

Étude des vents au site projeté par Rabaska pour son port méthanier de Lévis–Ville-Guay

**Rapport présenté au Bureau d'audiences
publiques sur l'environnement (BAPE)**

Par Sébastien Blouin, M.Sc.Géogr.

JANVIER 2007

Présentation de l'auteur

Sébastien Blouin est géographe et climatologue. Il a notamment réalisé une maîtrise en sciences géographiques à l'Université Laval, où il a étudié l'impact de la variabilité climatique récente sur le débit des rivières de la grande région de Québec.

Le Consortium Rabaska, formé de Gaz Métro, de la société Enbridge et de Gaz de France, projette de construire un port méthanier en face de Lévis, dans l'étroit corridor fluvial situé au sud de l'île d'Orléans (chenal des Grands Voiliers). L'objectif est d'accueillir des méthaniers de 300 mètres (m) de long pour y transborder du gaz naturel liquéfié (GNL) destiné principalement aux marchés québécois et ontarien. Si ce projet devait se réaliser, de 60 à 70 livraisons par année devraient, à partir de 2010, transborder à Lévis 10 millions de mètres cubes (m³) de GNL annuellement (SNC-Lavalin Environnement inc., 2006).

Étant inflammable et explosif, le GNL présente des risques appréciables pour la sécurité publique. Pour cette raison, des mesures exceptionnelles régissent partout dans le monde le transport fluvial ou maritime du GNL, ainsi que l'aménagement des ports méthaniers. Une des mesures concerne la vitesse du vent sur les sites des installations portuaires. À cause du profil particulièrement haut des méthaniers (Figure 1), les risques d'accident (perte de contrôle du transporteur, heurt avec la jetée, etc.) lors des manœuvres d'approche, d'accostage et d'appareillage sont notablement accrus par vent défavorable; aussi les méthaniers n'entreprennent-ils pas ces manœuvres lorsque la vitesse du vent excède 46 kilomètres par heure (km/h) (Énergie Cacouna, 2005; SNC-Lavalin Environnement inc., 2006). Un autre facteur doit être soulevé ici en rapport avec la question de la fluidité et des contraintes à la navigation. Selon le témoignage de M. Van der Putt, directeur du projet Cacouna, si des épisodes de vent supérieur à 46 km/h surviennent durant la phase de transbordement, il faut détacher le navire et aller le mettre en sécurité à cause du danger causé par le mouvement du navire. Les bras de déchargement représentent le point le plus sensible en matière de sécurité.



Figure 1 : Exemple de méthanier (Sorensen, 2006)

On comprend donc l'incidence de l'analyse du vent sur la sélection d'un site pour l'implantation d'un port méthanier. Or, les secteurs fluviaux bordant l'île d'Orléans sont réputés pour être assez venteux (Environnement Canada, 2002). Dans cette optique, il convient d'évaluer la pertinence de Lévis comme site d'accueil pour le projet Rabaska, d'autant plus que le promoteur, dans son étude d'impact, présente à l'égard du vent des données sommaires et éparses, qui laissent de nombreuses zones d'ombre qu'il importe de dissiper. C'est là l'objectif premier de notre étude. Nos travaux viseront donc à dresser un portrait du régime des vents au site

projeté pour le port méthanier, en portant une attention particulière à la fréquence des vents supérieurs à 46 km/h. Ultiment, nos résultats permettront de procéder à une analyse critique des conclusions de Rabaska telles qu'elles apparaissent dans son étude d'impact.

1. Éléments de méthodologie

1.1 Territoire d'étude

Le port méthanier projeté est situé dans le chenal des Grands Voiliers, à l'extrémité est de la ville de Lévis (secteur de l'ancienne municipalité de Ville-Guay), en face de la municipalité de Saint-Laurent-de-l'Île-d'Orléans (Figure 2). La principale infrastructure maritime envisagée est l'implantation d'une jetée de quelque 600 m de long, capable de recevoir des méthaniers dont la capacité peut atteindre 160 000 m³ (SNC-Lavalin Environnement inc., 2006).

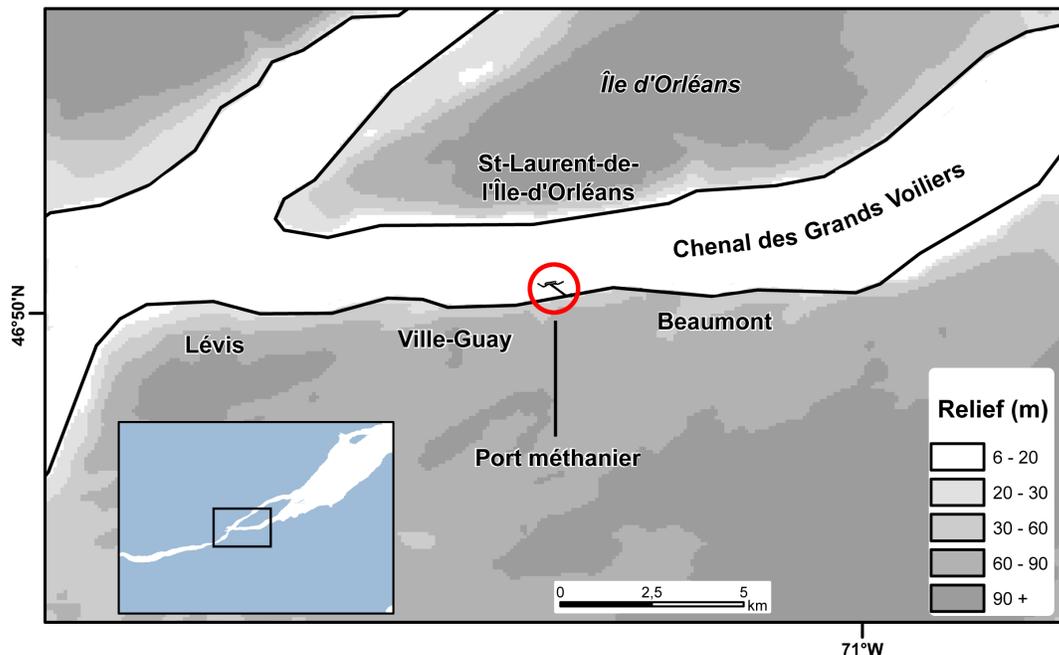


Figure 2 : Localisation du territoire d'étude (SNC-Lavalin Environnement inc., 2006)

À la hauteur de Ville-Guay, le débit annuel moyen du Saint-Laurent est de 11 080 m³/s; le chenal des Grands Voiliers est orienté ouest-est et possède une largeur d'environ 2 kilomètres (km) (SNC-Lavalin Environnement inc., 2006). La bathymétrie du secteur se caractérise entre autres par un estran de faible pente et d'une largeur moyenne de 225 m (*Ibid.*). Par ailleurs, on notera que le chenal est bordé de falaises abruptes dont la hauteur est généralement comprise entre 50 et 70 m (Figure 3); cela a pour effet de canaliser les vents soufflant des quadrants ouest et est (Environnement Canada, 2004).

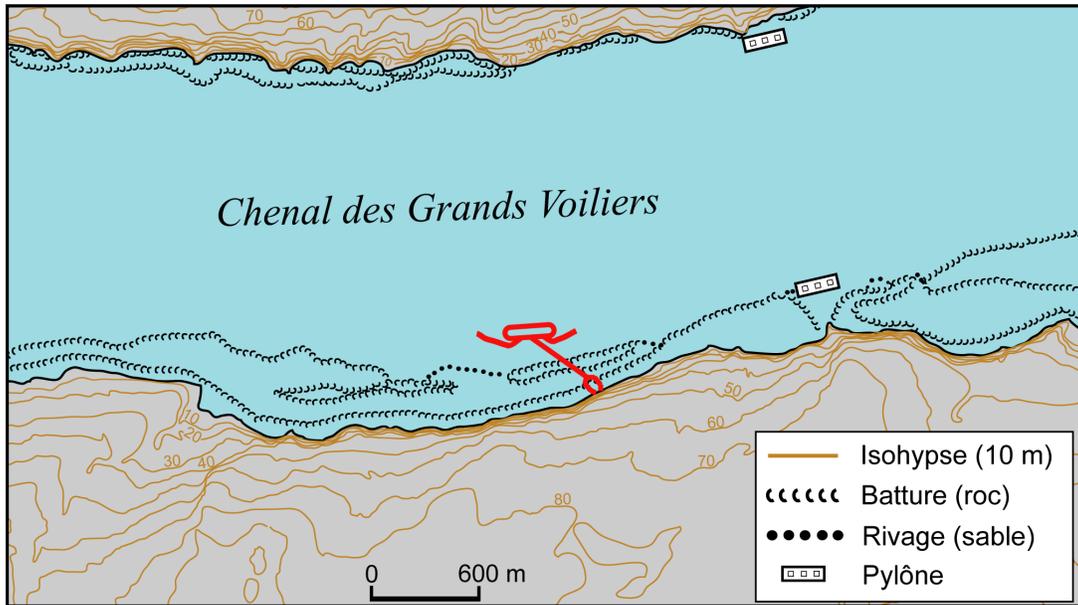


Figure 3 : Topographie du territoire d'étude (SNC-Lavalin Environnement inc., 2006)

1.2 Sélection des stations météorologiques

À l'échelle régionale, deux stations météorologiques situées dans l'estuaire du Saint-Laurent fournissent des mesures de vent (Figure 4): les stations Lauzon et Île-d'Orléans. Les données de ces stations, qui sont disponibles sur une base horaire et concernent tant la direction que la vitesse du vent, ont été acquises d'Environnement Canada. La station Lauzon est située environ 7 km à l'ouest du site de Ville-Guay, à l'extrémité ouest du même corridor fluvial (chenal des Grands Voiliers). Cette station servira de station d'étude principale. Il est cependant plus difficile de considérer la station Île-d'Orléans comme étant représentative du site de Ville-

Guay: située à environ 30 km au nord-est, elle est exposée à des vents qui peuvent différer notablement de ceux qu'on trouve dans la secteur de Ville-Guay (Roche, 2004). Toutefois, la station Île-d'Orléans pourrait servir de point de comparaison avec les secteurs amont.

