

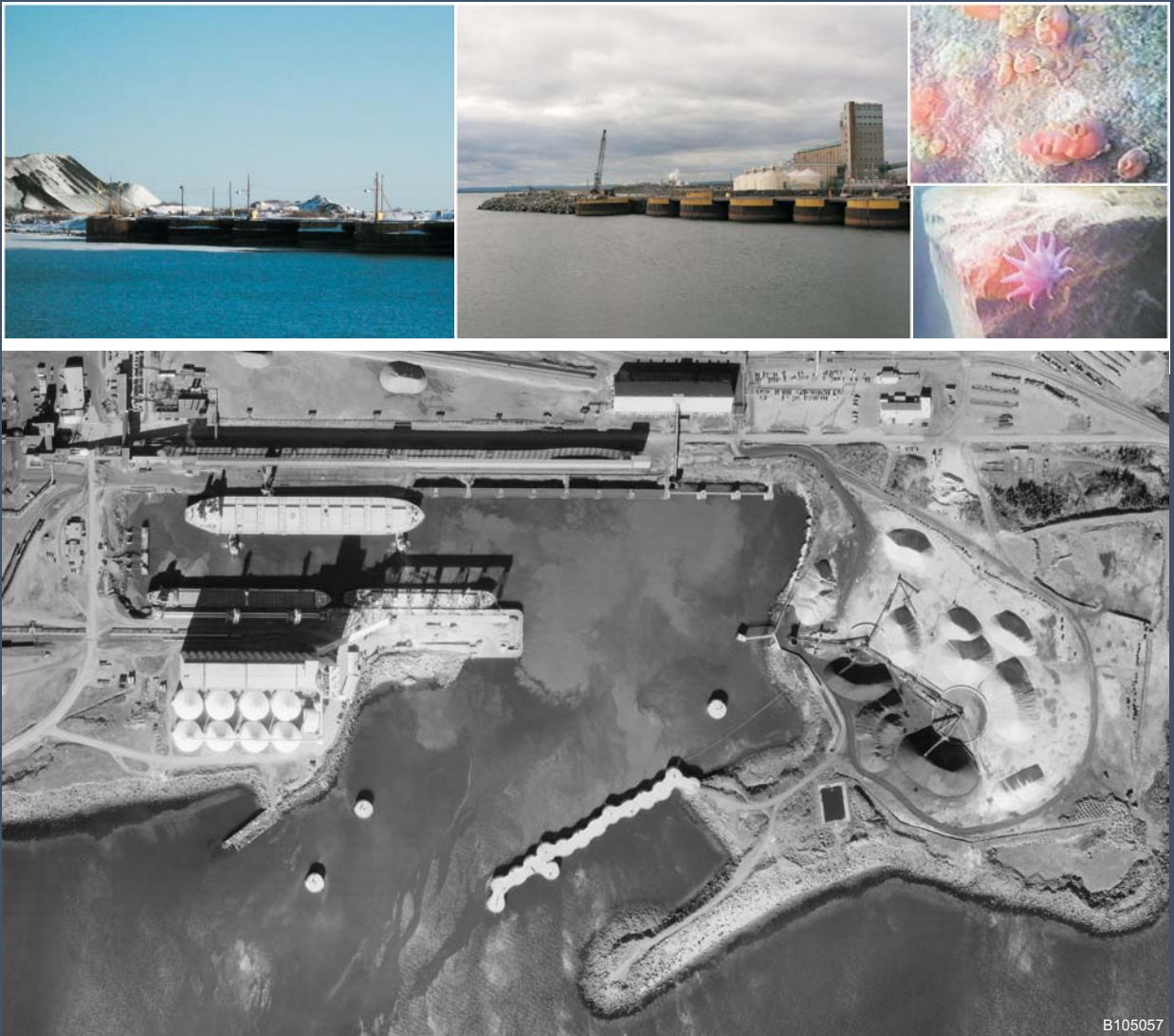


LA COMPAGNIE MINIÈRE QUÉBEC CARTIER ©

## Étude d'impact sur l'environnement

### Réhabilitation du brise-lames à l'entrée du port de mer de la Compagnie minière Québec Cartier

Addenda n°1 : Analyse des vents et des surcotes de tempêtes



GENIVAR

Mai 2007



PROJET DE RÉHABILITATION DU BRISE-LAMES  
À L'ENTRÉE DU PORT DE MER DE LA COMPAGNIE  
MINIÈRE QUÉBEC CARTIER

ADDENDA N° 1 :

