



SNC · LAVALIN

LIVRABLE 1

Préparation des données météorologiques

Détermination des taux d'émission et modélisation de la dispersion atmosphérique pour évaluer l'impact sur la qualité de l'air des activités d'exploration et d'exploitation du gaz de schiste au Québec

Contrat : 999721503

Ministère du Développement durable de
l'Environnement, de la Faune et des Parcs



ENVIRONNEMENT ET EAU

Septembre 2013
RAPPORT (révision 01)
Projet n°614009

Développement durable,
Environnement,
Faune et Parcs

Québec 

Détermination des taux d'émission et modélisation de la dispersion atmosphérique pour évaluer l'impact sur la qualité de l'air des activités d'exploration et d'exploitation du gaz de schiste au Québec

Livrable 1 : Préparation des données météorologiques

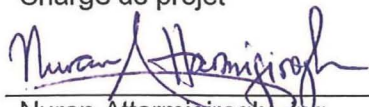
**Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
Québec, Québec**

Septembre 2013
Révision 01

Projet : 614009
Contrat : 999721503

Préparé par : 
Eric Delisle, B.Sc.A.
Chargé de projet

Date : 3 sept 2013

Vérfié par : 
Nuran Attarmigireglu, Ing.

Date : 3 sept. 2013

AVIS AU LECTEUR

Le présent document exprime l'avis professionnel de SNC-Lavalin inc., Environnement et eau (E&E), à l'égard des questions aux présentes, formulé au meilleur de son jugement professionnel et avec un soin raisonnable. Il doit être lu dans le contexte du Contrat 999721503 daté du 20 juin 2013 (le Contrat) et conclu entre E&E et le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (le Client), ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques employées, des hypothèses posées par E&E, et enfin, des circonstances et des contraintes qui prévalaient au moment de l'exécution du mandat. Le présent document a été rédigé uniquement aux fins prévues au Contrat, et exclusivement à l'intention du Client, qui en comprend les restrictions et dont les recours se limitent à ceux qui ont été énoncés au Contrat.

Le présent document doit être considéré dans son ensemble, et ses sections ou ses parties ne doivent pas être vues ou comprises hors contexte. Toute tierce partie porte l'entière responsabilité de l'usage qu'elle ferait, de la créance qu'elle attacherait ou de la décision qu'elle prendrait en fonction du contenu du présent document. Sous réserve de la loi, E&E décline toute responsabilité à l'égard de tierces parties en ce qui a trait à la publication, aux références, aux citations ou à la distribution qui seraient faites du présent document ou de son contenu partiel ou complet, et de la créance qu'y attacherait une quelconque tierce partie.

Il est interdit de reproduire ou de distribuer le présent rapport sans l'autorisation écrite du Client et d'E&E.

ASSURANCE QUALITÉ

Chez SNC-Lavalin inc., Environnement et eau (E&E), nous tenons en haute estime nos clients ainsi que l'environnement et les communautés au sein desquels nous travaillons.

Nous appliquons rigoureusement et améliorons continuellement notre Système de Gestion de la Qualité, qui a été enregistré par le Bureau de normalisation du Québec (BNQ) selon la norme internationale ISO 9001, afin de répondre et de surpasser les exigences de nos clients. Nous reconnaissons que la qualité de notre prestation est souvent jugée par :

- Des travaux de terrain réalisés en toute sécurité;
- Une cueillette d'information (inventaires, relevés, recherches) précise et complète;
- La qualité technique et linguistique des livrables soumis;
- Le respect des échéanciers;
- Le respect des budgets;
- Une facturation rapide, claire et précise;
- La compétence de notre personnel.

Tous les documents présentés à nos clients seront révisés par au moins deux professionnels pour les fins de contrôle de la qualité et ainsi réduire les efforts et délais de révision par nos clients.

Dans la planification et la réalisation des projets qui nous sont confiés, nous sommes fidèles aux principes du développement durable en incorporant les principes de durabilité à chaque stade du cycle de vie d'un projet.

Chez E&E, nous comprenons que la satisfaction de nos clients est indispensable à la réussite de nos affaires et nous voulons être perçus par eux comme un partenaire privilégié pour réaliser des projets durables.

L'entreprise est membre de diverses associations accréditées dont l'Association québécoise pour l'évaluation d'impacts (AQEI), le Réseau Environnement et l'Association canadienne de réhabilitation des sites dégradés (ACRSD).



TABLE DES MATIÈRES

	Page
Avis au lecteur	i
Assurance qualité	ii
Table des matières	iii
Liste des tableaux	iv
Liste des figures	iv
Liste des abréviations	v
1. Introduction	1
2. Méthodologie	3
2.1 Sources et périodes de données	3
2.2 Traitement et validations des données	4
2.2.1 Observations horaires en surface	4
2.2.2 Sondages aérologiques	5
2.3 Détermination des paramètres de surface	6
2.4 Couverture ou utilisation du sol	7
2.5 Paramètres de surface saisonniers par type d'utilisation du sol	7
2.6 Options sélectionnées de AERMET	7
3. Résultats d'analyse	9
3.1 Données manquantes	9
3.2 Roses des vents	11
3.3 Couvertures du sol et définitions des secteurs à chaque site	11
3.4 Paramètres de surface pour chaque site	23
3.5 Paramètres de surface pour les jeux de données additionnels	23
4. Fichiers météorologiques (nomenclature des fichiers fournis)	27
Références	31

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1	Liste des stations météorologiques4
Tableau 2	Paramètres de surface par saison et par type de couverture du sol8
Tableau 3	Statistiques sur les enregistrements horaires en surface manquants aux aéroports, avant et après traitement (nombres et fréquences) 10
Tableau 4	Statistiques sur les sondages du matin de Maniwaki 10
Tableau 5	Paramètres de surface utilisés pour l'aéroport de Québec24
Tableau 6	Paramètres de surface utilisés pour l'aéroport Montréal-Trudeau24
Tableau 7	Paramètres de surface utilisés pour l'aéroport de Saint-Hubert.....25
Tableau 8	Paramètres de surface utilisés pour la station de Bécancour25
Tableau 9	Paramètres de surface utilisés pour les jeux météorologiques additionnels25
Tableau 10	Nomenclature des fichiers météorologiques fournis28
Tableau 11	Description des enregistrements des fichiers ASCII en format CD14429

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 1	Localisation des stations météorologiques et domaines d'exploitation à petite échelle (scénario 3) et à grande échelle (scénario 5)2
Figure 2	Rose des vents à l'aéroport de Québec 12
Figure 3	Rose des vents à l'aéroport Montréal-Trudeau 13
Figure 4	Rose des vents à l'aéroport de Saint-Hubert..... 14
Figure 5	Rose des vents à Bécancour 15
Figure 6	Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Québec..... 16
Figure 7	Définition des secteurs à l'aéroport de Québec utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface 17
Figure 8	Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport Montréal-Trudeau 18
Figure 9	Définition des secteurs à l'aéroport Montréal-Trudeau utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface 19
Figure 10	Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Saint-Hubert20
Figure 11	Définition des secteurs à l'aéroport de Saint-Hubert utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface21
Figure 12	Définition des secteurs à la station de Bécancour utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface22

LISTE DES ABRÉVIATIONS

AERMET	A merican M eteorological Society and E nvironmental Protection Agency R egulatory M eteorological Preprocessor
AERMOD	A merican M eteorological Society and E nvironmental Protection Agency R egulatory Air Dispersion M odel
CEES	Comité de l'évaluation environnementale stratégique
CMM	Communauté métropolitaine de Montréal
E&E	SNC-Lavalin inc., Environnement et eau
EES	Évaluation environnementale stratégique
EPA	Environmental Protection Agency (US)
FSL	Forecast Systems Laboratory (format de fichier de sondage aérologique)
MDDEFP	Ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs
NOAA	National Oceanographic and Atmospheric Administration
RAA	Règlement sur l'assainissement de l'atmosphère
SIG	Système d'information géographique
UTC	Temps universel coordonné
WBAN	Weather Bureau Army Navy

1. INTRODUCTION

Dans le cadre de l'évaluation environnementale stratégique (EES) sur le gaz de schiste au Québec, plusieurs études visant à mieux comprendre les impacts environnementaux et sociaux reliés à cette industrie ont été réalisés ou sont en cours de réalisation. Suite à un appel d'offres du ministère du Développement durable, de l'Environnement, de la Faune et des Parcs (MDDEFP), SNC-Lavalin inc., Environnement et eau (E&E) a été mandatée pour réaliser une étude sur les impacts sur la qualité de l'air reliés à l'exploration et à l'exploitation du gaz de schiste au Québec. Cette étude comporte deux volets :

- Évaluation des taux d'émission de contaminants atmosphériques provenant des sources fixes, mobiles et fugitives d'un projet type de gaz de schiste et en fonction des scénarios élaborés qui tiendra compte des activités simultanées.
- Modélisation de la dispersion atmosphérique des contaminants émis par les sources fixes, mobiles et fugitives d'un projet type dans un milieu type représentatif des basses terres du Saint-Laurent et de l'impact de ces contaminants sur la qualité de l'air ambiant.

Le premier livrable de ce projet consiste à la préparation des fichiers météorologiques nécessaires pour le volet de modélisation de la dispersion atmosphérique. Pour ce volet, le MDDEFP a sélectionné le modèle américain AERMOD (« *American Meteorological Society and Environmental Protection Agency Regulatory Air Dispersion Model* »). Le MDDEFP a identifié quatre stations météorologiques en surface représentatives du territoire exploitable du shale d'Utica. Ces stations et les périodes de données requises sur cinq années sont les suivantes :

- Aéroport International Jean Lesage de Québec (2008-2012)
- Aéroport International Montréal-Trudeau (2008-2012)
- Aéroport de Montréal Saint-Hubert Longueuil (1991-1995)
- Bécancour (2005-2009)

Pour les aéroports de Québec et de Montréal-Trudeau, la période de 2008 à 2012 a été spécifiée par le MDDEFP en début de mandat. Pour l'aéroport de Saint-Hubert, la période de 1991 à 1995 a été établie suite à l'analyse de la disponibilité de données de qualité similaire à celle des autres aéroports. Pour la station de Bécancour, les données ont déjà été préparées pour le modèle AERMOD par le MDDEFP dans le passé pour la période de 2005 à 2009. Tous ces jeux de données ont été préparés avec le processeur météorologique AERMET en considérant les caractéristiques de surface propres à chaque site de mesure. Les sondages aérologiques de Maniwaki pour les mêmes périodes ont été utilisés pour compléter les informations requises par AERMET.