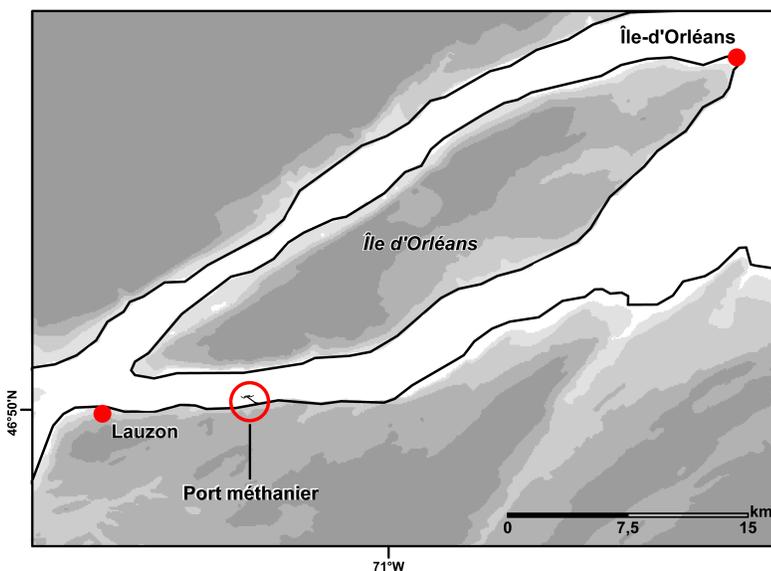


Figure 4 : Stations météorologiques disponibles pour l'étude (Environnement Canada, 2002)

1.3 Qualité des données de vent

Toute analyse climatique doit être menée sur les données les plus représentatives possible des conditions qui priment au site étudié. En outre, selon l'Organisation météorologique mondiale (OMM), les données d'étude doivent couvrir une période de 30 années consécutives pour permettre la réalisation d'un portrait climatique

fiable. Cela tient au fait qu'un tel cadre temporel permet de rendre marginale l'influence de la variabilité climatique naturelle – du moins celle de haute et de moyenne fréquence (Pfister *et al.*, 2005). Or, les données de vent de la station Lauzon couvrent seulement quinze ans – soit la période janvier 1991 à décembre 2005. Qui plus est, elles contiennent 24,4% de valeurs manquantes! Fait intéressant, ces dernières se trouvent souvent au sein des épisodes de vents violents; cela peut évidemment engendrer une sous-estimation de la fréquence des vents forts. Par ailleurs, si les lacunes correspondent souvent à des trouées de quelques heures consécutives, certaines d'entre elles sont beaucoup plus appréciables. C'est par exemple le cas de l'année 2001, qui est manquante au complet! Avec un paramètre climatique aussi variable dans le temps que le vent, une proportion aussi grande de valeurs manquantes risque de provoquer des irrégularités dans la caractérisation des régimes.

En outre, notons que les installations de Lauzon ne respectent pas les normes de l'OMM au chapitre de la mesure du vent. Sauf exceptions, l'OMM recommande que dans les postes météorologiques, les instruments (anémomètre et girouette) soient fixés à un mât de 10 m de hauteur afin de se soustraire quelque peu à l'effet de rugosité de la surface. Elle stipule aussi que l'installation doit être située en terrain dégagé, c'est-à-dire à une distance supérieure à 10 fois la hauteur des obstacles environnants; cela a pour but d'éviter que des obstacles comme les arbres, les bâtiments et les collines ne nuisent à la circulation de l'air (Environnement Canada, 2005). Or, à Lauzon, les instruments sont situés à 26 m d'altitude, sur le toit de la cale sèche Champlain, au cœur du chantier maritime Davie (Pilotte, 2006). Il est difficile de déterminer avec précision dans quelle mesure cela affecte l'évaluation des paramètres du vent, et notamment la mesure de sa vitesse. D'une part, à 26 m d'altitude, l'effet négatif de la rugosité de la surface sur l'écoulement de l'air est généralement moindre qu'à 10 m. D'autre part, les milieux anthropisés – l'anémomètre est situé sur un édifice, rappelons-le – freinent souvent de façon importante la course du vent (Danish Wind Industry Association (DWIA), 2003). Mais quoi qu'il en soit, la disposition singulière des installations de Lauzon ajoute à l'incertitude entourant la fiabilité des régimes de vents établis avec les données disponibles.

À cela s'ajoute évidemment les incertitudes liées à la précision des instruments de mesure. Typiquement, la mesure de la vitesse du vent par les anémomètres présente une incertitude de l'ordre de 5%¹. Quant à la mesure de la direction du vent, qui est l'objet des girouettes, elle présente une incertitude de $\pm 5^\circ$ (Guyot, 1999; Centre scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 2005).

En raison notamment des risques qu'un port méthanier implique pour la sécurité publique et la sécurité maritime, il était essentiel que le promoteur, dont l'analyse des vents a également porté sur la station Lauzon, jette lui aussi un regard critique sur la qualité réelle des données de ladite station. Le promoteur s'est plutôt borné à n'exposer dans son analyse que quelques résultats sommaires et épars, en prenant soin, comme nous le verrons à la section 2.3, de les présenter de la manière qui était la plus favorable à son projet. Cette façon de procéder, qui consiste à ignorer les incertitudes, est un mauvais signe pour une étude d'impact qui se prétend à toute épreuve.

2. Vent à la station Lauzon

2.1 Généralités

À Lauzon, les données disponibles indiquent que sur une base annuelle, les vents dominants proviennent de l'ouest, de l'ouest-sud-ouest et de l'est (Figure 5). Sur la période d'étude (1991-2005), la fréquence de ces directions est respectivement de 21,12%, 19,14% et 18,23%. La vitesse annuelle moyenne du vent atteint 16,21 km/h. Notons enfin que les périodes de stagnation sont rares; en effet, la fréquence des vents calmes n'est que de 2,14%.

À l'échelle mensuelle, l'ouest représente la direction dominante pour les mois d'août à février (Tableau 1). Cela est normal puisque le territoire d'étude se trouve aux latitudes moyennes, soit au sein de la grande ceinture des westerlies. Mais de mars à juin, les vents dominants proviennent plutôt de l'est. Cela tient surtout au fait que dans l'est de l'Amérique du Nord, la fin de l'hiver et l'essentiel du printemps constituent une période de cyclogenèse très active qui se caractérise par la formation de plusieurs tempêtes (Diaconeco *et al.*, 2004); or, les perturbations atmosphériques – et surtout les plus fortes – amènent typiquement des vents de l'est à nord-est, lesquels sont de surcroît canalisés par le relief de la vallée du Saint-Laurent. Au chapitre de la vitesse, on retiendra que globalement, le vent est plus fort d'octobre à mai, avec une vitesse moyenne de 16,33 km/h à 18,04 km/h.