ANALYSE DES VENTS ET DES SURCOTES DE TEMPÊTES

RAPPORT FINAL

PROJET DE RÉHABILITATION DU BRISE-LAMES À L'ENTRÉE DU PORT DE MER  
DE LA COMPAGNIE MINIÈRE QUÉBEC CARTIER

ADDENDA N° 1 :

ANALYSE DES VENTS ET DES SURCOTES DE TEMPÊTES

RAPPORT FINAL

Présenté au

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

Par

GENIVAR Société en commandite

MAI 2007

B105057

## ÉQUIPE DE RÉALISATION

---

### **Compagnie Minière Québec Cartier**

- Serge Miller : Directeur général - usine bouletage et port, ing.
- Bruno Chevarie : Responsable du projet, ing.
- Julie Gravel : Conseillère, Protection de l'environnement, ing.

### **GENIVAR Société en commandite**

- Mario Heppell : Directeur de projet, biologiste-aménagiste, M. ATDR.
- Zoubir Bouazza : Chargé de projet, M. Sc.A., Ph.D.
- Laurianne Garraud : Collaboratrice, Biologiste, M. Sc., M. Env.
- Nancy Paquet : Édition

---

### **Référence à citer :**

GENIVAR, 2007. *Projet de réhabilitation du brise-lames à l'entrée du port de mer de la compagnie minière Québec Cartier, Addenda n° 1 : analyse des vents et des surcotes de tempêtes, Rapport final.* Rapport de GENIVAR Société en commandite au ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec. 26 p. et annexes.

## **TABLE DES MATIÈRES**

	<b>Page</b>
Équipe de réalisation .....	i
Table des matières .....	ii
Liste des tableaux .....	iii
Liste des figures .....	iv
Liste des annexes .....	iv
1. INTRODUCTION .....	1
2. MÉTHODOLOGIE.....	2
3. DONNÉES ANALYSÉES .....	3
3.1 Source de données .....	3
3.2 Analyses préliminaires des données du vent.....	4
3.2.1 Vents horaires .....	4
3.2.2 Vents journaliers .....	4
3.2.3 Valeurs normales et valeurs extrêmes : .....	4
4. ROSE DES VENTS.....	7
5. EVOLUTION DE LA FRÉQUENCE DES TEMPÊTES (1953 À AUJOURD’HUI) .....	11
5.1 Analyse de la fréquence des vents horaires en fonction de la vitesse .....	11
5.2 Analyse de la fréquence des vents journaliers en fonction des saisons.....	14
6. ANALYSE DES VENTS EXTREMES .....	20
7. ANALYSE DES SURCOTES .....	22
8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	25
9. RÉFÉRENCES .....	26

## **LISTE DES TABLEAUX**

	<i>Page</i>
Tableau 1	Identification et localisation des stations climatiques consultées.....3
Tableau 2	Principales variables climatiques disponibles aux stations consultées.....3
Tableau 3	Vitesses horaires moyennes et directions dominantes mensuelles des vents à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.....5
Tableau 4	Vitesses horaires maximales mensuelles du vent à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles. ....5
Tableau 5	Vents extrêmes de rafales à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles. ....6
Tableau 6	Répartition des fréquences mensuelles, exprimée en nombre d'heures, des vents horaires de tempêtes dépassant une vitesse de 30 km/h à Sept-Îles, en fonction de leur direction de provenance. ....10
Tableau 7	Fréquences des vents horaires de tempêtes hivernales* à Sept-Îles, en nombre d'heures, dépassant différents seuils critiques de vitesse des vents pour la période 1953 à 2006.....12
Tableau 8	Fréquences annuelle et saisonnière des vents de tempêtes journalières à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours par année, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h. ....15
Tableau 9	Niveaux de marées enregistrés à Sept-Îles de 1973 à 1987 lors des tempêtes de vents extrêmes. ....23