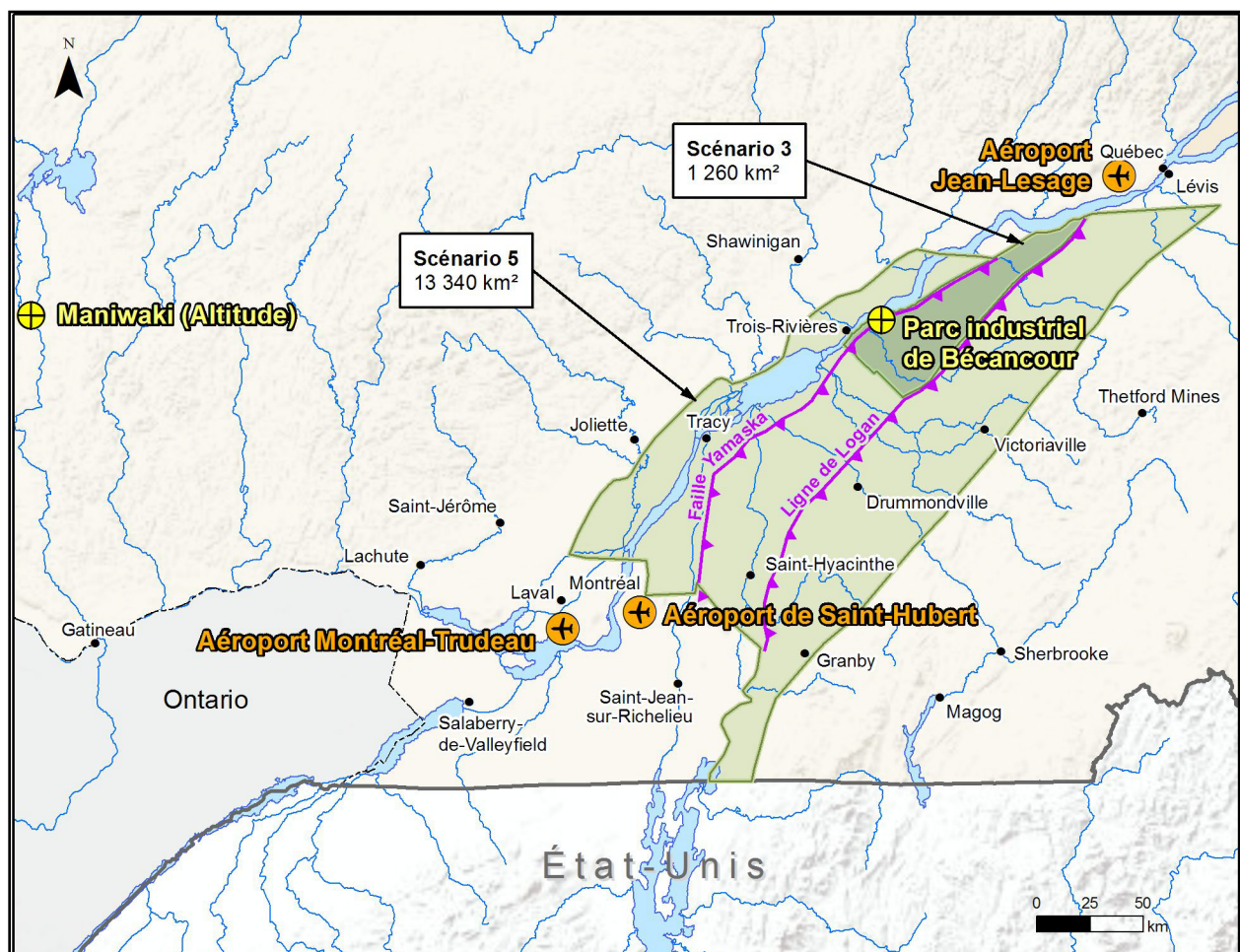
En plus des quatre jeux de données météorologiques mentionnés précédemment, deux jeux de données supplémentaires, basés sur les observations météorologiques des aéroports de Québec et Montréal-Trudeau, ont été préparés en variant les caractéristiques de surface de façon à simuler la diversité des conditions d'utilisation de sol que l'on retrouve sur le territoire d'exploitation potentielle du gaz de schiste au Québec.

Un total de six jeux de données météorologiques pour des périodes de cinq années basés sur quatre sites d'observations météorologiques en surface et un site aérologique a donc été préparé pour alimenter le modèle de dispersion AERMOD.

La figure 1 présente la localisation des stations météorologiques sur une carte du sud-ouest de la province de Québec. Les zones d'exploitation potentielle du gaz de schiste correspondant aux deux scénarios de développement plausibles à l'étude y sont aussi indiquées : le scénario 3 (développement à petite échelle) et le scénario 5 (développement à grande échelle), tels que définis par le Comité de l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste (CEES, 2012). Les quatre sites météorologiques permettent une bonne couverture des conditions météorologiques prévalant sur l'ensemble du territoire de développement plausible.

Le chapitre 2 de ce document présente la méthodologie générale utilisée pour la préparation des données météorologiques pour le modèle de dispersion atmosphérique AERMOD. Le chapitre 3 présente les résultats de l'analyse des données météorologiques et de la détermination des paramètres de surface. Finalement, le chapitre 4 décrit la nomenclature des fichiers constituant avec le présent rapport le premier livrable de ce projet.

Figure 1 Localisation des stations météorologiques et domaines d'exploitation à petite échelle (scénario 3) et à grande échelle (scénario 5)



2. MÉTHODOLOGIE

Ce chapitre présente la méthodologie de sélection, de validation et de préparation des données météorologiques pour le modèle de dispersion atmosphérique AERMOD.

Les principaux paramètres météorologiques contrôlant la dispersion atmosphérique d'une source d'émissions atmosphériques et considérés par le modèle AERMOD sont : la vitesse et la direction du vent, les indices de la stabilité atmosphérique (vitesse de friction, longueur de Monin-Obukov, flux de chaleur sensible, etc.) et la hauteur de mélange. Ces paramètres, de même que la température ambiante, doivent être fournis sur une base horaire au modèle. Le modèle micro-météorologique AERMET (version 12345) a été utilisé pour préparer les cinq jeux de données météorologiques pour le modèle AERMOD, les données de Bécancour ayant été préparées précédemment par le MDDEFP en utilisant une version antérieure (version 11059) de AERMET.

Le modèle météorologique AERMET requiert des observations horaires en surface (vitesse et direction du vent, température et opacité du couvert nuageux) et des sondages aérologiques une fois par jour le matin. Les sondages aérologiques (mesure du profil vertical des paramètres météorologiques à l'aide de ballons-sondes) sont utilisés pour l'estimation des hauteurs de mélange durant le jour. AERMET requiert aussi la détermination des paramètres de surface au site météorologique afin d'estimer la turbulence dans la couche limite planétaire

2.1 SOURCES ET PÉRIODES DE DONNÉES

Les observations horaires en surface ont été fournies par les services climatologiques d'Environnement Canada pour les années 2008 à 2012 aux aéroports de Québec et Montréal-Trudeau et de 1991 à 1995 à l'aéroport de Saint-Hubert.

Pour l'aéroport de Saint-Hubert, la période à considérer n'était pas définie en début de mandat. À Saint-Hubert, depuis 1996, les observateurs météorologiques humains ont graduellement été remplacés par des appareils automatiques. Puisque l'observation de la couverture nuageuse est limitée par la portée de l'appareil automatique, résultant dans de « faux ciels clairs » par exemple, il a été jugé préférable de sélectionner une période de mesure dont les observations de la couverture nuageuse sont plus fiables. Pour cette raison, la période de 1991 à 1995 a donc été sélectionnée pour l'aéroport de Saint-Hubert.

Pour Bécancour, les données de 2005 à 2009 avaient déjà été préparées pour AERMOD par le MDDEFP, en complétant avec les observations du couvert nuageux de Montréal-Trudeau et les sondages de Maniwaki. Les observations pour Bécancour proviennent de la tour météorologique de la centrale nucléaire de Gentilly II. Les observations de la température et de la vitesse et de la direction du vent sont disponibles à trois niveaux par rapport au sol (10, 37 et 48 m), comparativement à un seul niveau aux aéroports (2 m pour la température et 10 m pour le vent)

Les sondages aérologiques disponibles pour la station de Maniwaki, la seule station dans le sud-ouest du Québec et aussi la station jugée la plus représentative des Basses-Terres du

Saint-Laurent, ont été obtenus auprès des services climatologiques américains¹ pour les deux périodes de 1991 à 1995 et de 2008 à 2012. Tous les sondages disponibles ont été obtenus.

Le tableau 1 présente les stations météorologiques considérées dans cette étude. Pour les stations d'aéroport, des paramètres additionnels facultatifs ont été ajoutés aux paramètres obligatoires.

Tableau 1 Liste des stations météorologiques

Noms des stations (numéros) ⁽¹⁾	Périodes	Latitudes Longitudes Altitudes	Types de station et fréquences des observations	Paramètres
Aéroport de Québec (7016294)	2008-2012	46,79°N 71,38°O 70 m	Surface, horaire	Vitesse du vent à 10 m Direction du vent à 10 m Température Opacité du couvert nuageux Étendue du couvert nuageux ⁽²⁾ Humidité relative ⁽²⁾ Pression ⁽²⁾ Plafond ⁽²⁾
Aéroport Montréal-Trudeau (7025250)	2008-2012	45,47°N 73,74°O 30 m	Surface, horaire	
Aéroport de Saint-Hubert (7027320)	1991-1995	45,51°N 73,41°O 29 m	Surface, horaire	
Bécancour	2008-2012	46,39°N 72,38°O 6 m	Surface, horaire	Vitesse du vent à 10, 37 et 48 m Direction du vent à 10, 37 et 48 m Température à 10, 37 et 48 m Couvert nuageux (MTL-Trudeau)
Maniwaki (4734) ⁽³⁾	1991-995	46,38°N 75,97°O	Altitude, deux fois par jour	Profils verticaux de température le matin
	2008-2012	170 m		

(1) numéros attribués par Environnement Canada.

(2) paramètres facultatifs.

(3) numéro WBAN (Weather Bureau Army Navy)

2.2 TRAITEMENT ET VALIDATIONS DES DONNÉES

2.2.1 Observations horaires en surface

Les observations en surface fournies par Environnement Canada dans le format des archives climatologiques nationales (HLY01) doivent être reformatées dans un format compatible avec AERMET. La première étape de traitement consiste à extraire les observations et à les reformater de façon à obtenir des enregistrements horaires contenant tous les paramètres.

¹ NOAA/ESRL Radiosonde Database (<http://www.esrl.noaa.gov/raobs/>)

Bien que les observations fournies soient effectuées par un observateur humain et que ces données ont subies un contrôle de qualité par Environnement Canada, les données ont tout de même été soumises à une analyse de validation supplémentaire afin de détecter des valeurs aberrantes ou absurdes, des valeurs constantes durant de longues périodes ou des variations journalières anormales. Les activités de validation suivantes ont été réalisées :

- Comparaisons avec des valeurs minimums et maximums extrêmes probables (selon le mois de l'année pour la température).
- Vérification du cycle journalier de la température afin de vérifier que le maximum journalier survient habituellement en après-midi et le minimum journalier durant la nuit.
- Comparaison avec des critères de variations dans le temps afin de détecter des périodes anormalement longues sans variations importantes.
- Analyses statistiques à long terme pour le couvert nuageux et le vent (rose des vents mensuelles).
- Visualisation graphique des données horaires (température, vitesse et direction du vent).

L'exercice de validation n'a révélé aucune anomalie dans les trois séries de données des aéroports.

Les données manquantes sont alors remplacées par interpolation linéaire jusqu'à trois heures consécutives. Les périodes données manquantes de plus de trois heures consécutives demeurent donc manquantes après ce traitement. Finalement les données sont reformatées avec conversion d'unités dans le format CD144, un format de donnée américain compatible avec AERMET.

2.2.2 Sondages aérologiques

Les sondages aérologiques disponibles en format FSL (Forecast Systems Laboratory) auprès de la National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) sont compatibles avec AERMET.

Un traitement de remplacement des sondages manquants ou invalides a toutefois été appliqué à ces données. Seuls les sondages du matin (12:00 UTC), avec une tolérance de deux heures car certains sondages sont réalisés en avance ou en retard, sont analysés. Les sondages manquants ou invalides sont remplacés par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée précédente ou par celui de la journée suivante. Il est ainsi possible de remplacer jusqu'à deux sondages manquants ou invalides consécutifs. Un sondage invalide est un sondage dont le niveau de surface est absent, qui ne possède que quelques niveaux de mesures ou dont les paramètres (température, pression et hauteur) sont manquants sur trop de niveaux sous 5000 m.

Les résultats de traitement ne comportent que des sondages voisins de 12:00 UTC (10:00 à 14:00 UTC) et sont conservés dans le même format FSL. Le numéro de station WBAN (4734 pour Maniwaki) de la section entête de chaque sondage ajouté ou remplacé est cependant modifié pour indiquer qu'il s'agit d'un sondage de remplacement selon les codes suivants :

- 11111 : sondage de 12:00 UTC invalide, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée précédente.
- 22222 : sondage de 12:00 UTC invalide, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée suivante.
- 33333 : sondage de 12:00 UTC manquant, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée précédente.
- 44444 : sondage de 12:00 UTC manquant, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée suivante.