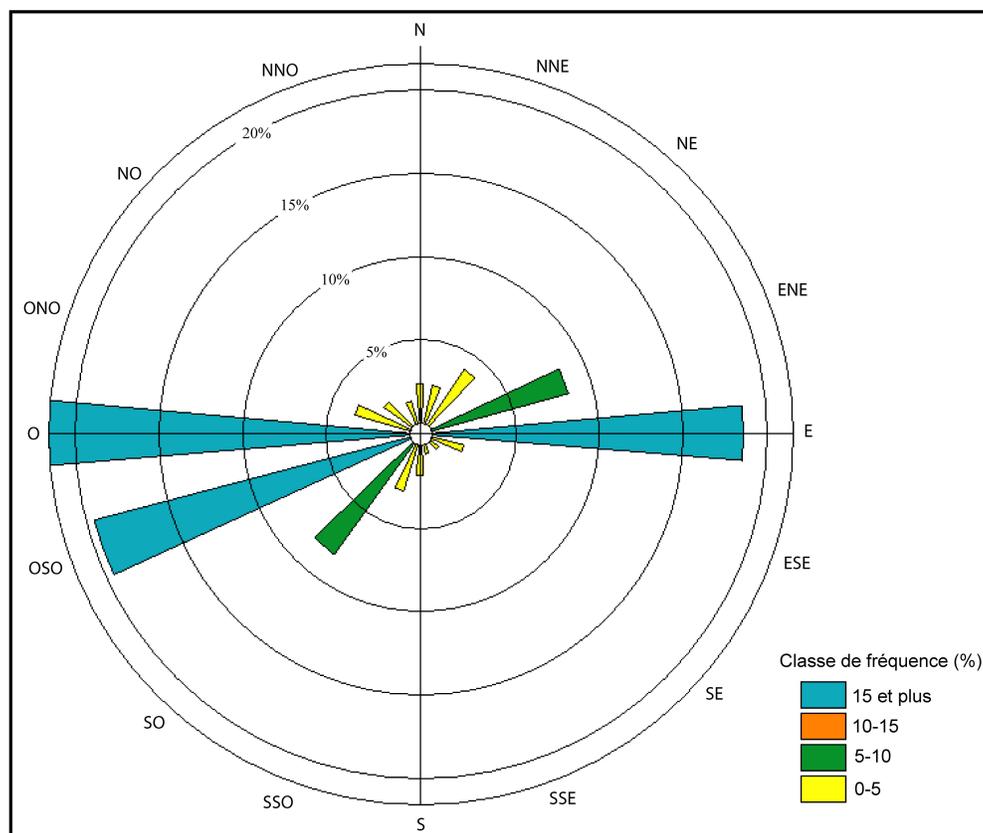


Figure 5 : Répartition du vent en fonction de la direction – Lauzon, 1991-2005

Tableau 1 : Caractéristiques des régimes mensuels de vent – Lauzon

Mois	Indicateurs clefs du vent	Valeurs
Janvier	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	26,20%
	Vitesse moyenne :	18,04 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,75%
Février	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	25,22%
	Vitesse moyenne :	16,33 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,97%
Mars	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	26,24%
	Vitesse moyenne :	16,47 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,11%
Avril	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	29,41%
	Vitesse moyenne :	16,77 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,20%
Mai	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	29,20%
	Vitesse moyenne :	16,88 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,13%
Juin	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	20,39%
	Vitesse moyenne :	14,87 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,43%
Juillet	Direction dominante :	Ouest-sud-ouest
	Fréquence de la direction dominante :	20,89%
	Vitesse moyenne :	14,28 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,11%
Août	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	21,21%
	Vitesse moyenne :	14,23 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,22%
Septembre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	22,28%
	Vitesse moyenne :	14,35 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,48%
Octobre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	21,91%
	Vitesse moyenne :	16,63 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,82%
Novembre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	24,06%
	Vitesse moyenne :	17,38 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,83%
Décembre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	23,56%
	Vitesse moyenne :	17,80 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,56%
Année	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	21,12%
	Vitesse moyenne :	16,21 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,81% ou 3 jours

2.2 Vents de plus de 46 km/h

Sur la période d'étude, la fréquence annuelle des vents forts (> 46 km/h) atteint 0,81%, ce qui représente en moyenne quelque 3 jours/an (Tableau 1). Les vents forts proviennent surtout de l'est-nord-est et de l'est (fréquence respective de 0,38% et 0,29%), mais aussi, quoique dans une bien moindre mesure, de l'ouest (fréquence de 0,04%) (Figure 6). À l'échelle mensuelle, les épisodes de vent fort caractérisent surtout les mois de l'hiver et du printemps (juin exclu); les mois de décembre (1,56%), avril (1,20%) et mai (1,13%) montrent les fréquences les plus élevées (Tableau 1 et Annexe 1). On notera qu'il est aisé d'expliquer pourquoi les vents forts proviennent surtout du quadrant est et se produisent principalement de décembre à mai : on s'en doute, les vents violents accompagnent surtout les fortes perturbations atmosphériques, lesquelles, nous l'avons vu, sont particulièrement fréquentes en hiver et au printemps, et ont tendance à générer des vents de l'est à nord-est.

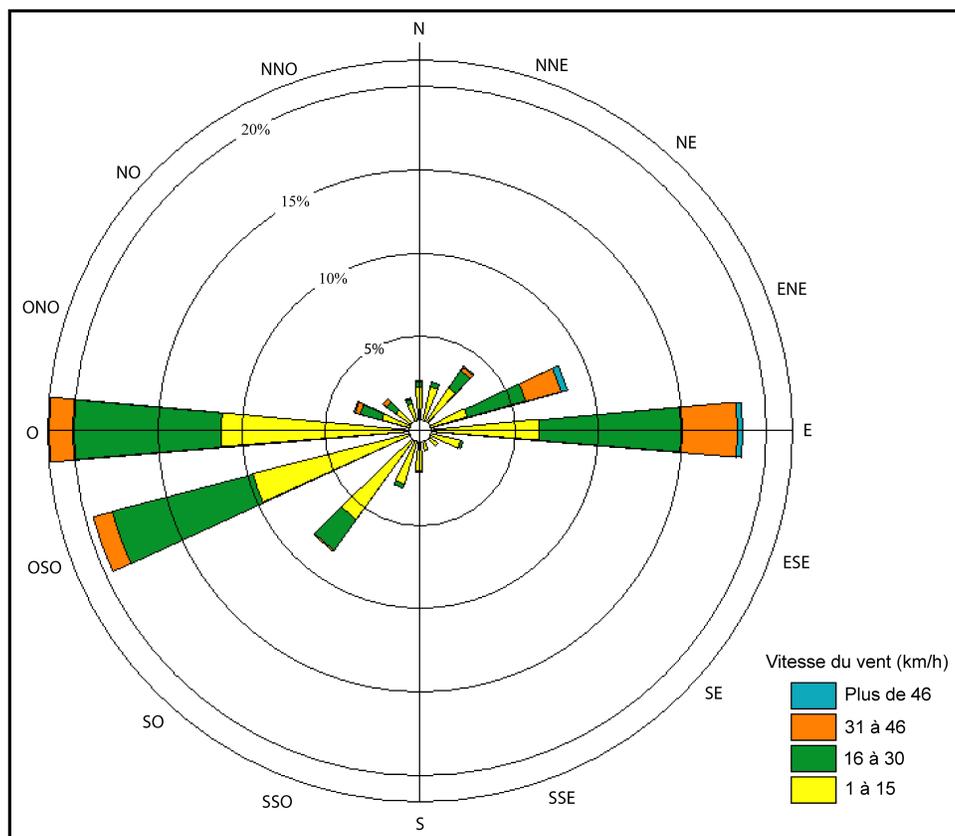


Figure 6 : Répartition du vent en fonction de la direction et de la vitesse – Lauzon, 1991-2005

2.3 Comparaison avec l'étude d'impact de Rabaska

Dans l'ensemble, comme nous n'avons pas eu accès à d'autres sources que celles utilisées par le promoteur, les résultats bruts de nos observations sont conformes à ceux de l'étude d'impact de Rabaska. En effet, tout comme nous, Rabaska conclut dans son étude qu'à Lauzon, le cumul des heures caractérisées par des vents de plus de 46 km/h ne représente en moyenne que 3 jours/an. De surcroît, le promoteur mentionne lui aussi que les vents forts proviennent surtout de l'est et de l'est-nord-est, et que leur fréquence est plus élevée de décembre à mai (Snc-Lavalin Environnement inc., 2006). Certes, quelques nuances distinguent les deux études. Par exemple, nous avons révélé que sur la période 1991-2005, les directions dominantes du vent ont dans l'ordre été l'ouest, l'ouest-sud-ouest et l'est; pour sa part, Rabaska fait état des mêmes trois directions

dominantes, mais classe l'ouest-sud-ouest au premier rang. De plus, dans notre analyse, les mois pour lesquels, sur la période d'étude, la fréquence des vents forts a été la plus élevée sont décembre, avril et mai, tandis que dans son étude d'impact, Rabaska parle plutôt de mars, mai et février (*Ibid.*). Ces nuances s'avèrent toutefois d'importance négligeable : dans le premier cas, les principales directions dominantes restent les mêmes, seul leur rang est différent entre les études; dans le second cas, si les mois dominants diffèrent, les deux études se rejoignent en ce qu'elles indiquent toutes deux que les vents forts sont surtout caractéristiques de l'hiver et du printemps. Du reste, il est probable que les nuances entre les deux études résultent surtout de la différence dans la longueur de la période d'analyse : si nos travaux ont porté sur la période 1991-2005, ceux de Rabaska ont concerné la période 1991-2002.

On retiendra toutefois que si les résultats bruts du promoteurs sont exacts, l'interprétation qu'il en fait peut être considérée comme trompeuse du fait qu'il en tire un portrait exagérément positif de la qualité du site de Ville-Guay par rapport aux conditions de vent. En effet, il affirme que « [puisque] le vent atteint cette vitesse [>46 km/h] en moyenne trois jours par an, au cours de l'hiver [...], les manœuvres [d'approche, d'accostage et d'appareillage] peuvent être interrompues en hiver trois jours seulement selon les statistiques ». Il enchaîne ensuite en affirmant que « de ce fait, le vent ne devrait pas poser de problème particulier [pour les manœuvres] » (*Ibid.*).