## **LISTE DES FIGURES**

		<b>Page</b>
Figure 1	Rose annuelle des vents à Sept-Îles.....	8
Figure 2	Rose des vents hivernaux à Sept-Îles.....	9
Figure 3	Fréquences des vents horaires de tempêtes hivernales à Sept-Îles, vents dépassant la vitesse de 30 km/h pour la période 1953 à 2006. ....	14
Figure 4-a	Fréquences des vents de tempêtes hivernales à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.....	17
Figure 4-b	Fréquences des vents de tempêtes printanières à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.....	17
Figure 4-c	Fréquences des vents de tempêtes estivales à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.....	18
Figure 4-d	Fréquences des vents de tempêtes automnales à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.....	18
Figure 4-e	Fréquences des vents de tempêtes annuelles à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.....	19
Figure 5	Évolution des vents horaires extrêmes à la station météorologique de Sept-Îles entre 1953 et 2006.....	21

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe 1	Indicateurs de validité des données météorologiques émises par Environnement Canada
Annexe 2	Roses des vents
Annexe 3	Résultats des statistiques des données horaires et journalières du vent de tempêtes enregistrées de 1953 à 2006 à la station météorologique Sept-Îles Aéroport
Annexe 4	Résultats complets des ajustements statistiques des vents extrêmes de la station météorologique de Sept-Îles, Période 1953-2006. (logiciel HYDSTAT)

# 1. INTRODUCTION

---

À la suite du dépôt de l'étude d'impact environnemental du projet de réhabilitation du brise-lames à l'entrée du port de mer de la compagnie minière QUÉBEC CARTIER, le Ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (MDDEP) a émis, entre autres, la question suivante :

QC-5 : Selon le consortium Ouranos, la fréquence des tempêtes hivernales dans l'hémisphère nord est à la hausse. Pour bien circonscrire le phénomène, l'initiateur du projet devra fournir une analyse complète des vents de tempêtes enregistrés depuis 1971 et de la surcote de tempête associée.

De plus à la question QC-10, le MDDEP demandait notamment d'indiquer la récurrence des événements de tempêtes.

En réponse à ces questions, et en complément au document déjà déposé en réponse aux questions du MDDEP (avril 2007), GENIVAR a procédé à l'analyse complète des données météorologiques des vents de tempêtes et des surcotes de marée associées. Les données de base ont été obtenues d'Environnement Canada et du Service hydrographique du Canada.

Pour établir d'emblée l'interprétation de ce que l'on entend ici par "vent de tempête", il convient de mentionner que l'on considère, comme vent de tempête, tout vent ayant une vitesse horaire d'au moins 30 km/h. Selon Environnement Canada, les vents présentant des vitesses égales ou supérieures à 31 km/h sont considérés comme "vents de rafales". En plus de la force des vents, une tempête est définie aussi par sa durée qui peut varier grandement. Dans un contexte maritime, on a pris en considération que, pour être problématique, une tempête devrait être telle que le vent soit soutenu pendant une durée d'au moins sept heures. Dans le cadre de la présente analyse pour le secteur de Port-Cartier, ont été considérées comme tempêtes hivernales, toutes les tempêtes survenant entre le 1<sup>er</sup> novembre et le 30 avril. Bien que quelques tempêtes puissent aussi occasionnellement se présenter en octobre et en mai, cette période de l'année est celle qui connaît les vents violents les plus fréquents. L'analyse des fréquences a porté essentiellement sur les durées horaires et journalières.

Mentionnons par ailleurs qu'on définit la surcote de marée comme étant la différence entre les niveaux de marée enregistrés et ceux prédits se manifestant durant une tempête où le vent soutenu provient sensiblement de la même direction sur la mer.



## 2. MÉTHODOLOGIE

---

La procédure poursuivie pour l'analyse des vents de tempêtes est la suivante :

- 1- Collecte des données auprès d'Environnement Canada;
- 2- Critique et vérification des données brutes;
- 3- Reformatage des données;
- 4- Calcul des paramètres statistiques et filtrage des données (algorithmes d'analyses);
- 5- Analyse des fréquences annuelles, saisonnières et mensuelles et élaboration des roses de vents;
- 6- Analyse et détection de tendances;
- 7- Comparaison régionale inter-stations.

Les outils d'analyse utilisés sont WRPLOT (EPA, USA) pour l'élaboration des roses de vents et MATLAB (Mathworks, 2006) pour les analyses statistiques et fréquentielles.