2.3 DÉTERMINATION DES PARAMÈTRES DE SURFACE

Lors de la préparation des données météorologiques avec AERMET, l'utilisateur doit estimer certains paramètres de surface pour le site de mesure météorologique. Ces paramètres de surface sont utilisés par le modèle météorologique AERMET pour estimer les paramètres micro-météorologiques décrivant la couche limite atmosphérique (vitesse de friction, longueur de Monin-Obukov, hauteur de mélange, etc) à partir des observations météorologiques courantes : vitesse du vent, température, opacité du couvert nuageux. Ces paramètres de surface sont :

- La longueur de rugosité (z_0) est fonction de la hauteur des obstacles à l'écoulement du vent. Il s'agit de la hauteur théorique à laquelle la vitesse du vent horizontal tend vers zéro.
- L'albédo (α) représente la fraction du rayonnement solaire incident réfléchi par la surface à midi.
- Le rapport de Bowen (B_0) est le rapport entre le flux de chaleur sensible et le flux de chaleur latente durant le jour. Il représente en quelque sorte l'humidité de la surface.

Tel que recommandé par l'US EPA (2009), les paramètres de surface moyens dans la zone d'étude ont été établis de la façon suivante :

- Albédo (α) : moyenne arithmétique régionale, sans dépendance par la distance ou la provenance du vent, pour un domaine de 10 km par 10 km centré sur le site météorologique.
- Rapport de Bowen (B_0) : moyenne géométrique régionale, sans dépendance par la distance ou la provenance du vent, pour un domaine de 10 km par 10 km centré sur le site météorologique.
- Rugosité (z_0) : moyenne géométrique pondérée par l'inverse de la distance dans un rayon d'un kilomètre du site météorologique, pour chacun des secteurs de provenance du vent sélectionnés. Ces secteurs sont déterminés qualitativement en fonction de la rugosité des types de couverture du sol selon la direction à chaque site.

Pour les aéroports de Québec, Montréal-Trudeau et Saint-Hubert, le site de l'abri des instruments météorologiques (température, humidité) et du pluviographe est différent du site de l'anémomètre et de la girouette pour la mesure de la vitesse et de la direction du vent. Le domaine de 10 x 10 km a donc été défini sur le site principal des instruments pour la détermination de l'albédo et du rapport de Bowen, alors que le site de l'anémomètre a été utilisé pour définir le domaine d'un kilomètre de rayon et les divers secteurs de provenance du vent pour la détermination de la rugosité de la surface.

2.4 COUVERTURE OU UTILISATION DU SOL

Aux trois aéroports, la couverture du sol sur un domaine de 10 km par 10 km a été déterminée et numérisée sous forme vectorielle à l'aide d'un système d'information géographique (SIG) à partir de l'analyse et de l'interprétation d'images satellites à haute résolution (Google Earth, Bing), de la couverture du sol (circa 2000) au Canada (Ressources naturelles Canada) et des cartes d'utilisation du sol de la Communauté métropolitaine de Montréal (CMM). La couverture du sol du domaine est alors transformée par le SIG sous forme matricielle avec une résolution de 50 m avant d'effectuer les calculs des paramètres de surface.

Pour les deux jeux de données supplémentaires à produire à partir des données des aéroports de Québec et Montréal-Trudeau, les paramètres de surface ont été établis pour un domaine composés à parts égales et uniformes de terres agricoles et de boisés (forêt mixte). Il s'agit des deux classes d'utilisation du sol les plus couramment rencontrées sur le territoire du shale d'Utica. Aucun secteur de provenance du vent n'a été défini pour la détermination de la rugosité.

2.5 PARAMÈTRES DE SURFACE SAISONNIERS PAR TYPE D'UTILISATION DU SOL

Le tableau 2 présente les caractéristiques de surface saisonnières utilisées dans cette étude pour chaque catégorie d'utilisation ou de couverture du sol identifiées. Des valeurs typiques par saison et par type de couverture du sol ont été retenues (US EPA, 2013). La définition des saisons est principalement basée sur les normales climatiques de température moyenne journalière mensuelle et d'épaisseur de neige au sol en fin de mois dans la région. Les mêmes paramètres de surface par type de couverture du sol sont utilisés pour les trois aéroports. Les paramètres de surface propres à chaque site sont déterminés à partir des valeurs du tableau 2 et des couvertures du sol à chaque site. Ces résultats sont présentés par station au Chapitre 3.

2.6 OPTIONS SÉLECTIONNÉES DE AERMET

Lors de l'exécution de AERMET, les options de contrôle qualité interne ont été activées afin de détecter des anomalies qui auraient échappées à toutes les validations précédentes. Les résultats sont négatifs, en ce sens qu'aucune donnée de surface aberrante n'a été détectée.

Les paramètres de surface ont été modulés par mois selon la définition des saisons de la note du tableau 2, car la définition interne des saisons de AERMET n'est pas valide pour le Québec.

Finalement, l'option d'ajouter une composante aléatoire entre zéro et plus ou moins cinq degrés à la direction du vent a été sélectionnée afin de compenser pour l'effet de l'arrondissement au dix degré dans les données brutes.

Tableau 2 Paramètres de surface par saison et par type de couverture du sol

Couvertures du sol	Rugosité (m)				Albédo				Rapport de Bowen			
	E	A	H	P	E	A	H	P	E	A	H	P
Eau	0,001	0,001	0,002	0,001	0,10	0,10	0,40	0,10	0,1	0,1	0,3	0,1
Résidentiel, peu dense	0,40	0,30	0,30	0,40	0,16	0,18	0,45	0,16	0,8	1,0	0,5	0,8
Aéroport (pistes et tarmac)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,18	0,18	0,35	0,18	1,5	1,5	0,5	1,5
Commercial/Industriel/urbain	0,7	0,7	0,7	0,7	0,18	0,18	0,35	0,18	1,5	1,5	0,5	1,5
Carrières, mines, gravats	0,3	0,3	0,3	0,3	0,20	0,20	0,60	0,20	1,5	1,5	0,5	1,5
Forêts, boisés mixtes	1,3	0,9	0,8	1,1	0,14	0,14	0,42	0,14	0,3	0,9	0,5	0,7
Arbustes	0,3	0,3	0,15	0,3	0,18	0,18	0,50	0,18	1,0	1,5	0,5	1,0
Prairies, surfaces gazonnées	0,1	0,01	0,005	0,05	0,18	0,20	0,60	0,18	0,8	1,0	0,5	0,4
Pâturages	0,15	0,02	0,01	0,03	0,20	0,18	0,60	0,14	0,5	0,7	0,5	0,3
Champs cultivés	0,2	0,02	0,01	0,03	0,20	0,18	0,60	0,14	0,5	0,7	0,5	0,3
Gazons de récréation/urbains	0,02	0,01	0,005	0,015	0,15	0,18	0,60	0,15	0,5	0,7	0,5	0,3

Note :

E : l'été comprend la période de juin à septembre.

A : l'automne (sans neige au sol et végétation minimale) comprend la période d'octobre et novembre.

H : l'hiver (neige au sol) comprend la période de décembre à mars.

P : le printemps (sans neige au sol et végétation minimale) comprend la période d'avril et mai.

3. RÉSULTATS D'ANALYSE

Ce chapitre présente les résultats de l'analyse des données météorologiques sous la forme de statistiques sur les données manquantes aux trois aéroports et de roses des vents sur cinq ans pour les quatre stations météorologiques. Pour la détermination des paramètres de surface, les cartes de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km et les secteurs sélectionnés pour la définition de la rugosité de la surface sont présentées avec les résultats de l'analyse. Finalement, les paramètres de surface pour les deux jeux de données additionnels sont présentés.

3.1 DONNÉES MANQUANTES

Le tableau 3 présente les statistiques sur les données manquantes avant et après traitement dans les observations météorologiques en surface aux trois aéroports. Tel qu'indiqué au chapitre 2, les tests de validation n'ont pas permis d'identifier de valeurs aberrantes dans les observations météorologiques. Dans les statistiques du tableau 3, il suffit qu'un seul paramètre parmi les paramètres obligatoires pour AERMET (vitesse et direction du vent, température et opacité de la couverture nuageuse) soit manquant pour que l'enregistrement horaire soit considéré manquant. De façon général, tous les paramètres sont manquants simultanément.

La base de donnée pour l'aéroport de Saint-Hubert contient le plus de données manquantes, principalement parce que pour certaines journées de 1994 et 1995, il n'y a pas d'observations durant la nuit. Après traitement, il ne reste plus de données manquantes aux aéroports de Québec et de Montréal-Trudeau et les fréquences de données manquantes à Saint-Hubert varient de 0 à 3 % sur une base annuelle (0,67 % sur la période de cinq ans).

Le tableau 4 présente les résultats de l'analyse des sondages du matin manquants et invalides à Maniwaki pour les périodes de 1991 à 1995 et de 2008 à 2012. Après traitement et remplacement des sondages manquants ou invalides, le nombre maximum de sondages manquants par année est réduit à deux sondages par année, pour un total de quatre sondages manquants (0,22 %) de 1991 à 1995 et deux sondages manquants (0,11 %) de 2008 à 2012.

Globalement, après traitement avec AERMET, les fréquences d'heures de données manquantes sur une base annuelle par station sont les suivantes :

- Aéroport de Québec : 0 % à 0,24 %, 0,05 % sur cinq ans.
- Aéroport Montréal-Trudeau : 0 % à 0,26 %, 0,05 % sur cinq ans.
- Aéroport de Saint-Hubert : 0 % à 3,2 %, 0,76 % sur cinq ans.
- Bécancour : 0,18 % à 0,42 %, 0,29 % sur cinq ans.

Le MDDEFP vise habituellement moins de 1 % de données manquantes sur une base annuelle. Cet objectif est atteint pour toutes les stations à chaque année, à l'exception de l'année 1994 à l'aéroport de Saint-Hubert avec 3,2 %. Sur cinq ans par contre, la fréquence de données manquantes pour Saint-Hubert est inférieure à cet objectif avec 0,76 %.

Tableau 3 Statistiques sur les enregistrements horaires en surface manquants aux aéroports, avant et après traitement (nombres et fréquences)

Aéroport de Québec			Aéroport Montréal-Trudeau			Aéroport de Saint-Hubert		
Période	Avant	Après	Période	Avant	Après	Période	Avant	Après
2008	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2008	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	1991	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
2009	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2009	3 (0,03 %)	0 (0,0 %)	1992	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
2010	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2010	3 (0,03 %)	0 (0,0 %)	1993	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)
2011	4 (0,05 %)	0 (0,0 %)	2011	2 (0,02 %)	0 (0,0 %)	1994	379 (4,3 %)	263 (3,0 %)
2012	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	2012	0 (0,0 %)	0 (0,0 %)	1995	109 (1,2 %)	31 (0,35 %)
2008-2012	4 (0,01 %)	0 (0,0 %)	2008-2012	8 (0,02 %)	0 (0,0 %)	1991-1995	488 (1,1 %)	294 (0,67 %)

Tableau 4 Statistiques sur les sondages du matin de Maniwaki

Périodes	Nombres de sondages manquants ou invalides et remplacés		Nombres et fréquences (%) de sondages manquants et invalides	
	Manquants / ajoutés	Invalides / remplacés	Avant traitement	Après traitement
1991	8 / 8	0 / 0	8 (2,2 %)	0 (0,0 %)
1992	11 / 11	0 / 0	11 (3,0 %)	0 (0,0 %)
1993	22 / 20	0 / 0	22 (6,0 %)	2 (0,55 %)
1994	0 / 0	35 / 33	35 (9,6 %)	2 (0,55 %)
1995	1 / 1	2 / 2	3 (0,82 %)	0 (0,0 %)
1991-1995	42 / 40	37 / 35	79 (4,3 %)	4 (0,22 %)
2008	3 / 3	0 / 0	3 (0,82 %)	0 (0,0 %)
2009	1 / 1	1 / 1	2 (0,55 %)	0 (0,0 %)
2010	0 / 0	2 / 2	2 (0,55 %)	0 (0,0 %)
2011	7 / 5	3 / 3	10 (2,7 %)	2 (0,55 %)
2012	7 / 7	0 / 0	7 (1,9 %)	0 (0,0 %)
2008-2012	18 / 16	6 / 3	24 (1,3 %)	2 (0,11 %)

3.2 ROSES DES VENTS

Les roses des vents sur cinq ans des quatre stations météorologiques sont présentées aux figures 2 à 5. À toutes les stations, les vents dominants proviennent des secteurs sud-ouest et nord-est, approximativement selon l'axe de la Vallée du Saint-Laurent. Contrairement aux autres stations, les vents du sud sont fréquents à l'aéroport de Saint-Hubert. Ces vents du sud seraient reliés à un effet de la vallée de la rivière Richelieu et du lac Champlain.

