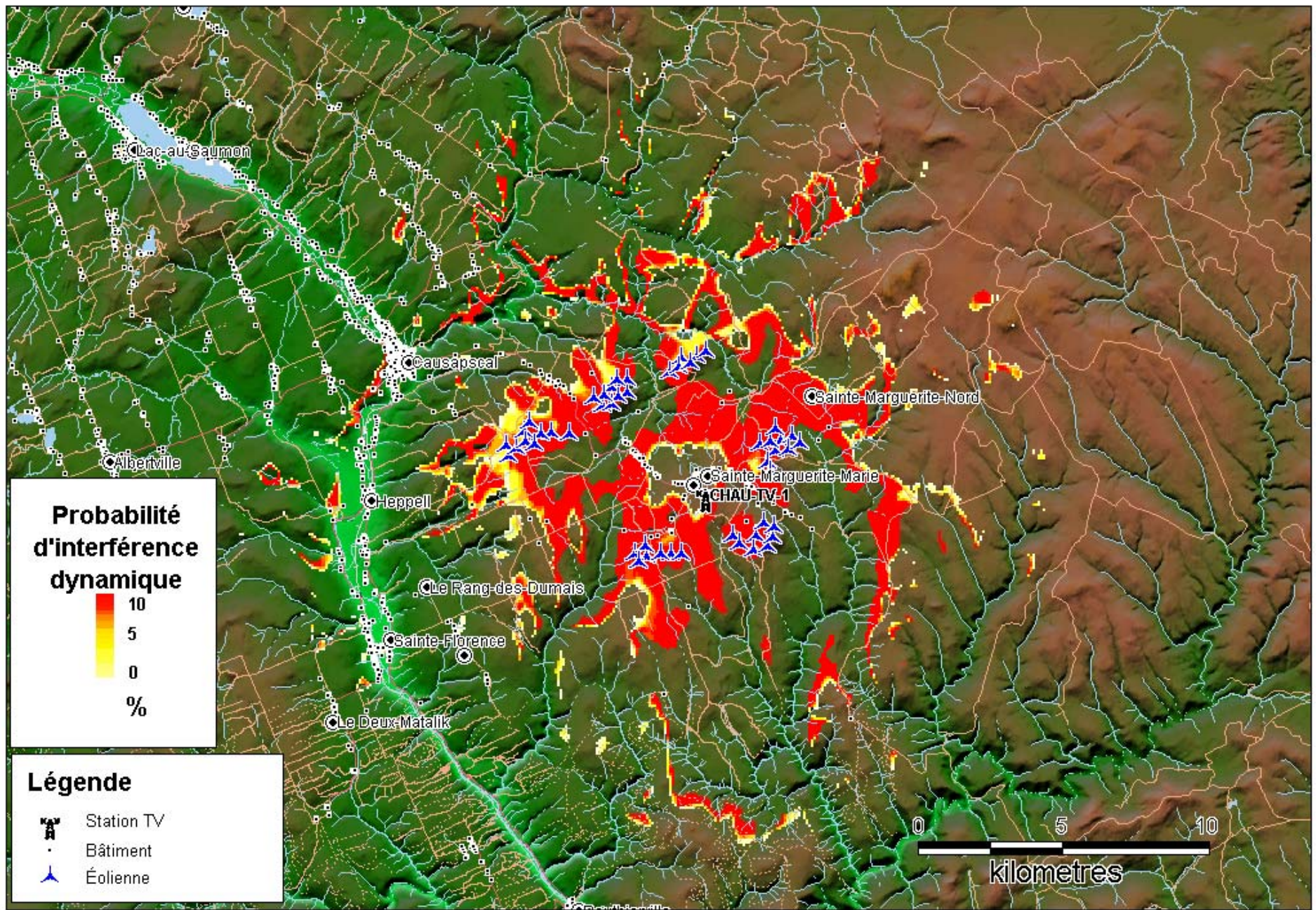


ANNEXE 5

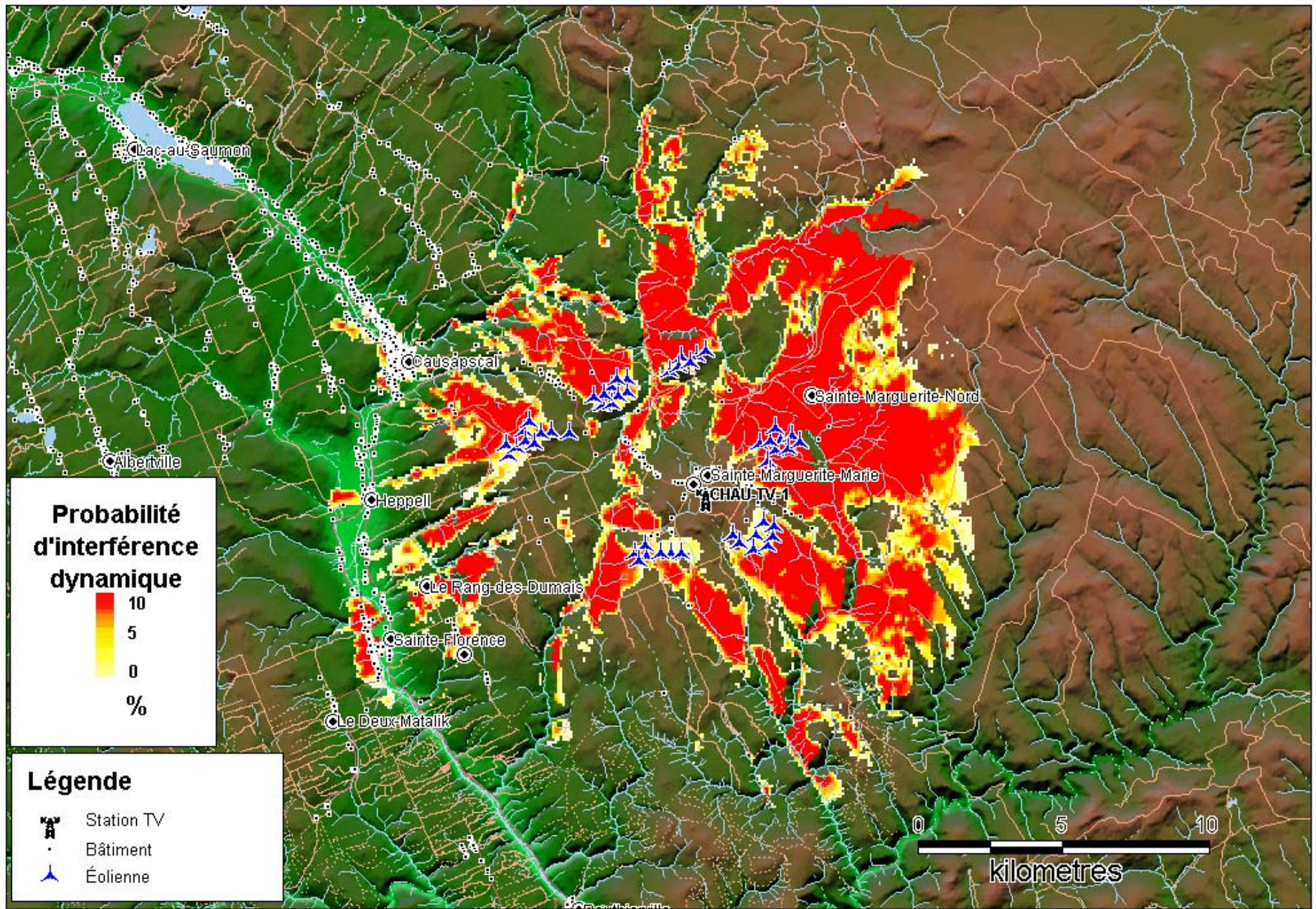
Mode analogique : Résultats de l'analyse d'interférence dynamique

Projet Vents du Kempt

TECHNOLOGIE ANALOGIQUE : PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CBGAT-1