En ce qui concerne les surcotes, une analyse très sommaire a été effectuée. Elle a consisté à comparer les données mesurées aux données prédites par le Service Hydrographique du Canada (SHC) et à en estimer la différence. Une analyse plus élaborée et complète de ces surcotes devrait étudier les vagues générées par les vents et estimer les surélévations dues à la poussée de ces vents et aux gradients de pression barométrique (une dépression de 1 hpa (hectopascal) équivaut à une surélévation d'environ 1 cm du niveau de la mer). Il a, toutefois été considéré dans le cadre de la présente étude, que l'analyse des différences des niveaux de marée intégrait déjà suffisamment ces phénomènes pour fournir une appréciation acceptable de l'amplitude de ces surcotes.

### 3. DONNÉES ANALYSÉES

---

#### 3.1 Source de données

La station de l'aéroport de Sept-Îles constitue la station "régionale" la plus représentative des conditions météorologiques qu'on retrouve à Port-Cartier. Cette station est opérée par Environnement Canada et dispose de séries de données horaires de janvier 1953 à aujourd'hui (2007). Elle dispose aussi de données quotidiennes de septembre 1944 à juin 2002 ainsi que de données mensuelles jusqu'en 2001. Les données mesurées concernent les principales variables climatiques à savoir : la température, les précipitations, l'humidité relative de l'air, les vents, la pression barométrique, etc.

La station de l'aéroport de Baie-Comeau a été retenue pour comparer et valider les résultats des analyses élaborées pour Sept-Îles, étant donné sa proximité relative sur la Côte-Nord et l'importance de ses séries temporelles de données.

Tableau 1 Identification et localisation des stations climatiques consultées.

Station	Numéro	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)
Sept-Îles A	7047910*	53° 13' N	66° 16' O	54,90
Baie-Comeau A	7040442	47° 09' N	68° 12' O	21,60

Source : Environnement Canada. (\* : numéro TC = YZV)

Tableau 2 Principales variables climatiques disponibles aux stations consultées.

Station	Température	Humidité	Pluie	Neige	Vent	Période
Sept-Îles A	Horaire	Horaire	Horaire	Horaire	Horaire	1953-2007+
	Quotidienne	Quotidienne	Quotidienne	Quotidienne	Quotidienne	Sep. 1944 - 2002
	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	Sep. 1944 - 2001
	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	1971-2000
Baie-Comeau A	Horaire	Horaire	Horaire	Horaire	Horaire	1964-2007+
	Quotidienne	Quotidienne	Quotidienne	Quotidienne	Quotidienne	
	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	Mensuelle	
	Normale	Normale	Normale	Normale	Normale	1971-2000

Normale = normale mensuelle.

Pour ce qui est des marées, les données des niveaux d'eau mesurés et prédits ont été obtenues auprès du Service Hydrographique du Canada pour la période 1972-1987 de la station 7002780 à Sept-Îles. Le point de référence des données a pour coordonnées : Latitude : 50° 13' N et Longitude : 66° 24' O.

## 3.2 Analyses préliminaires des données du vent

### 3.2.1 Vents horaires

Les données horaires de la vitesse et de la direction du vent, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1953 jusqu'au 31 décembre 2006, ont été analysées. La série totalisait 473 352 valeurs horaires brutes, dont 471 302 données strictement valides. Les 2 049 valeurs exclues de l'analyse, soit 0,43 % du total, sont soit manquantes, soit estimées et portent respectivement l'étiquette de validité 'M' et 'E' selon les nomenclatures de Environnement Canada (annexe 1).

Les données ont été validées au préalable par les services d'Environnement Canada. Cependant, il faut noter qu'à partir de 1971, Environnement Canada a procédé à des changements en ce qui concerne le codage des variables archivées. Ceci ne devrait avoir, cependant, pas d'impact sur l'homogénéité des données.

Les vents calmes, de vitesse  $\leq 3,6$  km/h (1 m/s), représentent environ 8,5 % de l'échantillon.

Les mêmes analyses de validité ont été faites sur les données de vents horaires de la station météorologique de l'aéroport de Baie-Comeau, soit pour la période 1964 à 2006.

### 3.2.2 Vents journaliers

À partir des données horaires quotidiennes, les vitesses moyennes journalières du vent ont été calculées. Cette étape a été entreprise dans le but de réduire la taille de la série de données et pour faciliter certaines analyses et interprétations.