Les vitesses moyennes des observations du vent enregistrées aux trois aéroports sont similaires, entre 14 et 15 km/h, alors que la vitesse moyenne enregistrée à Bécancour n'est que 9 km/h. L'environnement autour de la station de Bécancour avec des boisés et des terres agricoles ou en friche diffère significativement de celui des aéroports dont l'environnement immédiat autour de l'anémomètre est beaucoup plus dégagé et dont la rugosité de la surface est beaucoup plus faible.

3.3 COUVERTURES DU SOL ET DÉFINITIONS DES SECTEURS À CHAQUE SITE

Les figures 6 et 7 présentent respectivement la couverture du sol entourant le site météorologique de l'aéroport de Québec sur un domaine de 10 x 10 km et la définition des secteurs de provenance du vent établie selon sur la couverture du sol dans un rayon d'un kilomètre du site de l'anémomètre. Les figures 8 et 9 et les figures 10 et 11 présentent les mêmes informations respectivement pour les aéroports de Montréal-Trudeau et de Saint-Hubert.

À l'aéroport de Québec, la couverture du sol de la région de 10 x 10 km (figure 6) est surtout composée de champs agricoles (27 %), de zones boisées (26 %) et de quartiers résidentiels peu denses (23 %). Pour le secteur rapproché (figure 7) de l'anémomètre, les surfaces gazonnées de l'aéroport (46 %), des secteurs boisés (27 %) et les pistes et le tarmac (17 %) dominant la couverture du sol.

À l'aéroport Montréal-Trudeau, la couverture du sol de la région de 10 x 10 km (figure 8) est surtout composée de secteurs commerciaux, industriels et urbains (40 %), de quartiers résidentiels peu denses (22 %) et de plans d'eau (19 %). Pour le secteur rapproché (figure 9) de l'anémomètre, les surfaces gazonnées de l'aéroport (63 %) et les pistes et le tarmac (30%) dominant la couverture du sol.

À l'aéroport de Saint-Hubert, la couverture du sol de la région de 10 x 10 km (figure 10) est composée surtout de quartiers résidentiels peu denses (34 %), de champs agricoles (21 %), de zones arbustives (15 %) et de zones commerciales ou urbaines (14 %). Pour le secteur rapproché (figure 11) de l'anémomètre, les surfaces gazonnées de l'aéroport (64 %), les pistes et le tarmac (17 %) et des secteurs commerciaux ou urbains (14 %) dominant la couverture du sol. Pour Saint-Hubert, la route 116 au sud de l'aéroport a été considérée de la même façon que les pistes et le tarmac de l'aéroport.

À la station de Bécancour, la couverture du sol autour de l'anémomètre (figure 12) est approximative composé de 40 % de boisés, de 30 % de secteurs industriels et 30 % des terres agricoles ou en friche.