Présenter les choses d'une telle façon est absurde. S'il est vrai qu'à Lauzon le cumul des heures où les vents excèdent 46 km/h représente en moyenne 3 jour/an, il est clair que lesdites heures ne sont pas concentrées dans les mêmes trois journées, laissant ainsi plus de 360 jours par année avec des vents faibles²! C'est pourtant ce que laisse croire l'interprétation de Rabaska. Cela donne l'impression que le promoteur cherche à présenter les choses de la manière qui lui est la plus favorable afin de mousser la pertinence du choix de Ville-Guay pour son port méthanier.

3. Le secteur de Ville-Guay : des conditions plus venteuses qu'à Lauzon

3.1 L'hétérogénéité de la rugosité de surface

Bien que les deux sites ne soient séparés que de 7 km et qu'ils se trouvent dans le même corridor fluvial, il semble que le vent souffle généralement plus fort en face de Ville-Guay qu'à Lauzon. Pour le comprendre, il faut savoir qu'outre les facteurs météorologiques (prédominance de perturbations atmosphériques, d'anticyclones, etc.), la vitesse du vent en un lieu donné est très influencée par trois éléments du milieu physique : la rugosité de la surface, les obstacles avoisinants et la topographie locale (DWIA, 2003). Dans le cas qui nous concerne, la rugosité de la surface est un élément clef.

La rugosité d'une surface peut être définie comme l'ensemble des aspérités qui forment ladite surface et qui empêchent l'air de s'écouler librement au-dessus de celle-ci (Météo France, 2003). En général, une forte rugosité réduit considérablement la vitesse du vent alors qu'une faible rugosité n'influe que peu sur l'écoulement de l'air. Ainsi, les forêts et les milieux urbains, qui sont des surfaces bien rugueuses, ralentissent beaucoup le vent; en contrepartie, les surfaces d'eau sont très lisses et influent peu sur l'écoulement de l'air (DWIA, 2003). On notera enfin que si la couche limite planétaire – soit la partie de l'atmosphère où le mouvement de l'air est notablement affecté par le frottement de surface (Office québécois de la langue française (OQLF), 2002) – est

épaisse de 600 m à 800 m, la rugosité influence surtout la vitesse du vent dans les couches d'air les plus proches du sol.

Nous avons vu à la section 1.3 que la station Lauzon est située sur le toit de la cale sèche Champlain, au cœur du chantier maritime Davie; certes, l'anémomètre y est situé à une altitude (26 m) où l'effet négatif de la rugosité sur la vitesse du vent peut être amoindri. Mais il semble que l'envergure des bâtiments du chantier engendre suffisamment de frottement de surface pour compenser cet effet d'altitude et réduire la vitesse du vent (Pilote, 2006)³. Cela explique en grande partie pourquoi il est fort probable que le vent soit plus faible à Lauzon que dans le secteur fluvial en face de Ville-Guay (souvenons-nous que les surfaces d'eau possèdent une faible rugosité), où auront lieu les manœuvres d'approche, d'accostage et d'appareillage des méthaniers (Figure 7)⁴.

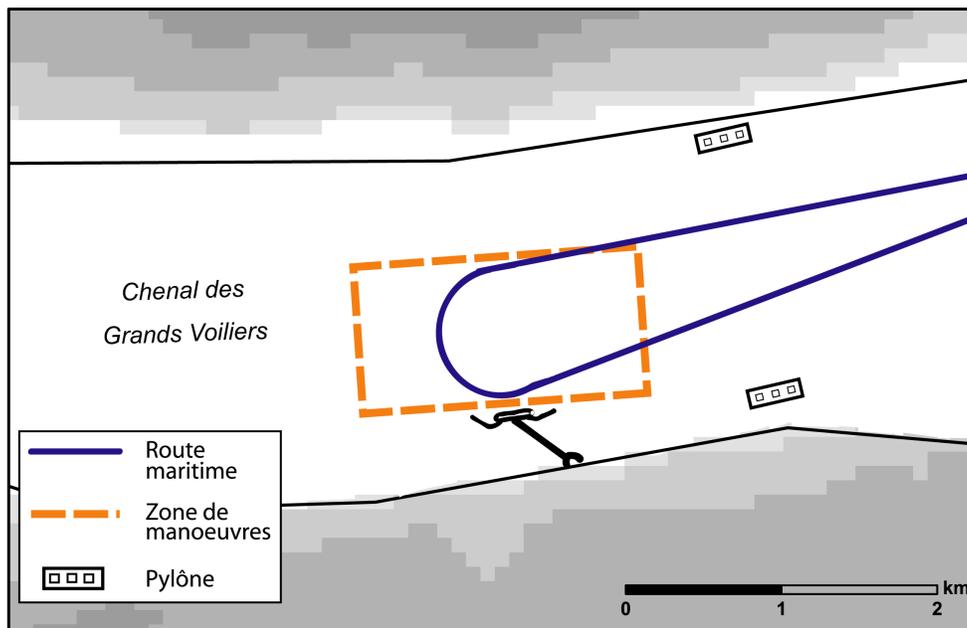


Figure 7 : Zone de manœuvres des méthaniers (Snc-Lavalin Environnement inc., 2006)

3.2 Vent dans le secteur de Ville-Guay

La question est dorénavant de savoir dans quelle mesure le vent est plus fort dans la zone de manœuvres des méthaniers qu'à Lauzon. Faute de données complètes provenant de stations météorologiques, il faudra se contenter d'une estimation.

Selon l'Atlas canadien d'énergie éolienne (ACÉÉ ci-après), à 30 m d'altitude, la vitesse moyenne du vent au site de Ville-Guay excède de près de 2 km/h celle mesurée à Lauzon (Environnement Canada, 2003). Pour leur part, Benoît et Yu (2004), dans leurs travaux portant sur la cartographie et l'analyse du gisement éolien québécois, dressent une carte préliminaire du sud du Québec où il est fait état de vents moyens qui, à 50 m d'altitude, excèdent en face de Ville-Guay de 1,8 km/h à près de 4 km/h ceux enregistrés à Lauzon (Figure 8)⁵.

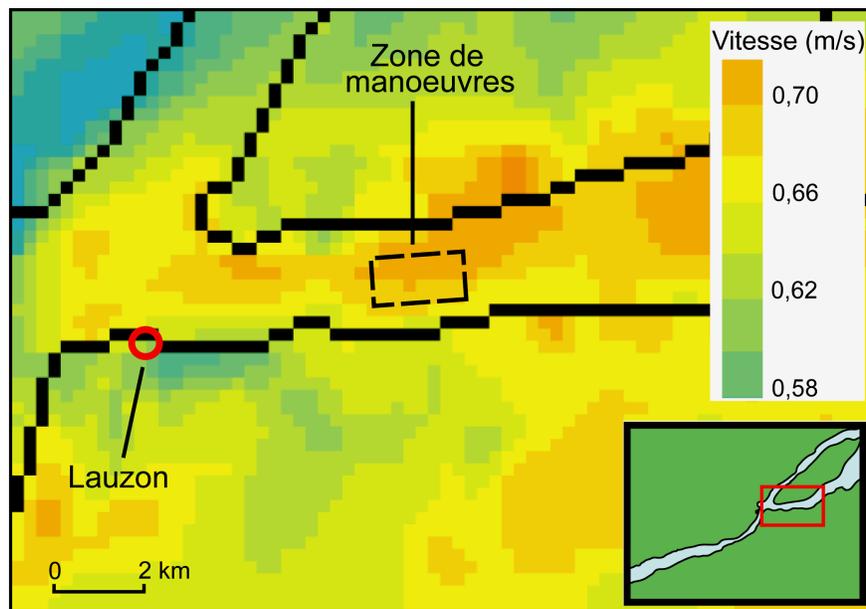


Figure 8 : Simulation de la vitesse moyenne du vent à 50 m d'altitude (issue du système West) (Benoît et Yu, 2004)

Le recours aux données modélisées (ACÉÉ et Benoît et Yu) nous est apparu ici très utile. À première vue, comme les données de Benoît et Yu sont préliminaires, il semble préférable, pour évaluer l'écart entre les vitesses moyennes du vent au site de Ville-Guay et à Lauzon, de se référer surtout aux données de l'ACÉÉ. Celles-ci, rappelons-le, font état d'un écart de près de 2 km/h en faveur de Ville-Guay (Environnement Canada, 2003). Mais pour préliminaires qu'elles soient, les données de Benoît et Yu proviennent d'une simulation réalisée à plus fine échelle que dans le cas de l'ACÉÉ (maille de 200 m dans le premier cas, 5 km dans le second (*Ibid.*; Benoît et Yu, 2004)); aussi montrent-elles que dans la portion nord de la zone de manoeuvres – soit la portion la plus éloignée du rivage, là où normalement le mouvement de l'air devrait être encore moins affecté par la rugosité de la côte et des battures que dans la portion sud – la vitesse moyenne du vent doit excéder de plus de 2 km/h celle de Lauzon (nous l'avons vu, il est question d'une différence de près de 4 km/h). C'est pourquoi tout bien considéré, la valeur de 2 km/h de l'ACÉÉ peut sembler trop faible : dans cette optique, nous croyons qu'une valeur de 3 km/h constitue un compromis fort acceptable.