### 3.2.3 Valeurs normales et valeurs extrêmes :

Les tableaux 3, 4 et 5 relatent les valeurs normales ainsi que les valeurs extrêmes du vent telles qu'établies par Environnement Canada d'après les statistiques de la période 1971-2000.

Les vents dominants proviennent du nord durant la saison froide (de novembre à mars), et de l'est, durant le reste de l'année (de avril à octobre). Globalement, ce sont les vents d'est qui sont les plus dominants (tableau 3). La vitesse horaire moyenne varie entre 12 et 17 km/h selon les mois pour une moyenne annuelle de 14,7 km/h. Les vents moyens les plus forts se manifestent en mars et avril. La vitesse horaire historique maximale a été de 101 km/h enregistrée le 17 décembre 1960 (tableau 4). Sur une base mensuelle, la vitesse horaire maximale est de l'ordre de 90 km/h et plus entre les mois de novembre et d'avril.

Tableau 3 Vitesses horaires moyennes et directions dominantes mensuelles des vents à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Mois	Vitesse horaire moyenne du vent (km/h)	Direction dominante du vent
Janvier	16,0	N
Février	15,4	N
Mars	17,0	N
Avril	16,7	E
Mai	14,9	E
Juin	13,9	E
Juillet	12,4	E
Août	12,0	E
Septembre	13,2	E
Octobre	14,1	E
Novembre	15,2	N
Décembre	15,8	N
<b>Année</b>	<b>14,7</b>	<b>E</b>

Source : Environnement Canada, normales 1971-2000.

Tableau 4 Vitesses horaires maximales mensuelles du vent à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Mois	Vitesse (km/h)	Date (année / jour)
Janvier	97	1962/04+
Février	90	1958/09
Mars	80	1961/11+
Avril	93	1986/10
Mai	83	1997/16
Juin	89	1963/10
Juillet	64	1959/25+
Août	68	1963/15
Septembre	80	1962/11
Octobre	80	1960/25
Novembre	89	1963/27
Décembre	<b>101</b>	<b>1960/17</b>

Source : Environnement Canada.

Selon les statistiques émises par Environnement Canada, les rafales extrêmes de vent ont atteint des vitesses de l'ordre de 160 km/h (tableau 5) en décembre, janvier et février. Les rafales extrêmes proviennent généralement du nord-ouest et de l'est (tableau 5). Elles proviennent cependant du sud en décembre. Le nombre de jours par année où la vitesse des vents de rafales dépasse les 52 km/h est de 14,2 alors que celui des vents de rafales dépassant les 63 km/h est plutôt de 3,8 jours. Ceci signifie que les tempêtes de vents extrêmes ne sont pas très fréquentes. Leur fréquence est cependant plus élevée entre les mois de novembre et avril inclusivement.

Tableau 5 Vents extrêmes de rafales à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Mois	Vitesse V (km/h)	Date (année / jour)	Direction	Jours où V >= 52	Jours où V >= 63
				km/h (jours)	km/h (jours)
Janvier	161	1960/12	NW	2	0,5
Février	161	1958/08	E	1,1	0,4
Mars	121	1959/23+	NW	1,9	0,6
Avril	124	1986/10	E	2,1	0,5
Mai	121	1960/14	E	1,2	0,3
Juin	129	1963/10	NW	0,6	0
Juillet	103	1962/10	E	0,3	0
Août	113	1978/16	N	0,2	0
Septembre	154	1960/13	E	0,5	0,2
Octobre	122	1962/29	NW	1	0,3
Novembre	130	1963/27	NW	1,4	0,4
Décembre	159	1960/17	S	1,9	0,5
<b>Année</b>			<b>E</b>	<b>14,2</b>	<b>3,8</b>

Source : Environnement Canada.

## 4. ROSE DES VENTS

---

La rose des vents a été établie en considérant l'ensemble des données horaires de la direction et de la vitesse des vents enregistrées de 1953 à 2006. La rose des vents a été d'abord établie pour l'année moyenne, puis pour chaque mois de l'année moyenne. Dix-huit (18) classes de direction ont été choisies (20 degrés comme intervalle de classe) et 5 classes de vitesses (annexe 2). Globalement, à l'échelle annuelle, les vents dominants proviennent de l'est (figure 1). Cependant, ceux du secteur ouest à est, en passant par le nord, sont également très fréquents. Pendant l'hiver, les vents provenant des secteurs nord-est, suivis des vents du nord-ouest, dominant. Le printemps et l'été, ce sont les vents d'est qui dominant (annexe 2). À l'automne, les vents du nord-ouest sont les plus fréquents.