Figure 2 Rose des vents à l'aéroport de Québec

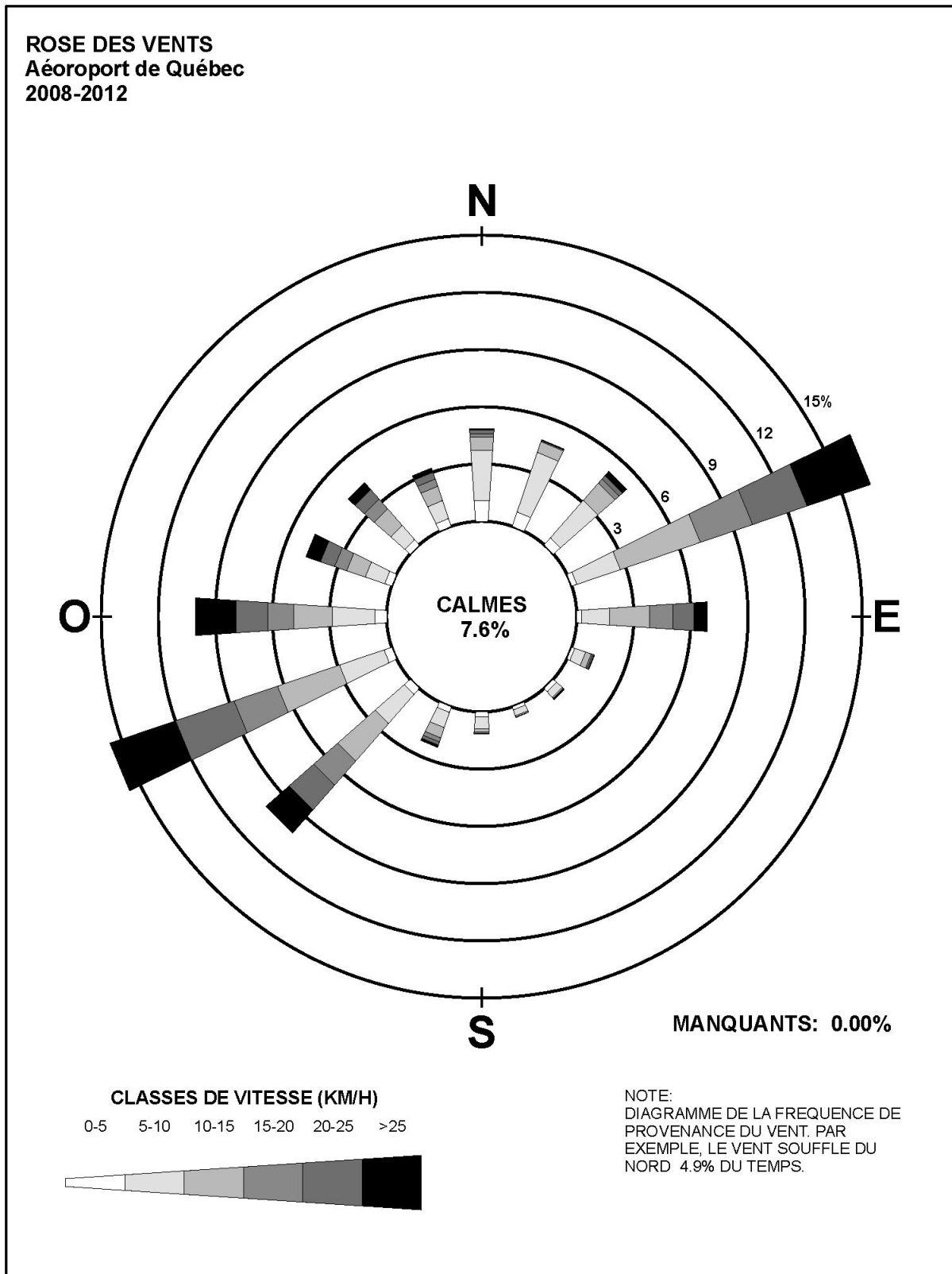


Figure 3 Rose des vents à l'aéroport Montréal-Trudeau

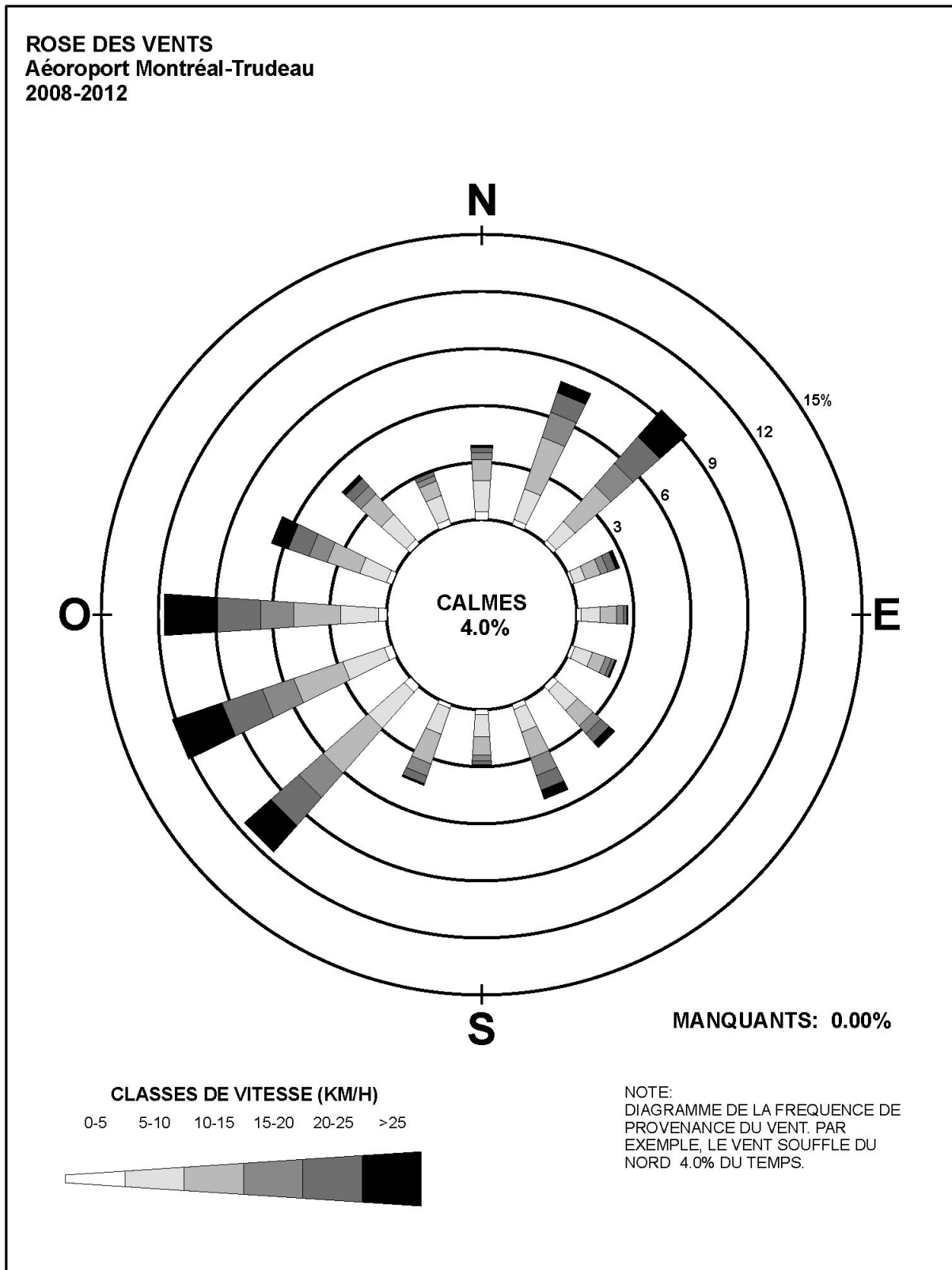


Figure 4 Rose des vents à l'aéroport de Saint-Hubert

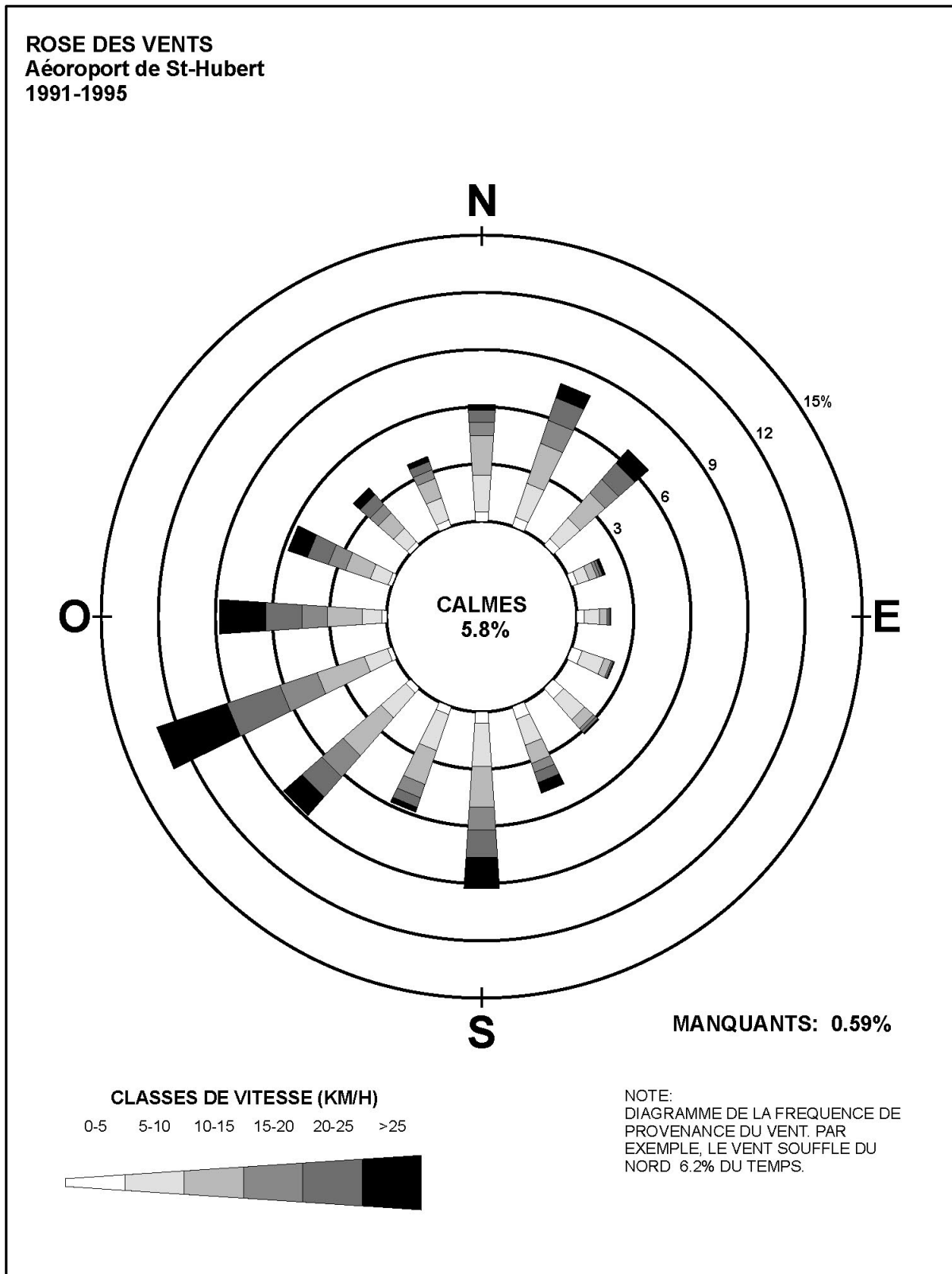


Figure 5 Rose des vents à Bécancour

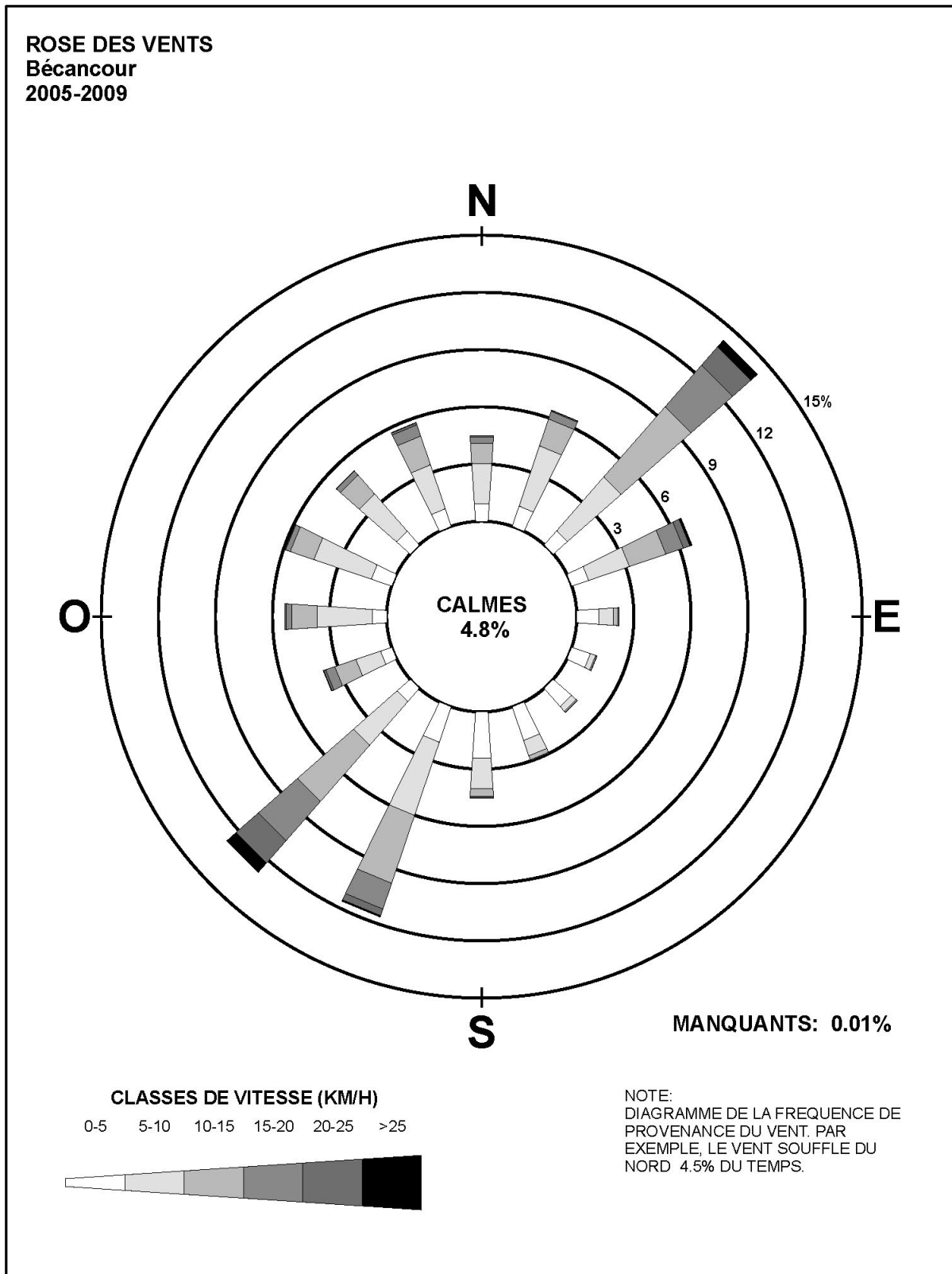


Figure 6 Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Québec

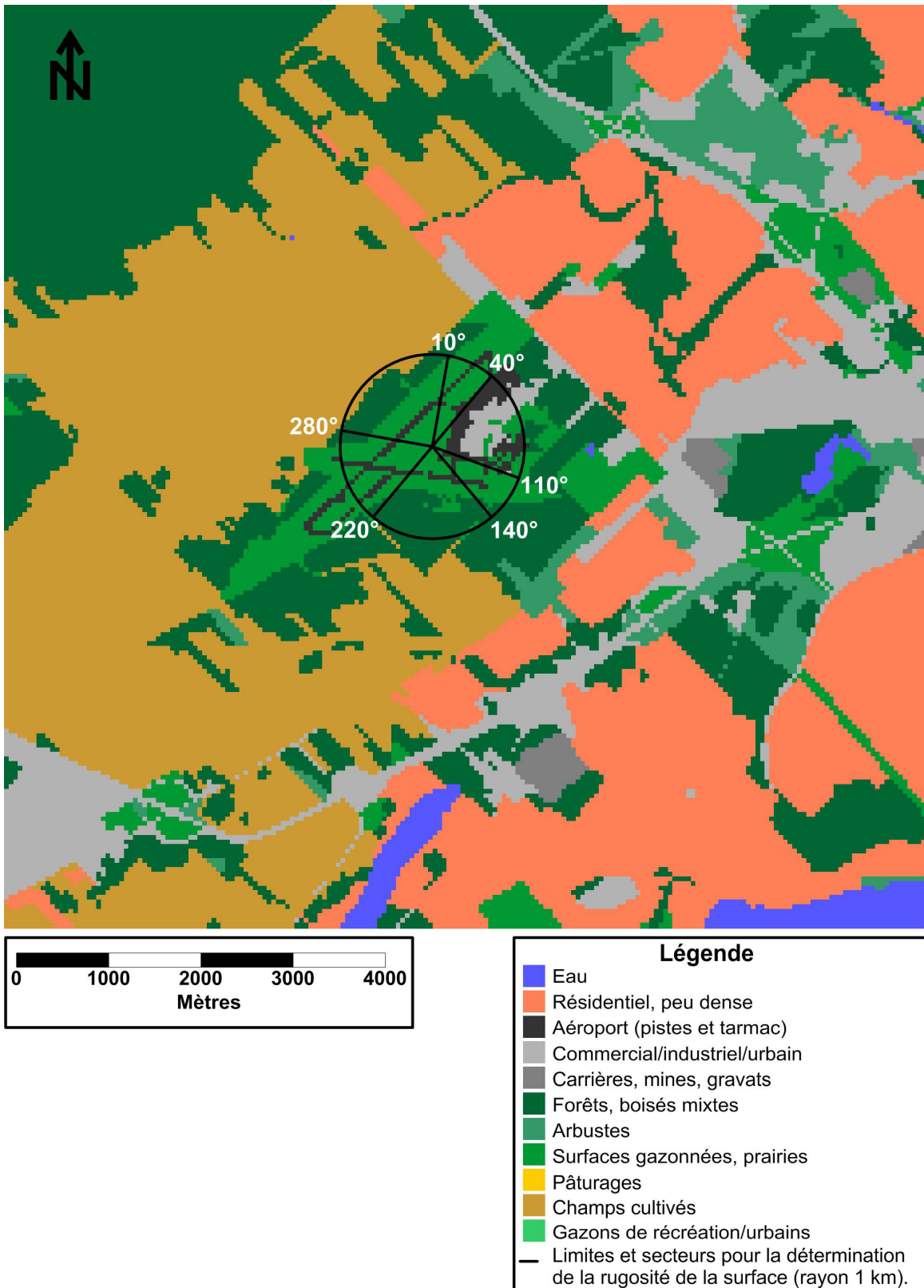
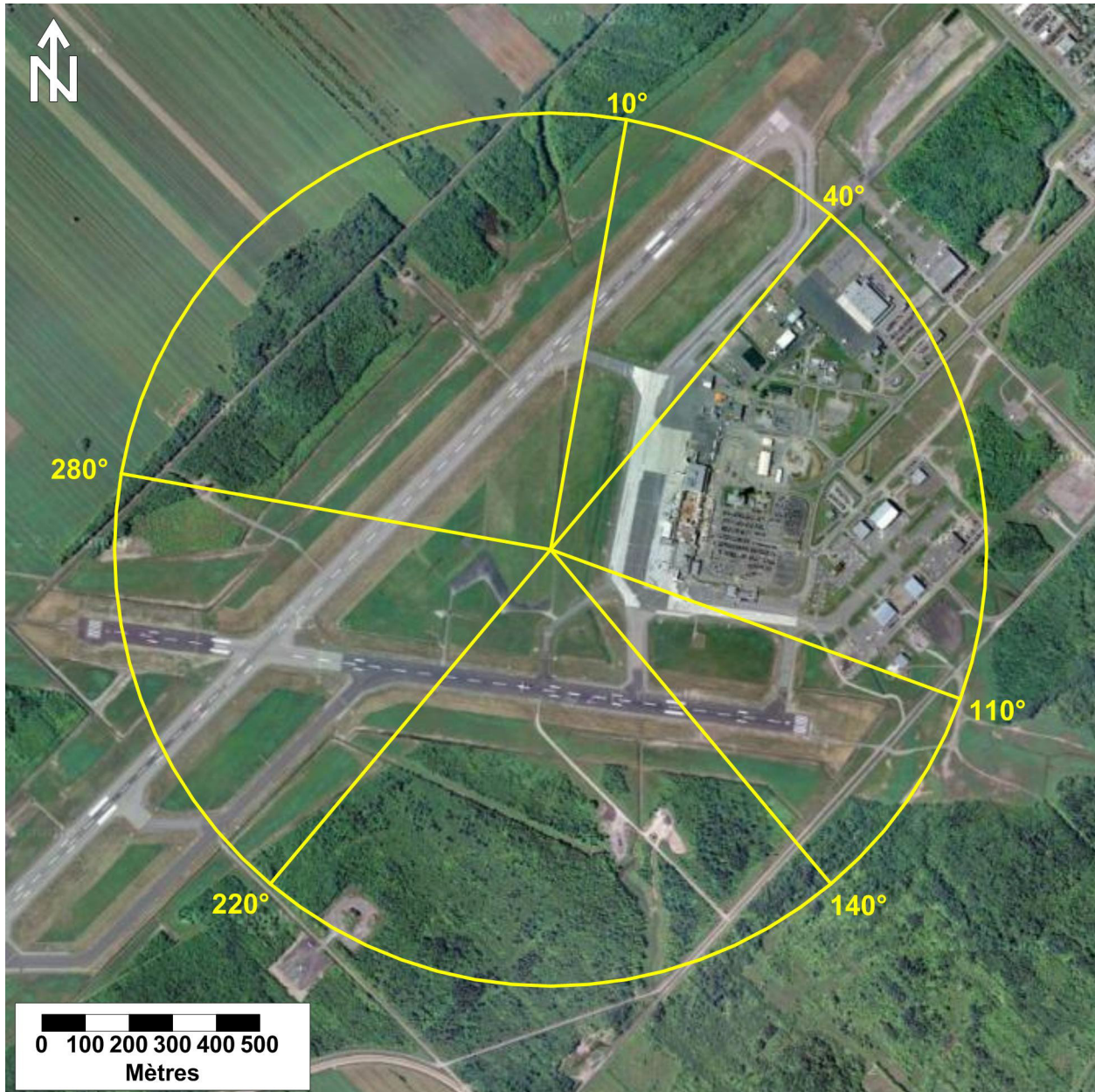