3.3 Vents de plus de 46 km/h dans le secteur de Ville-Guay

Si en moyenne le vent est plus fort à Ville-Guay qu'à Lauzon, il est presque certain que la fréquence des vents supérieurs à 46 km/h y soit aussi plus élevée. Cela est d'autant vrai que les vents forts du secteur viennent surtout de l'est-nord-est et de l'est (section 2.2), et que les écoulements d'air provenant de ces directions devraient être peu ralentis par la faible rugosité de la surface d'eau de la zone de manoeuvres et des environs. Nous venons d'estimer à 3 km/h l'écart entre la vitesse moyenne du vent dans le secteur de Ville-Guay et celle mesurée à Lauzon; on peut donc supposer qu'un vent de 44 km/h à Lauzon équivaut environ à un vent de 47 km/h en face de Ville-Guay. Dans cette optique, il est possible d'obtenir une estimation de la fréquence des vents forts au site projeté pour le port méthanier en utilisant la fréquence des vents supérieurs à 43 km/h mesurée à Lauzon. Pour simpliste qu'elle soit, cette technique d'estimation permet d'aller au-delà des seules données de Lauzon, ce que n'a pas daigné faire Rabaska.

Les principaux résultats obtenus sont présentés à la Figure 9, au Tableau 2 et à l'Annexe 2. Ils tendent à montrer qu'en face de Ville-Guay, la fréquence des vents forts serait presque deux fois plus élevée qu'à Lauzon. C'est ainsi qu'à l'échelle annuelle, les épisodes de vent fort montreraient au site de l'éventuel port méthanier une fréquence de 1,58% (ce qui équivaut à 5,76 jours/an), et non 0,81% (3 jours/an), comme c'est le cas à Lauzon⁶; de surcroît, à l'échelle mensuelle, les mois de décembre, avril et mai (soit les mois où les épisodes de vent fort sont les plus appréciables), par exemple, présenteraient à Ville-Guay des fréquences de vent fort de 3,02%, 2,31% et 2,09%, contre 1,56%, 1,20% et 1,13% à Lauzon. Mais globalement, pour supérieures qu'elles soient à celles de Lauzon, force est d'admettre que ces valeurs ne sont pas excessives.

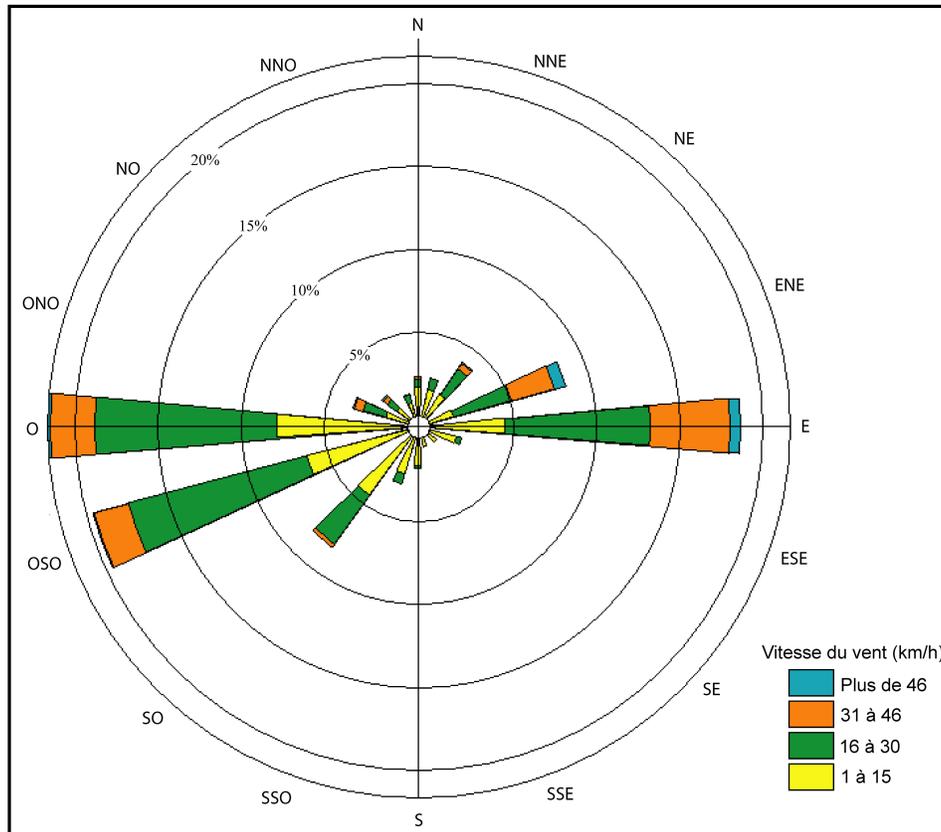


Figure 9 : Estimation de la répartition du vent en fonction de la direction et de la vitesse – Secteur de Ville-Guay

Tableau 2 : Estimation des caractéristiques des régimes mensuels de vent – Secteur de Ville-Guay

Mois	Indicateurs clefs du vent	Valeurs
Janvier	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	26,20%
	Vitesse moyenne :	21,04 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,59%
Février	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	25,22%
	Vitesse moyenne :	19,33 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,93%
Mars	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	26,24%
	Vitesse moyenne :	19,47 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,84%
Avril	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	29,41%
	Vitesse moyenne :	19,77 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	2,31%
Mai	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	29,20%
	Vitesse moyenne :	19,88 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	2,09%
Juin	Direction dominante :	Est
	Fréquence de la direction dominante :	20,39%
	Vitesse moyenne :	17,87 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,89%
Juillet	Direction dominante :	Ouest-sud-ouest
	Fréquence de la direction dominante :	20,89%
	Vitesse moyenne :	17,28 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,40%
Août	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	21,21%
	Vitesse moyenne :	17,23 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,62%
Septembre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	22,28%
	Vitesse moyenne :	17,35 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	0,63%
Octobre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	21,91%
	Vitesse moyenne :	19,63 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,77%
Novembre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	24,06%
	Vitesse moyenne :	20,38 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,67%
Décembre	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	23,56%
	Vitesse moyenne :	20,80 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	3,02%
Année	Direction dominante :	Ouest
	Fréquence de la direction dominante :	21,12%
	Vitesse moyenne :	19,21 km/h
	Fréquence des vents > 46 km/h :	1,58% ou 5,76 jours

4. Constats et recommandation

Au terme de cette brève analyse, quelques constats méritent d'être rappelés :

- La qualité des données de vent de la station Lauzon – lesquelles constituent la base de toute l'analyse du promoteur – s'avère à nos yeux douteuse. Notamment, la chronique contient 24,4% de valeurs manquantes; de surcroît, les mesures de vent utilisées par le promoteur proviennent d'une installation qui ne respecte pas les règles de l'OMM en matière d'altitude et de conditions du milieu environnant. De telles lacunes peuvent entraîner des irrégularités dans la caractérisation des régimes du vent. On se serait attendu que les spécialistes du promoteur, de même que ceux du gouvernement du Québec, relèvent ces lacunes.
- Compte tenu de l'importance des enjeux que pose l'installation d'un terminal méthanier dans un corridor de navigation aussi fréquenté et aussi stratégique, il apparaît fort étonnant que le promoteur se soit satisfait des données provenant de la station Lauzon et qu'il n'ait pas procédé à l'installation de sa propre station de mesures, d'autant plus que les coûts d'une telle installation sont assez bas (on peut par exemple se procurer un anémomètre professionnel avec une erreur de mesure d'à peine 1% pour moins de 1500\$CAN (DWIA, 2003)). Des données *in situ* permettraient une caractérisation améliorée des régimes. Le promoteur Énergie Cacouna a quant à lui consenti cette exigence de prudence.
- En ce qui concerne la fréquence annuelle des vents forts (>46 km/h), nos estimations divergent de celles du promoteur. Appliquant au site de Ville-Guay les données de Lauzon, le promoteur estime la fréquence des vents forts à 3 jours/an. Nos estimations font plutôt état d'une fréquence annuelle de 1,58%, ce qui représente 5,76 jours/an; les vents forts caractérisent surtout la période décembre-mai, où leur fréquence semble varier entre 1,59% et 3,02%.
- L'étude d'impact Rabaska dresse un portrait exagérément positif de la qualité du site de Ville-Guay au plan des conditions de vent. D'abord, le promoteur se satisfait des données d'une station où le vent est vraisemblablement plus faible qu'en face de Ville-Guay. Mais surtout, l'interprétation qui est faite porte à confusion. Profitant du fait qu'à Lauzon le cumul des heures de vent fort représente en moyenne 3 jours/an, il affirme que le vent ne risque d'interrompre les manœuvres des méthaniers que trois jours par année selon les statistiques – comme si les vents forts étaient concentrés dans les mêmes trois journées, laissant plus de 360 jours par année avec des vents faibles. La décision de faire entrer un méthanier dans la zone d'approche sera toujours délicate dans un contexte caractérisé par des périodes où des séries de rafales excèdent ces maximums. De plus, il fait abstraction de l'hypothèse selon laquelle le méthanier devra interrompre ses opérations de transbordement, détacher ses amarres et trouver un site d'accueil dans des contextes où des épisodes de vents indésirables surviennent.