La figure 2 illustre la rose des vents de la saison froide, soit pour la période où les vents de tempêtes sont les plus fréquents (novembre à avril). Ainsi, pour cette période, l'orientation des vents dominants va du nord au nord-est, quoique les vents d'est soient également importants et d'une intensité relativement forte. Le tableau 6 illustre la répartition fréquentielle des vents de tempête selon les mois et selon leur provenance. Dans le secteur du port de mer de Port-Cartier, en raison de l'importance du fetch sur la mer (distance d'eau libre de tout obstacle et sur laquelle souffle le vent), les orientations problématiques pouvant générer des tempêtes maritimes sont comprises entre  $70^{\circ}$  et  $225^{\circ}$ , soit de l'est-nord-est (ENE) au sud-ouest (SO). Les fréquences mensuelles de ces vents pour les mois correspondant à la saison froide sont surlignées dans le tableau 6. On remarque que les vents d'est ( $70$  à  $110^{\circ}$ ) sont nettement plus fréquents que ceux provenant des autres directions (surlignage plus foncé).

Figure 1 Rose annuelle des vents à Sept-Îles.

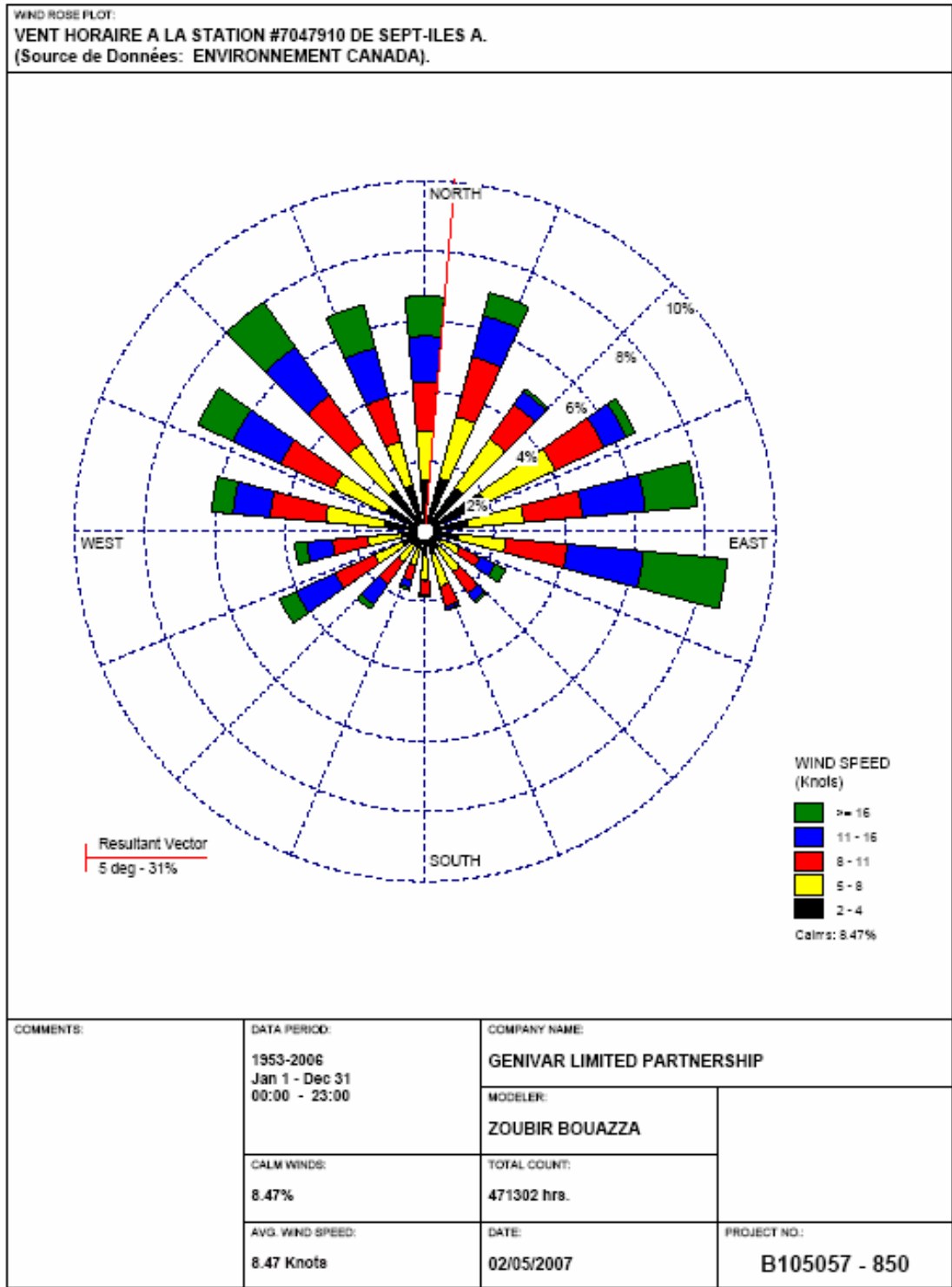


Figure 2 Rose des vents hivernaux à Sept-Îles.