Figure 7 Définition des secteurs à l'aéroport de Québec utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface



Source : GoogleEarth.

Note : les secteurs sont définis dans un rayon de 1 km à partir de la position de l'anémomètre.

Figure 8 Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport Montréal-Trudeau

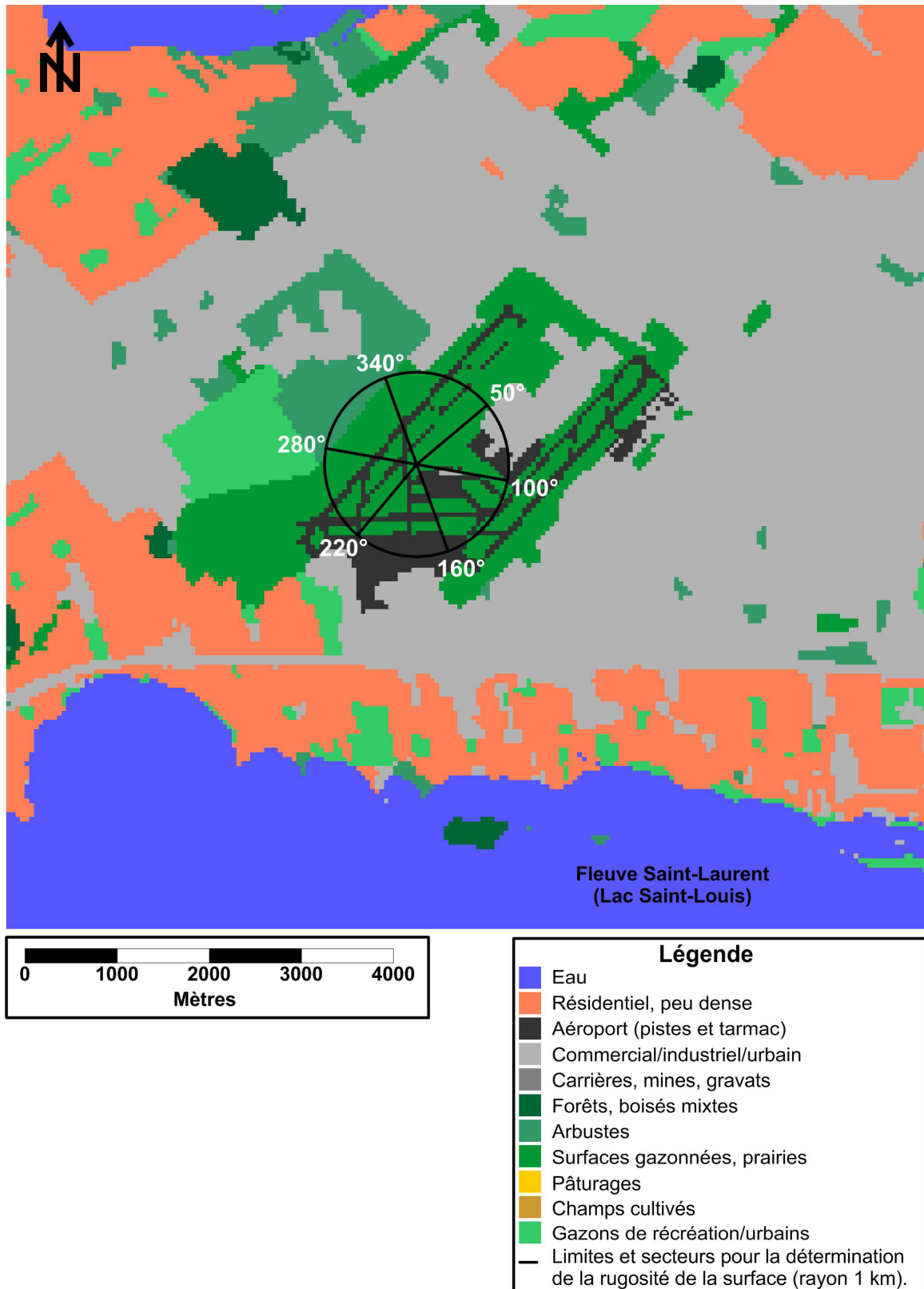
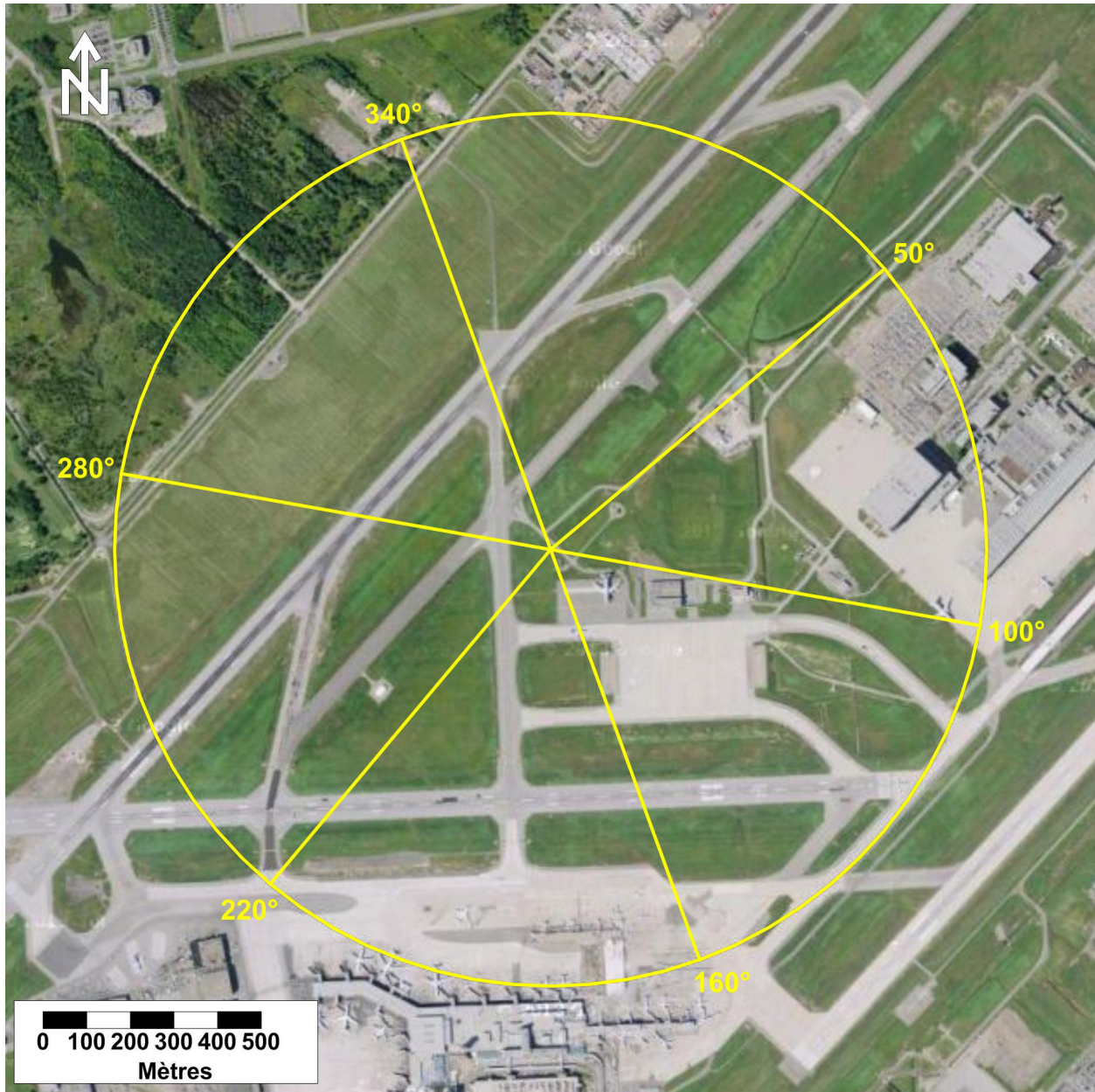


Figure 9 Définition des secteurs à l'aéroport Montréal-Trudeau utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface



Source : GoogleEarth.

Note : les secteurs sont définis dans un rayon de 1 km à partir de la position de l'anémomètre.