Recommandation

Considérant les risques significatifs que posent les opérations d'approche, de retournement et d'amarrage, et de transbordement d'un méthanier, particulièrement dans un corridor fluvial hautement fréquenté par des océaniques ayant des calendriers serrés à respecter;

Considérant que, selon les normes internationales reconnues, ces opérations sont tout à fait contre indiquées dans des contextes de vents supérieurs à 25 nœuds ou 46 km/h;

Considérant l'impératif pour le méthanier de toujours pouvoir manœuvrer dans des conditions optimales et entièrement contrôlables pour assurer la sécurité du public et de la navigation commerciale, des données de vent de grande qualité sont essentielles. Certes, les données de la station Lauzon, qui ont servi à évaluer les régimes de vent pouvant se créer au site de l'éventuel port méthanier ne sont pas aux antipodes de celles prévalant dans le secteur de Ville-Guay. Mais il faut considérer que dans les milieux à interface terre-mer comme les régions du Saint-Laurent, les régimes de vent peuvent varier fortement dans l'espace (Diaconeco *et al.*, 2004). Dans la région d'étude, par exemple, les cumuls d'heures de vent supérieur à 46 km/h passent en moyenne de 3 jours/an à Lauzon à près de 17 jours/an à la station Île-d'Orléans, pour sans doute augmenter encore à Grosse-Île, en aval de l'île d'Orléans;

Considérant que les données utilisées par le promoteur ne répondent pas aux normes de l'OMM et que le promoteur n'a pas fait tous les efforts de recherche pour documenter l'état réel des vents sur le fleuve dans la zone de Ville-Guay ainsi que dans celle qui est située en aval, là où se déroulent les opérations d'approche précédant le retournement du méthanier;

Considérant que la prudence commande que lumière complète et hors de tout doute soit faite à ce chapitre, compte tenu que nous sommes de surcroît en situation de courants et de glaces;

Il est recommandé

Qu'en l'absence de données météorologiques à toute épreuve et reposant sur une fiabilité optimale, aucune acceptation de ce site ne puisse être accordée par une autorité gouvernementale.

Glossaire

Bathymétrie : équivalent sous-marin de la topographie, c'est-à-dire description du relief immergé grâce aux mesures de profondeurs (Institut français de recherche pour l'exploitation durable de la mer (Ifremer), 2006)

Cyclogenèse : Ensemble des processus déterminant l'apparition ou le renforcement d'une dépression (Environnement Canada, 1999).

Échelle synoptique (ou grande échelle) : Échelle spatiale concernant généralement les systèmes météorologiques de dimension horizontale de plusieurs centaines de milles ou plus. La plupart des anticyclones et dépressions visibles sur les cartes météorologiques sont des systèmes d'échelle synoptique (Environnement Canada, 1999).

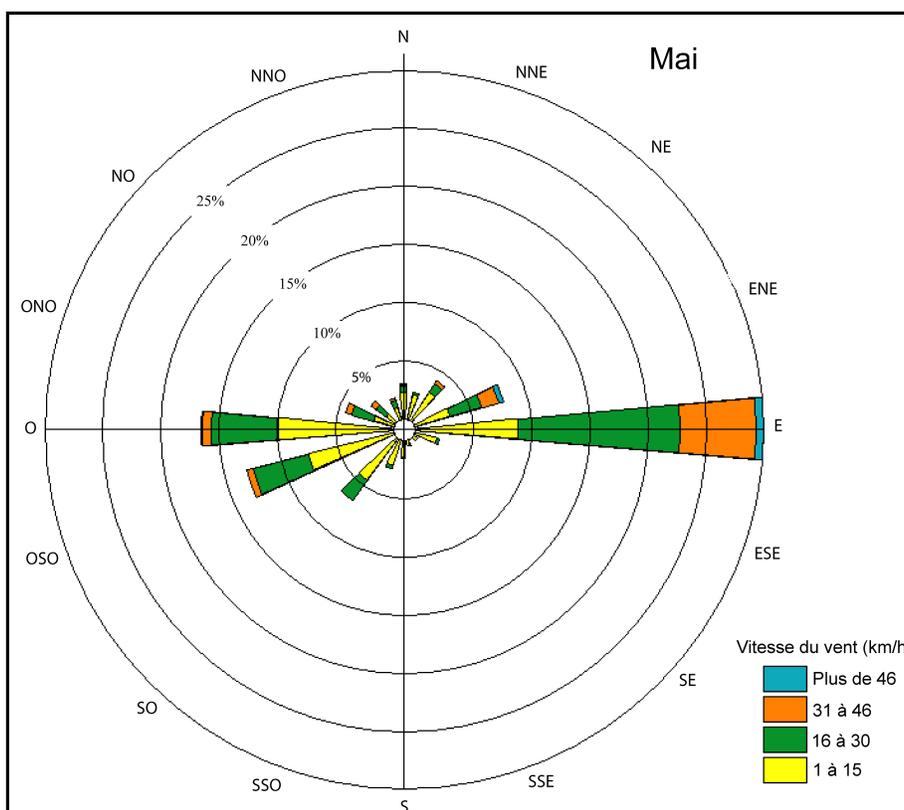
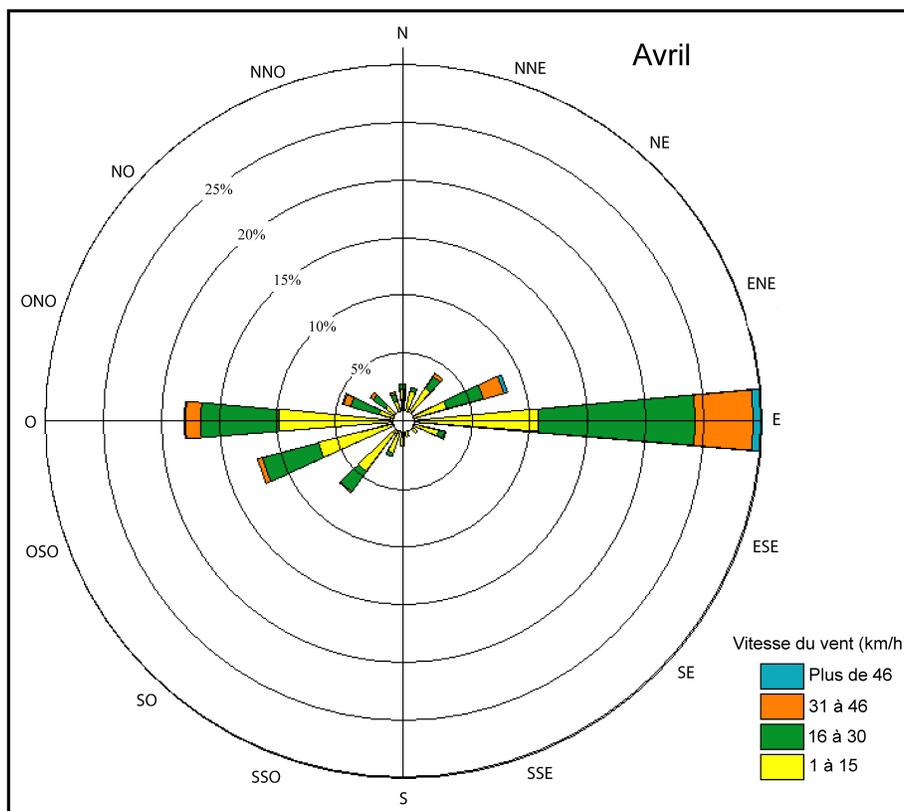
Estran : Partie du rivage qui découvre à marée basse (OQLF, 2002).