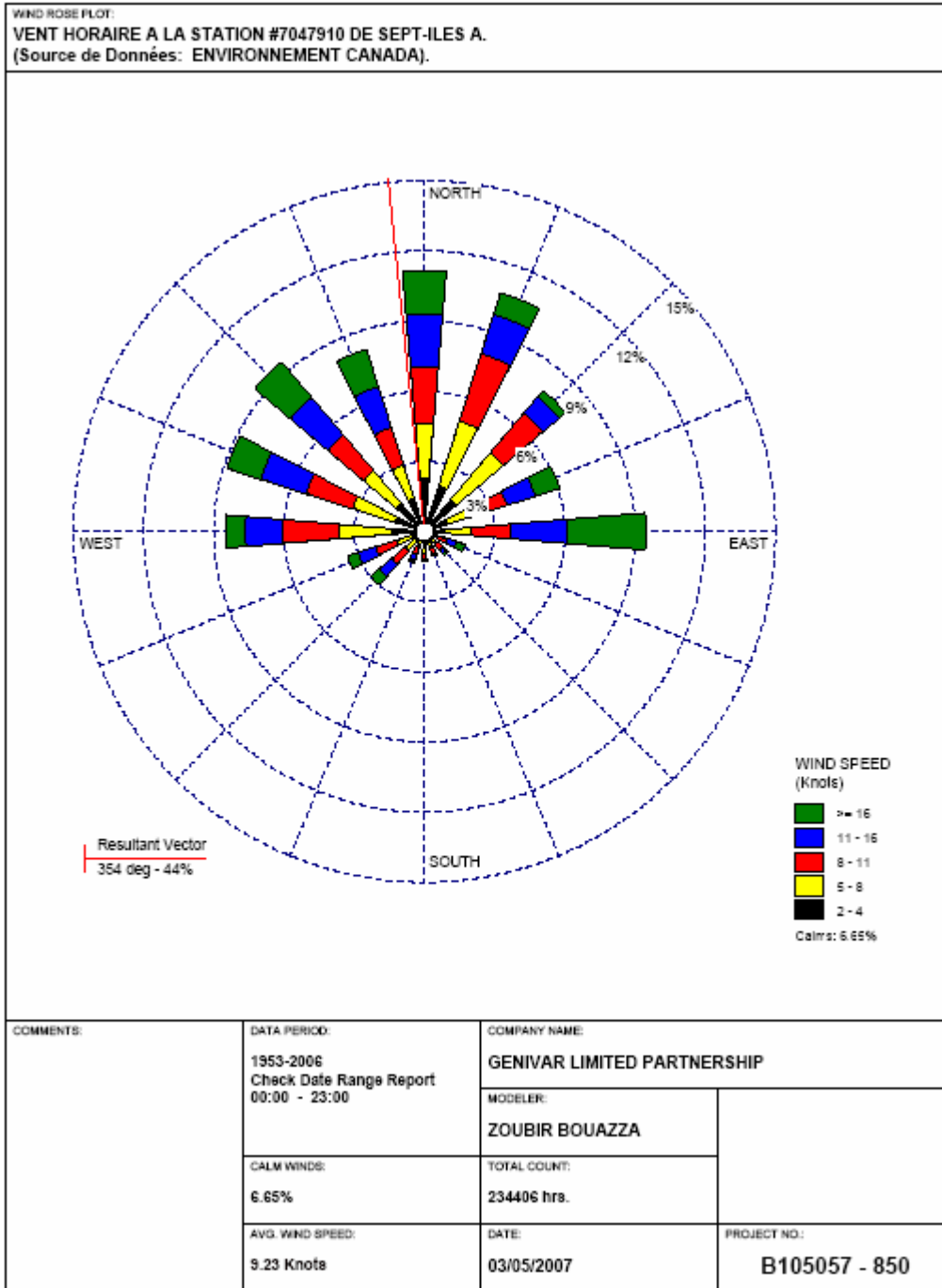




Tableau 6 Répartition des fréquences mensuelles, exprimée en nombre d'heures, des vents horaires de tempêtes dépassant une vitesse de 30 km/h à Sept-Îles, en fonction de leur direction de provenance.

Direction (degrés)	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Total
350 - 10	674	483	992	626	420	237	143	136	228	370	420	620	<b>5 349</b>
10 - 30	497	358	678	392	193	121	63	81	59	120	186	455	<b>3 203</b>
30 - 50	21	26	135	85	20	13	14	4	2	29	49	62	<b>460</b>
50 - 70	259	165	182	129	77	37	29	34	43	75	125	205	<b>1 360</b>
70 - 90	676	533	761	1092	917	542	332	197	320	429	619	572	<b>6 990</b>
90 - 110	681	737	1 254	1 681	1 556	1 187	717	542	724	742	871	587	<b>11 279</b>
110 - 130	166	85	197	130	163	109	65	61	108	140	205	155	<b>1 584</b>
130 - 150	39	18	22	15	30	32	10	15	25	21	73	80	<b>380</b>
150 - 170	10	4	8	0	3	3	3	1	2	12	9	13	<b>68</b>
170 - 190	14	10	2	8	7	6	3	1	14	7	3	6	<b>81</b>
190 - 210	43	26	22	24	42	44	19	31	31	28	40	44	<b>394</b>
210 - 230	84	37	60	84	53	72	80	72	65	75	71	68	<b>821</b>
230 - 250	133	120	169	189	240	252	201	246	277	211	278	205	<b>2 521</b>
250 - 270	191	170	113	69	89	65	81	93	137	159	227	224	<b>1 618</b>
270 - 290	465	356	208	113	161	105	125	130	231	284	286	423	<b>2 887</b>
290 - 310	815	648	515	385	269	226	200	207	339	416	515	659	<b>5 194</b>