Figure 10 Carte de couverture du sol sur un domaine de 10 x 10 km centré sur le site de la station météorologique de l'aéroport de Saint-Hubert

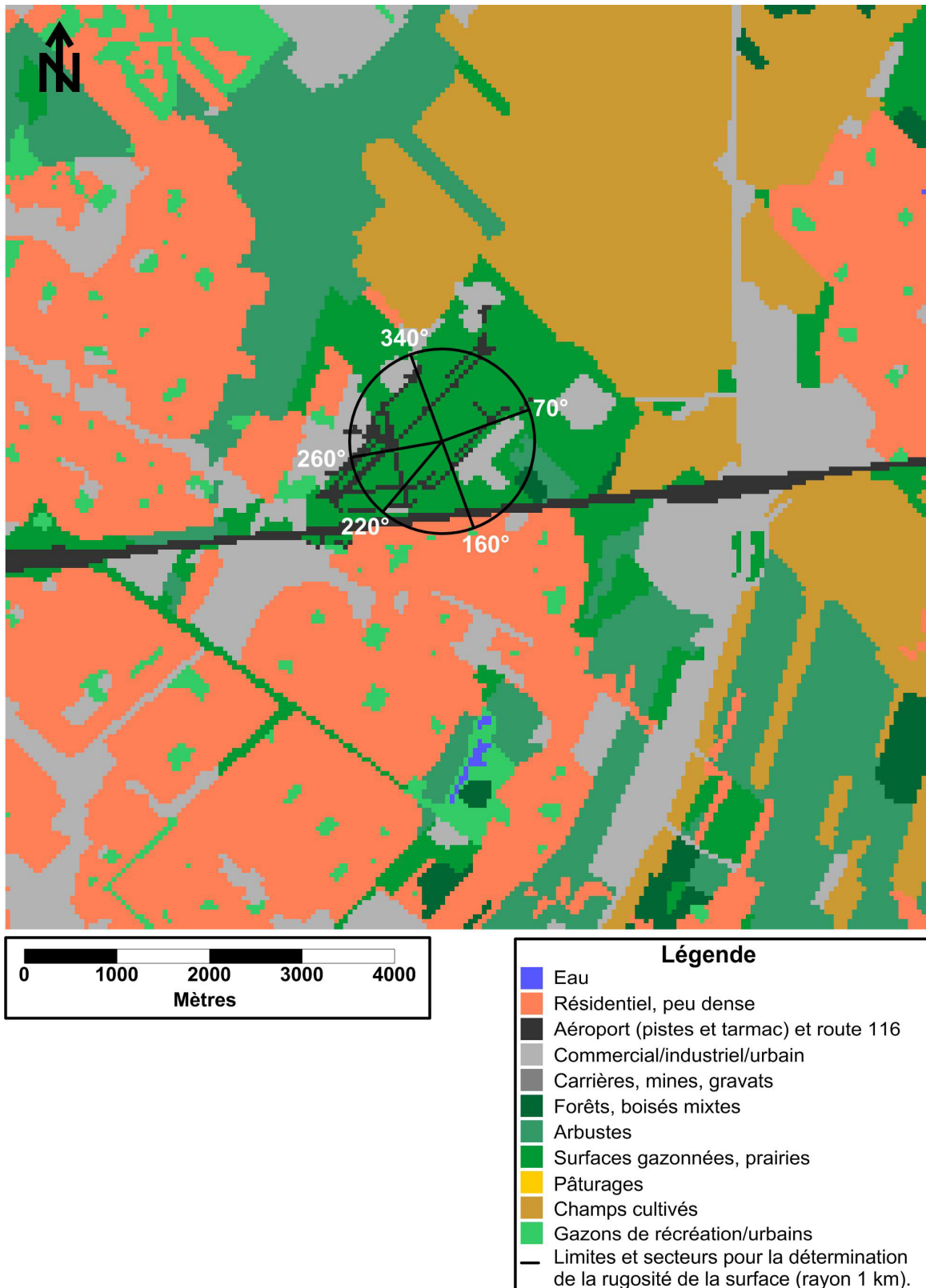
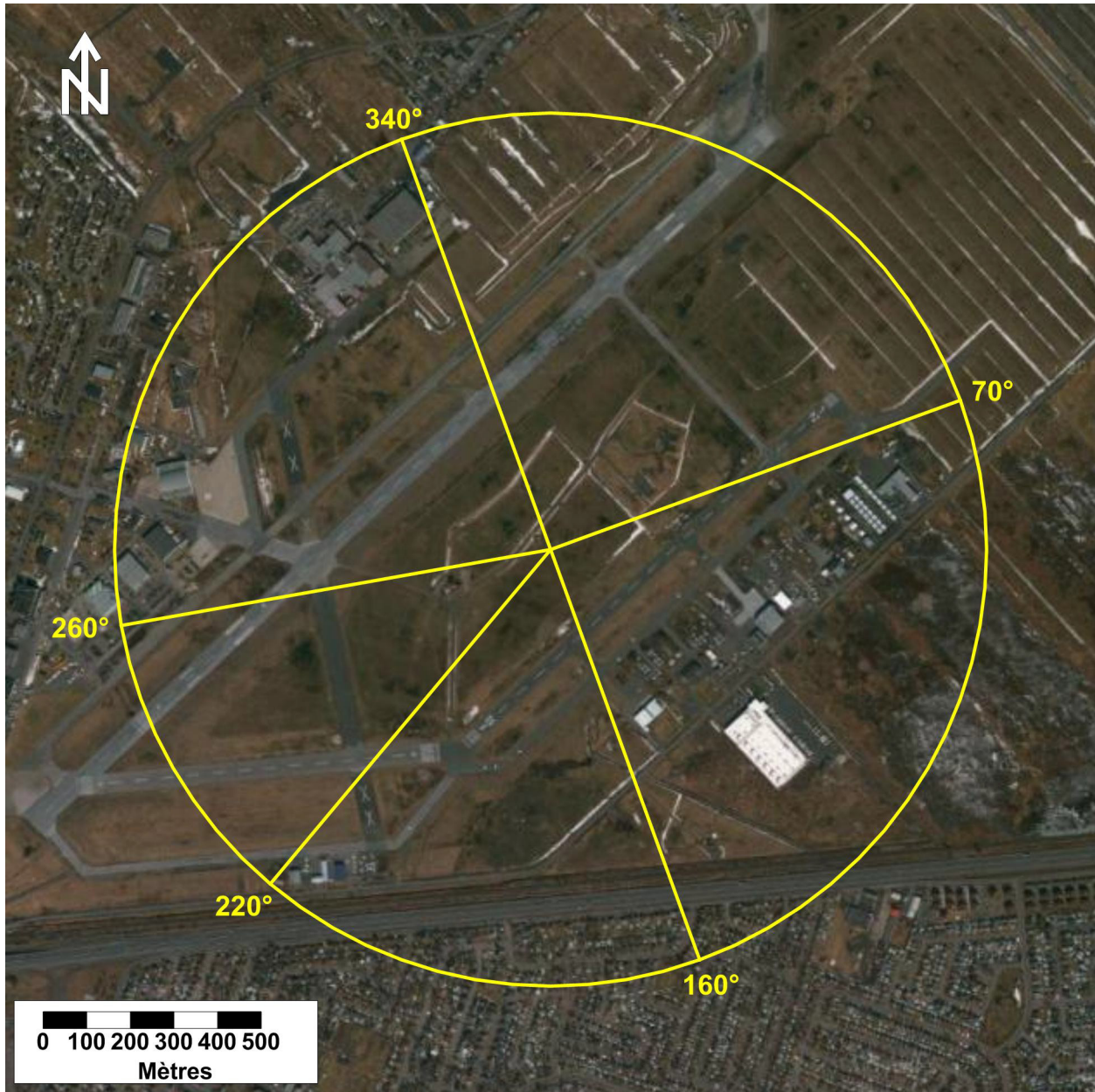


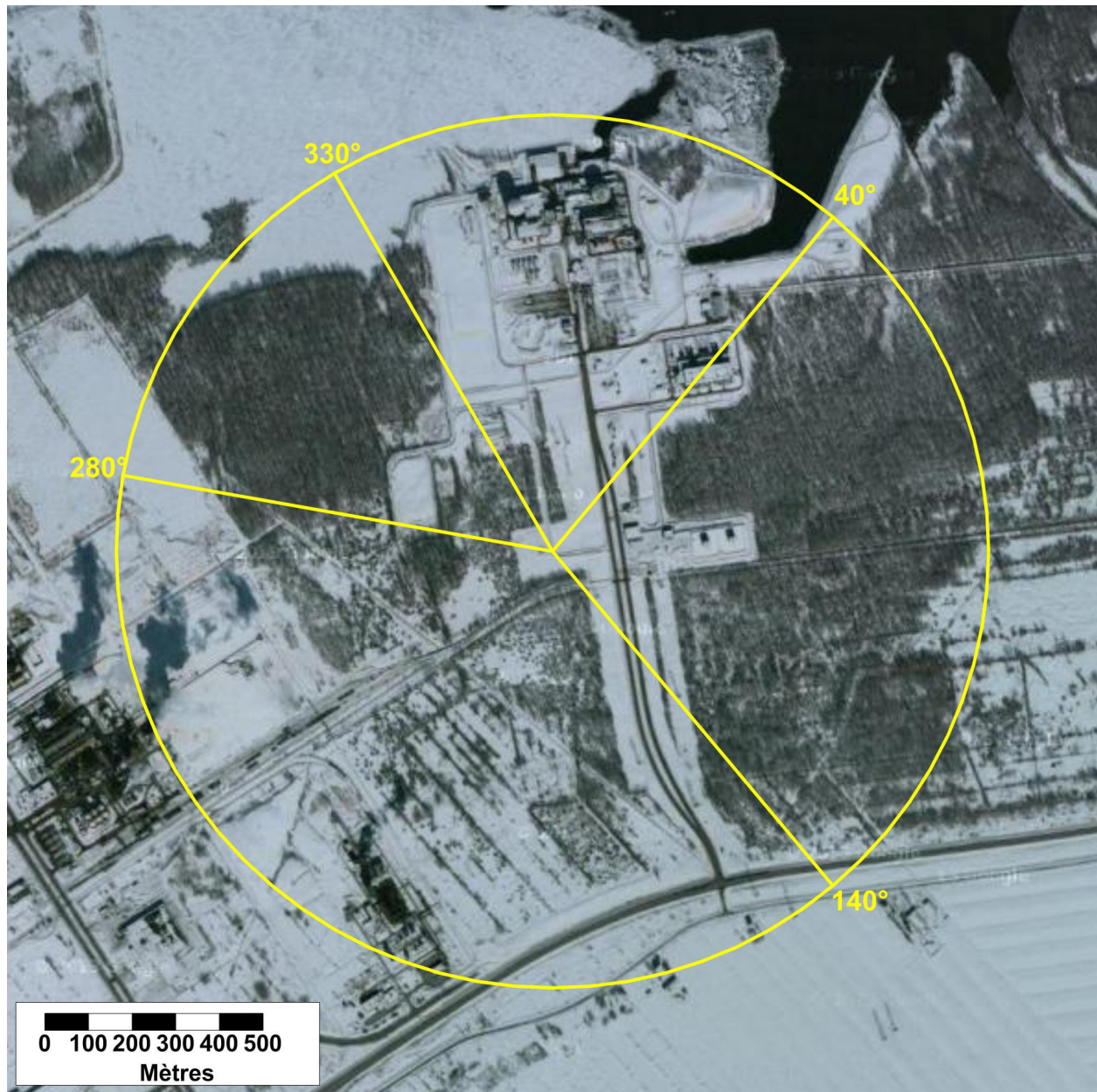
Figure 11 Définition des secteurs à l'aéroport de Saint-Hubert utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface



Source : GoogleEarth.

Note : les secteurs sont définis dans un rayon de 1 km à partir de la position de l'anémomètre.

Figure 12 Définition des secteurs à la station de Bécancour utilisés pour l'estimation de la rugosité de la surface



Source : GoogleEarth.

Note : les secteurs sont définis dans un rayon de 1 km à partir de la position de l'anémomètre.

3.4 PARAMÈTRES DE SURFACE POUR CHAQUE SITE

Les tableaux 5 à 7 présentent les paramètres de surface obtenus aux trois aéroports selon les informations présentées aux figures 6 à 11, la méthode de calcul présentée à la section 2.3 et les paramètres par type de couverture du sol du tableau 2. Le tableau 8 présente les paramètres de surface du jeu de données préparé par le MDDEFP pour Bécancour.

3.5 PARAMÈTRES DE SURFACE POUR LES JEUX DE DONNÉES ADDITIONNELS

Pour les deux jeux de données supplémentaires à produire à partir des données des aéroports de Québec et Montréal-Trudeau, les paramètres de surface présentés au tableau 9 ont été établis pour un domaine composé à parts égales et uniformes de terres agricoles et de boisés (forêt mixte). Il s'agit des deux classes d'utilisation du sol les plus couramment rencontrées sur le territoire du shale d'Utica. Aucun secteur de provenance du vent n'a été défini pour la détermination de la rugosité. En comparaison avec les résultats pour les sites d'aéroport, les valeurs pour la rugosité de la surface sont significativement plus élevées.