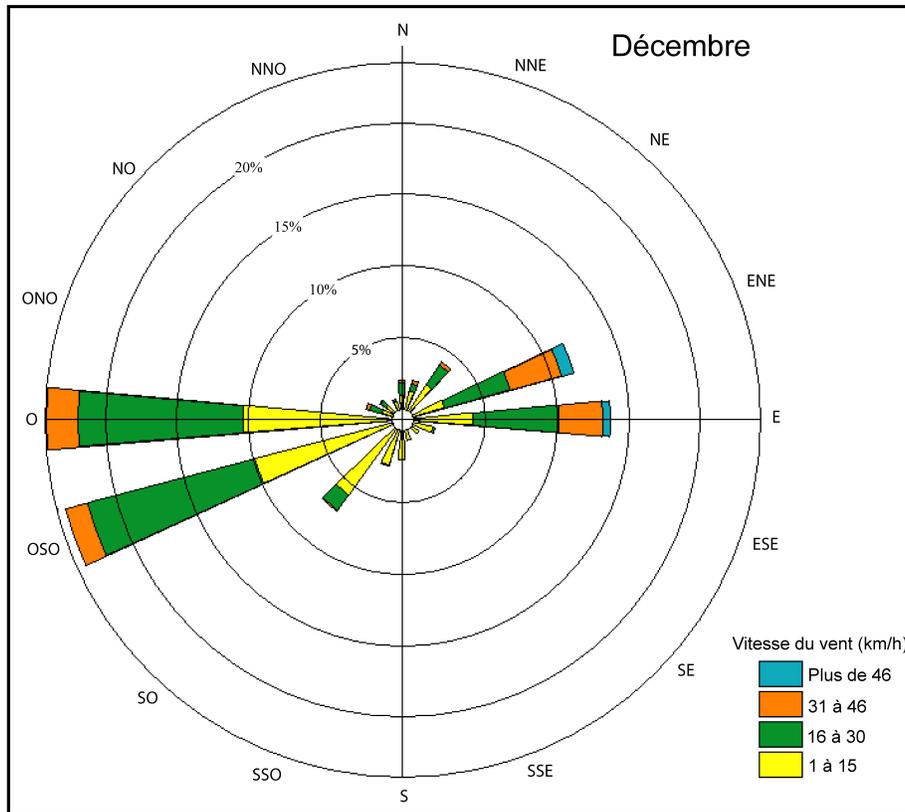
Isohypse : Ligne réunissant, sur une carte géographique, des points de même cote d'altitude (OQLF, 2002)

Westerlies : vents dominants des régions comprises entre 35° et 65° de latitude, dans chaque hémisphère. Les westerlies proviennent des anticyclones subtropicaux et se dirigent vers les dépressions subpolaires, en circulant *grosso modo* d'ouest en est (OQLF, 2002; Pidwirny, 2006).

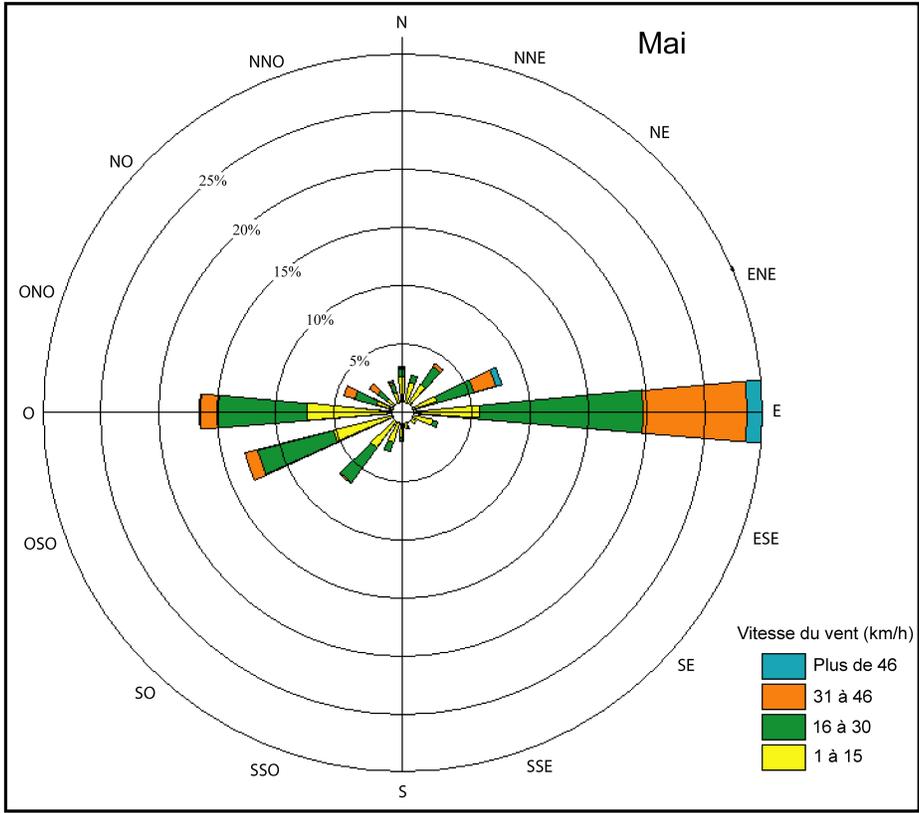
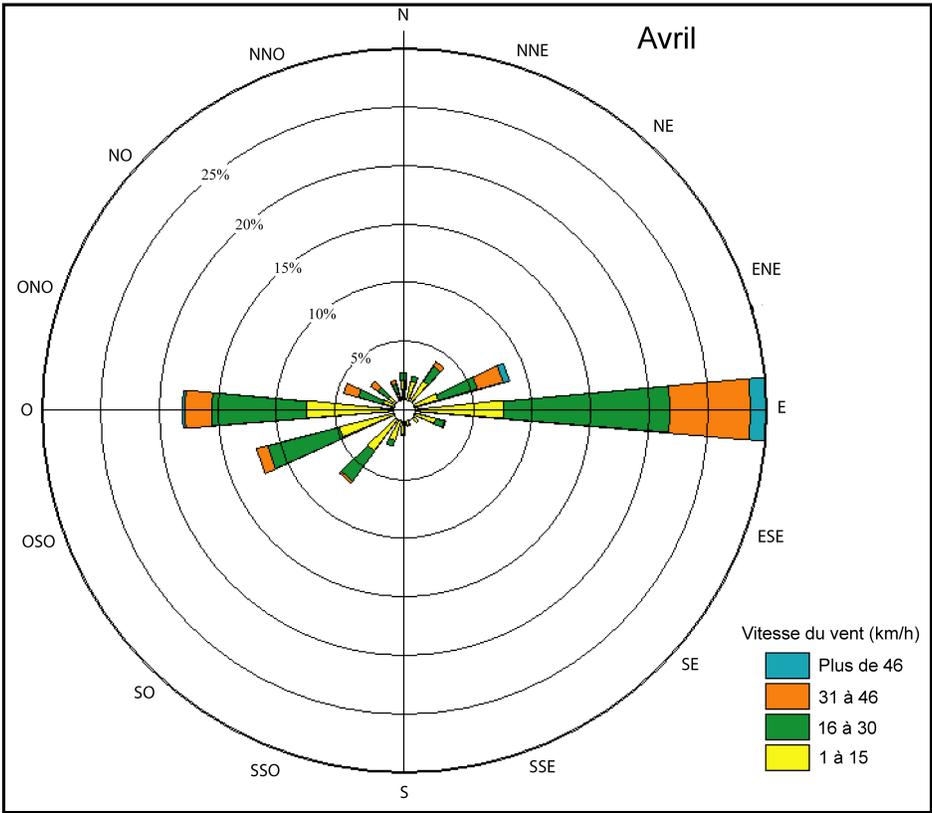
Annexes

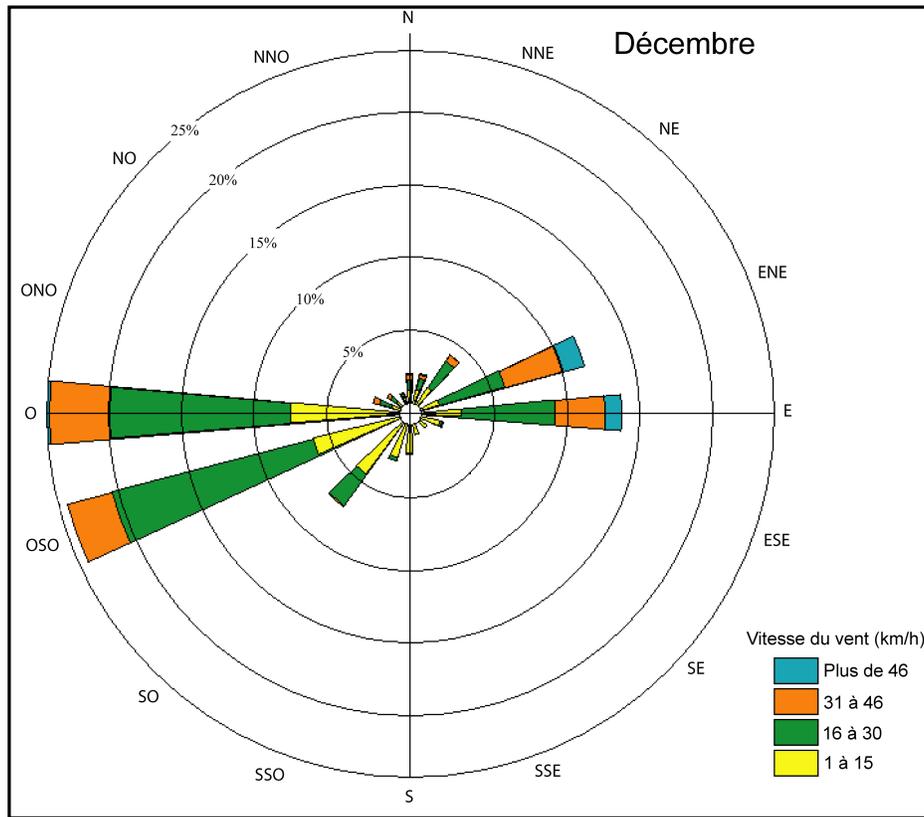
Annexe 1 : Répartition du vent en fonction de la direction et de la vitesse – Échelle mensuelle, Lauzon, 1991-2005