TECHNOLOGIE ANALOGIQUE : PROBABILITÉ D'INTERFÉRENCE DYNAMIQUE CHAU-TV-1

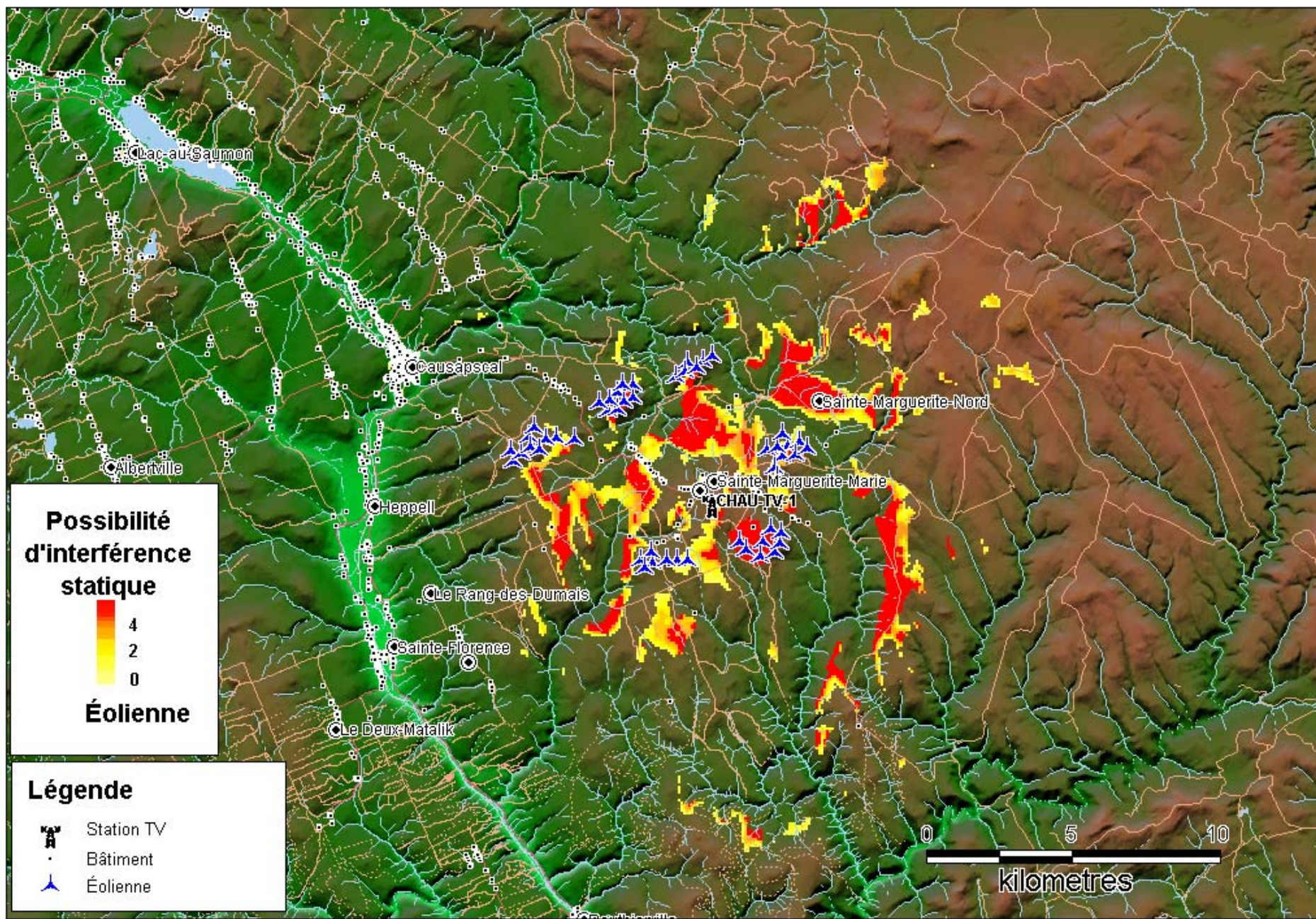


ANNEXE 6

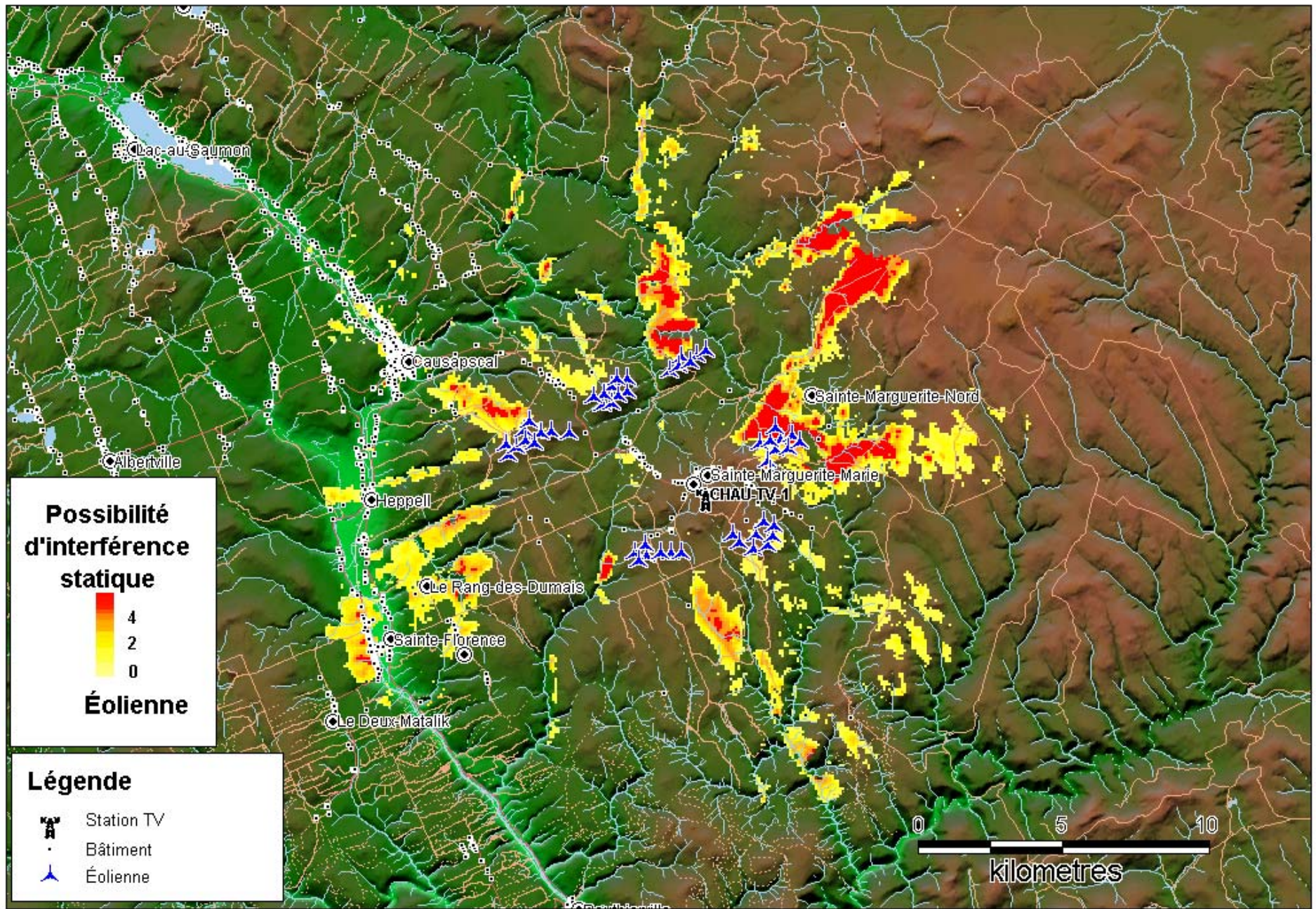
**Mode analogique :
Résultats de l'analyse
d'interférence statique**

**Projet
Vents du Kempt**

TECHNOLOGIE ANALOGIQUE : POSSIBILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CBGAT-1



TECHNOLOGIE ANALOGIQUE : POSSIBILITÉ D'INTERFÉRENCE STATIQUE CHAU-TV-1



Annexe 7

Réponse d'Environnement Canada

relativement à la station radar de Val d'Irène

Regis Dastous

From: Yao, Lillian [Ontario] [Lillian.Yao@ec.gc.ca] on behalf of Weather Radars Contact, National Radar Program [Ontario] [weatherradars@ec.gc.ca]
Sent: January 14, 2010 4:36 PM
To: Étienne Leroux
Cc: Regis Dastous; Weather Radars Contact, National Radar Program [Ontario]
Subject: Sainte-Marguerite wind farm project - preliminary analysis result

Hi Etienne,

Thank you for contacting the Meteorological Service of Canada regarding your Sainte Marguerite wind energy intention.

Our preliminary assessment was accomplished based on the information you provided to us in your previous email.

While we are certain that the whole wind farm will be detectable by our radar, we expect that the interference will be minimal and/or will be in an area of low meteorological risk. Although we would always prefer zero interference, that isn't always reasonable. Based on our analysis, we do not see sufficient reason to object to your current plans. We would appreciate being kept informed of any changes in your proposal so that we may update our analysis if required.

As you are likely aware, the issue of the management of interference with radar data from wind park development is a relatively new field and we are all learning. We are planning to develop a collection of case studies of wind turbines visible to our radars in order to design better mitigation measures for the future.

For your information, we may approach the operators of this wind farm in the future with a request for them to participate in data-gathering or research related to interference mitigation measures. This may be as simple as requesting that we be told of any plans to take a number of turbines off-line for servicing so that we can analyze the impacts on the radar data.

Thank you for your ongoing cooperation and we wish you success with this project.

If you need more information, please do not hesitate to contact weatherradars@ec.gc.ca

Regards,

Lillian Yao

Observing Systems and Engineering
Meteorological Service of Canada
Tel: 416 514-2648
Fax: 416 739-5721