Le fait d'utiliser des paramètres de surface plus représentatifs de certains sites d'implantation et différents du site de mesure ne veut pas nécessairement dire que les résultats de modélisation seront plus réalistes, ce pourrait bien être le contraire. En effet, les observations météorologiques dépendent elles-mêmes des paramètres de surface locaux. Les jeux de données préparés avec AERMET pour les sites des aéroports et de Bécancour peuvent donc être qualifiés de cohérents pour le site de mesure, mais ils ne représentent pas nécessairement toutes les possibilités pouvant survenir à un site d'implantation très différent du site de mesure.

Par contre, en utilisant d'autres paramètres de surface que ceux du site de mesure avec les mêmes observations, les jeux de données obtenus avec AERMET ne sont plus cohérents avec les observations, puisque qu'AERMET n'ajuste pas les observations en fonction des caractéristiques de surface du site d'implantation. Cela n'empêche pas que telles conditions pourraient survenir de toute façon.

C'est surtout le paramètre de rugosité qui a le plus d'importance. Ainsi, pour une situation météorologique régionale donnée, pour un site d'implantation dont la rugosité est supérieure à celle du site de mesure, la vitesse du vent devrait être plus faible qu'au site de mesure, peu importe la hauteur par rapport au sol. Avec AERMET et en utilisant la rugosité du site d'implantation (cas 2) au lieu de la rugosité du site de mesure (cas 1), la vitesse du vent à 10 mètres, la hauteur de mesure, sera la même dans les deux cas. Au-dessus de 10 mètres, les vents prédits par AERMET pour le cas 2 seront plus forts que pour le cas 1, ce qui constitue une aberration. À l'inverse, sous 10 mètres, les vents du cas 2 seront plus faibles que pour le cas 1, ce qui est réaliste. Puisque les sources reliées à l'exploitation des gaz de schiste sont basses (en surface ou inférieures à 10 mètres), la deuxième approche semble avoir une certaine dose de réalisme. Par contre, le profil de la vitesse du vent n'est qu'un paramètre météorologique parmi d'autres pour lequel le paramètre de rugosité a son importance. Ainsi, pour le cas 2, AERMET prédira une hauteur de mélange et de la turbulence d'origine mécanique plus élevées que pour le cas 1, mais qui seraient sans doute surestimées par rapport aux valeurs réellement attendues.

Il faut donc voir la génération de ces jeux de données supplémentaires basés sur les paramètres de surface d'un site potentiel d'implantation comme un exercice de vérification de la sensibilité du modèle AERMOD aux paramètres de surface et non comme des jeux de données plus ou moins réalistes que ceux dérivés selon les caractéristiques de surface des sites de mesure.

Avec l'ensemble des six jeux météorologiques basés sur quatre sites d'observations différents et totalisant plus de 260 000 cas météorologiques, il apparaît que presque toutes les possibilités du point de vue météorologique seront considérées dans l'étude de modélisation.

Tableau 5 Paramètres de surface utilisés pour l'aéroport de Québec

Paramètres		Saisons			
		Été	Automne	Hiver	Printemps
Albédo		0,17	0,17	0,48	0,15
Rapport de Bowen		0,57	0,91	0,50	0,60
Rugosité (m) par secteurs de provenance du vent	280°-10°	0,193	0,037	0,023	0,107
	10°-40°	0,094	0,012	0,007	0,051
	40°-110°	0,135	0,068	0,055	0,110
	110°-140°	0,094	0,017	0,010	0,056
	140°-220°	0,274	0,073	0,049	0,179
	220°-280°	0,103	0,017	0,010	0,060

Tableau 6 Paramètres de surface utilisés pour l'aéroport Montréal-Trudeau

Paramètres		Saisons			
		Été	Automne	Hiver	Printemps
Albédo		0,16	0,17	0,42	0,16
Rapport de Bowen		0,69	0,77	0,45	0,65
Rugosité (m) par secteurs de provenance du vent	340°-50°	0,091	0,013	0,007	0,050
	50°-100°	0,107	0,019	0,011	0,063
	100°-160°	0,074	0,027	0,020	0,055
	160°-220°	0,072	0,022	0,015	0,050
	220°-280	0,083	0,016	0,009	0,050
	280°-340°	0,104	0,022	0,012	0,065

Tableau 7 Paramètres de surface utilisés pour l'aéroport de Saint-Hubert

Paramètres		Saisons			
		Été	Automne	Hiver	Printemps
Albédo		0,18	0,18	0,49	0,16
Rapport de Bowen		0,80	1,03	0,50	0,67
Rugosité (m) par secteurs de provenance du vent	340°-70°	0,096	0,012	0,006	0,051
	70°-160°	0,173	0,045	0,029	0,116
	160°-220°	0,101	0,018	0,011	0,061
	220°-260	0,088	0,013	0,008	0,050
	260°-340°	0,116	0,024	0,015	0,072

Tableau 8 Paramètres de surface utilisés pour la station de Bécancour (selon le MDDEFP)

Paramètres		Saisons			
		Été	Automne	Hiver	Printemps
Albédo		0,16	0,15	0,39	0,14
Rapport de Bowen		0,31	0,48	0,26	0,32
Rugosité (m) par secteurs de provenance du vent	330°-40°	0,17	0,04	0,03	0,11
	40°-140°	0,61	0,19	0,14	0,42
	140°-280°	0,21	0,03	0,02	0,12
	280°-330°	0,49	0,15	0,11	0,34

Tableau 9 Paramètres de surface utilisés pour les jeux météorologiques additionnels

Paramètres	Saisons			
	Été	Automne	Hiver	Printemps
Albédo	0,17	0,16	0,51	0,14
Rapport de Bowen	0,39	0,79	0,50	0,46
Rugosité (m) Tous secteurs	0,510	0,134	0,089	0,182

Note : basé sur un domaine composé de milieux boisés et de terres en culture en proportions égales.

4. FICHIERS MÉTÉOROLOGIQUES (NOMENCLATURE DES FICHIERS FOURNIS)

Les fichiers météorologiques préparés dans le cadre de ce projet sont décrits au tableau 10 et comprennent :

- Les fichiers d'observations horaires en surface validées des trois aéroports destinés à être utilisés par le modèle météorologique AERMET. Ces derniers sont fournis sous la forme de fichiers ASCII dans le format CD144, un ancien format du NCDC, compatible avec AERMET. La description du format CD144 est indiquée au tableau 11.
- Les fichiers d'observations aérologiques journalières en début de journée (12 :00 UTC, ± 2 heures) validés à Maniwaki en format FSL pour les périodes de 1991 à 1995 et de 2008 à 2012.
- Les six jeux de données météorologiques fichiers préparés avec le modèle météorologique AERMET comprenant :
 - Le jeu préparé par le MDDEFP pour Bécancour (2005-2009).
 - Les trois jeux préparées par E&E pour l'aéroport de Québec (2008-2012), l'aéroport Montréal-Trudeau (2008-2012) et l'aéroport de Saint-Hubert (1991-1995) en utilisant les paramètres de surface propres à chaque site.
 - Les deux jeux supplémentaires préparés par E&E pour les aéroports de Québec (2008-2012) et Montréal-Trudeau (2008-2012) en utilisant des paramètres de surface typiques d'un milieu composé d'une mosaïque de surface agricoles et de boisées.

Tableau 10 Nomenclature des fichiers météorologiques fournis

Répertoires	Fichiers	Station (numéro)	Période	Paramètres de surface	Format
Becancour	Becancour.sfc ⁽¹⁾ Becancour.pfl ⁽¹⁾	Bécancour (12345) ⁽¹⁾	2005-2009	Local - Station	Surface et profil pour AERMOD
Maniwaki	Maniwaki_1991-1995.fsl Maniwaki_2008-2012.fsl	Maniwaki (4734) ⁽²⁾	1991-1995 2008-2012	N.A.	Sondages aérologiques de 12:00 UTC en format FSL ⁽³⁾
Montreal	MTL-Trudeau_2008-2012.144	Aéroport international Montréal-Trudeau (25250) ⁽⁴⁾	2008-2012	N.A.	Observations horaires en surface en format CD-144
	MTL-Trudeau_2008-2012.sfc MTL-Trudeau_2008-2012.pfl			Local - Station	Surface et profil pour AERMOD
	MTL-Trudeau_2008-2012_AF.sfc MTL-Trudeau_2008-2012_AF.pfl			Milieu agricole et boisé	
Quebec	Quebec_2008-2012.144	Aéroport international Jean Lesage de Québec (16294) ⁽⁴⁾	2008-2012	N.A.	Observations horaires en surface en format CD-144
	Quebec_2008-2012.sfc Quebec_2008-2012.pfl			Local - Station	Surface et profil pour AERMOD
	Quebec_2008-2012_AF.sfc Quebec_2008-2012_AF.pfl			Milieu agricole et boisé	
Saint-Hubert	St-Hubert_2008-2012.144	Aéroport Montréal Saint-Hubert Longueuil (27320) ⁽⁴⁾	1991-1995	N.A.	Observations horaires en surface en format CD-144
	St-Hubert_2008-2012.sfc St-Hubert_2008-2012.pfl			Local - Station	Surface et profil pour AERMOD

(1) Fichiers préparés par le MDDEFP et numéro fictif attribué par le MDDEFP. Trois niveaux à 10, 37 et 48 m dans le fichier de profil (Bécancour.pfl).

(2) Numéro WBAN (Weather Bureau Army Navy)

(3) Pour les sondages manquants ou invalides qui ont été remplacés, le numéro WBAN de la station a été remplacé par :

11111 : sondage de 12:00 UTC invalide, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée précédente.

22222 : sondage de 12:00 UTC invalide, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée suivante.

33333 : sondage de 12:00 UTC manquant, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée précédente.

44444 : sondage de 12:00 UTC manquant, remplacé par le sondage valide de 12:00 UTC de la journée suivante.

(4) Numéro de station d'Environnement Canada, 5 derniers chiffres seulement (70XXXXX).

Tableau 11 Description des enregistrements des fichiers ASCII en format CD144

Colonnes	Paramètres
1-5	Numéro de la station Mtl-Trudeau : 25250 Québec : 16294 Saint-Hubert : 27320
6-7	Année (XX)
8- 9	Mois (01-12)
10-11	Jour (01-31)
12-13	Heur (00-23)
14-16	Plafond (centaines de pieds) (000-990, « --- »=illimité)
39-40	Direction du vent (10°), Calme=0°
41-42	Vitesse du vent (nœuds) (00-99)
43-46	Pression à la station (centièmes de pouce de mercure) (0000-3999)
47-49	Température du thermomètre sec (°F) (-99-199)
53-55	Humidité relative (%) (00-99, « - » =100%)
56	Étendue totale des nuages (dixièmes) (0-9, « - » =10/10)
79	Opacité totale des nuages (dixièmes) (0-9, « - » =10/10)

Notes :

Un enregistrement par heure.

Un champ sans aucune valeur représente une donnée manquante.

Les colonnes non utilisées sont réservées à d'autres paramètres qui ne sont pas requis par AERMET.

Le plafond, l'étendue des nuages, la pression à la station et l'humidité relative sont facultatifs pour AERMET.

RÉFÉRENCES

- CESS, 2012. *L'industrie du gaz de schiste dans les Basses-Terres du Saint-Laurent : scénarios de développement*, Comité de l'évaluation environnementale stratégique sur le gaz de schiste, Novembre 2012.
- US EPA, 2009. *AERMOD IMPLEMENTATION GUIDE - Last Revised: March 19, 2009*, AERMOD Implementation Workgroup, U. S. Environmental Protection Agency, Air Quality Assessment Division, Research Triangle Park, NC.
- US EPA, 2013. *AERSURFACE User's Guide*, U.S. Environmental Protection Agency, Air Quality Modeling Group, Research Triangle Park, NC, EPA-454/B-08-001, January 2008 (revised 01/16/2013).



SNC • LAVALIN

2271, boul. Fernand-Lafontaine
Longueuil Qc Canada J4G 2R7
514-393-8000 - 450-651-0885