Annexe 2 : Estimation de la répartition du vent en fonction de la direction et de la vitesse – Échelle mensuelle, secteur de Ville-Guay





Bibliographie

- Benoît, R., Yu, W. (2004). *Cartographie et analyse du gisement éolien du Québec par le système West*. Expertise réalisée pour le Regroupement pour la responsabilité sociale des entreprises (Régie de l'Énergie du Québec). Dorval, 22 p.
- Centre scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB) (2005). *Méthodologie utilisée pour la réalisation de l'atlas* [en ligne]. [http://www.ademe.fr/paysdelaloire/downloads/atlas_eolien.pdf] (3 juillet 2006).
- Danish Wind Industry Association (DWIA) (2003). *Danish Wind Industry Association* [en ligne]. [<http://www.windpower.org/en/core.htm>] (2 juin 2006).
- Diaconeco, R., Gachon, P., Saint-Hilaire, A. (2004). *Analyse de la variabilité des vents dans le golfe du Saint-Laurent : tendances climatiques et de nature non-climatiques* [en ligne]. [<http://www.ouranos.ca/symposium/Affiches/Diaconesco.pdf>] (21 juillet 2006).
- Énergie Cacouna (2005). *Projet d'implantation d'un port méthanier à Gros-Cacouna : La justification du projet* [en ligne]. [http://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents_staticpost/cearef_7440/AnnexeIVe.pdf] (2 juillet 2006).
- Environnement Canada (1999). *Glossaire des termes de météorologie* [en ligne]. [<http://www.on.ec.gc.ca/canwarn/glossary-f.html>] (26 juillet 2006).
- _____ (2002). *Normales et moyennes climatiques au Canada, 1971-2000* [en ligne]. [http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climate_normals/index_f.html] (7 juillet 2006).
- _____ (2003). *Atlas canadien d'énergie éolienne* [en ligne]. [<http://www.atlaseolien.ca/fr/index.php>] (12 juillet 2006).
- _____ (2004). *Le vent et la circulation générale* [en ligne]. [http://www.qc.ec.gc.ca/Meteo/Documentation/Vent_fr.html] (9 juillet 2006).
- _____ (2005). *Calcul des normales climatiques au Canada de 1971 à 2000* [en ligne]. [http://climate.weatheroffice.ec.gc.ca/prods_servs/normals_documentation_f.html] (4 juillet 2006).
- Guyot, G. (1999). *Climatologie de l'environnement*. Paris, Dunod, 525 p.
- Institut français de recherche pour l'exploitation durable de la mer (Ifremer) (2006). *Glossaire* [en ligne]. [<http://www.ifremer.fr/envlit/glossaire/index.php?p=entree&initiale=b>] (30 juillet 2006)
- Météo France (2003). *Glossaire météo de A à Z* [en ligne]. [<http://www.meteofrance.com/FR/glossaire/index.jsp>] (22 juillet 2006).
- Office québécois de la langue française (OQLF) (2002). *Grand dictionnaire terminologique* [en ligne]. [<http://www.oqlf.gouv.qc.ca/ressources/gdt.html>] (26 juillet 2006).
- Pfister, L., Wagner, C., Vansuypeene, E., Drogue, G., Hoffmann, L. (2005). *Atlas climatique du grand-duché de Luxembourg* [en ligne]. [<http://mnhnl.lu/cgi-bin/baseportal.pl?htx=/topics/climatology/atlas>] (10 juillet 2006).
- Pidwirny, M. (2006). *Glossary of terms* [en ligne]. [<http://www.physicalgeography.net/physgeoglos/w.html>] (22 juillet 2006).
- Pilote, M. (2006). Service météorologique du Canada. Communication libre.
- Pinard, J.-P., Benoît, R., Yu, W. (2005). « A WEST Wind Climate Simulation of the Mountainous Yukon ». *Atmosphere-Ocean* 43 (3), p. 259–282.
- Roche (2004). *Rabaska Project: Construction of an LNG terminal on the Saint-Lawrence River. Detailed Assessment of Climatic Conditions at proposed Sites*. Montréal, pagination multiple.

SnC-Lavalin Environnement inc. (2006). *Implantation d'un terminal méthanier à Lévis - Étude d'impact sur l'environnement* [en ligne]. [http://www.rabaska.net/pdf_toc1.html] (3 juin 2006).

Sorensen, S. (2006). *Kitimat LNG – LNF Terminals on Canada's West Coast* [en ligne]. [<http://www.comc.ca/pres/Sorensen%20Presentation.pdf>] (31 juillet 2006).

1

Quoique dans le cas de vents faibles (inférieurs à 18 km/h), l'incertitude peut être bien plus forte.

2

En fait, nos résultats ont révélé que sur la période d'étude, on compte en moyenne 17 jours/an qui se caractérisent par au moins un épisode d'une heure avec des vents supérieurs à 46 km/h. Les cumuls annuels de jours avec des vents forts peuvent varier considérablement; ainsi, alors qu'en 1998 seules trois journées ont connu un (ou plusieurs) épisode de vent fort, les années 1993 et 2005 comptent 22 jours où des vents forts ont été rapportés.

3

Surtout dans le cas des vents qui soufflent des quadrants est à sud-ouest (Pilotte, 2006); or, à Lauzon, les vents forts proviennent surtout du quadrant est, plus particulièrement des directions est-nord-est et est (section 2.2).

4

À marée basse, les battures (Figure 3) peuvent accroître la rugosité de la surface et faire obstacle au mouvement de l'air. Mais comme l'essentiel de la zone de manœuvres est situé au centre du chenal des Grands Voiliers et que les vents dominants (et la quasi-totalité des vents forts) soufflent de l'ouest, de l'ouest-sud-ouest et de l'est (soit parallèlement à l'axe du chenal), l'impact des battures est assez peu significatif pour notre étude. Par ailleurs, on pourrait croire que les obstacles que sont les pylônes d'Hydro-Québec (Figure 3) créent un effet d'abri capable de freiner le vent en provenance du quadrant est. Toutefois, les quelque 600 m qui séparent ces pylônes de la zone de manœuvres, jumelés au fait que lesdits pylônes sont des obstacles très poreux qui laissent passer une forte proportion du vent, font en sorte que l'effet d'abri est peu important.

5

Les données de l'ACÉÉ et celles de Benoît et Yu sont des données modélisées qui ont été générées grâce au système Wind Energy Simulation Toolkit (West). Conçu par Environnement Canada pour favoriser le développement éolien, le système West a été développé afin de calculer la climatologie des vents à haute résolution spatiale. Ultimement, il fournit des cartes de vitesse moyenne du vent valides à certaines hauteurs. La base scientifique de West est la méthode du downscaling statistique-dynamique. Cette méthode consiste à générer de l'information atmosphérique de fine échelle spatiale à l'aide des modèles de la dynamique de fluides et des statistiques sur les données atmosphériques de grande échelle. West combine deux modèles qui fonctionnent à des échelles spatiales différentes. Le modèle de mésoéchelle MC2 est un modèle de prévision numérique qui produit des simulations dans de grands domaines – soit de l'ordre du millier de kilomètres. Pour les simulations, les conditions au sol sont moyennées à la résolution du modèle; elles proviennent, pour l'orographie et l'utilisation du sol, de la base de données du U.S. Geological Survey (résolution de 900 m). À l'aide de données à long terme sur le vent à l'échelle synoptique, le MC2 simule les champs de vent moyen à quelques dizaines de mètres d'altitude, avec une résolution horizontale de quelques kilomètres. Les résultats à mésoéchelle sont introduits dans le MS-Micro, un modèle de microéchelle caractérisé par des équations de quantité de mouvement linéarisée, et par un domaine limité à quelques dizaines de kilomètres et découpé par une grille horizontale de quelques dizaines ou quelques centaines de mètres. Le MS-Micro permet de raffiner les solutions mésoéchelles jusqu'à une maille d'environ 10 m; il fournit des résultats de champs de vent aux hauteurs où se retrouvent typiquement les moyeux d'éoliennes (soit de 30 m à 80 m au-dessus du sol) (Environnement Canada, 2003; Pinard *et al.*, 2005).

6

Suivant nos résultats, le secteur de Ville-Guay montre, en moyenne, 25 jours/an qui se caractérisent par au moins un épisode d'une heure avec des vents supérieurs à 46 km/h. Si en 1998 seules 9 journées ont connu un (ou plusieurs) épisode de vent fort, l'année 2005 compte 40 jours où des vents forts ont été rapportés. Notons par ailleurs que sur la période d'étude, la longueur des épisodes de vent fort peut excéder 50 heures.