310 - 330	870	686	893	756	572	454	334	314	447	611	690	784	<b>7 411</b>
330 - 350	582	616	949	665	586	334	234	218	252	502	476	633	<b>6 047</b>
<b>Total</b>	<b>6 220</b>	<b>5 078</b>	<b>7 160</b>	<b>6 443</b>	<b>5 398</b>	<b>3 839</b>	<b>2 653</b>	<b>2 383</b>	<b>3 304</b>	<b>4 231</b>	<b>5 143</b>	<b>5 795</b>	<b>57 647</b>

## 5. EVOLUTION DE LA FRÉQUENCE DES TEMPÊTES (1953 À AUJOURD'HUI)

---

### 5.1 Analyse de la fréquence des vents horaires en fonction de la vitesse

Les fréquences annuelles et saisonnières des vitesses horaires du vent supérieures au seuil de 30 km/h ont été calculées. Les résultats obtenus, pour la saison hivernale, sont donnés au tableau 7 et illustrés à la figure 3. Les résultats complets sont regroupés à l'annexe 3. Ils mettent en évidence une nette diminution des fréquences des vents de tempêtes entre 1963 et 2006 aussi bien à l'échelle annuelle qu'à l'échelle saisonnière : hiver, printemps, été et automne et ce, peu importe que les vents soient soutenus pendant plusieurs heures ou non et indépendamment de leur force ( $\geq 30$  à  $\geq 60$  km/h). Les résultats issus de l'analyse ayant porté sur les données horaires du vent à Baie-Comeau confirment bien cette tendance (figure A3-1). Seule la décennie 1953-1963 a connu en fait une augmentation de la fréquence des tempêtes.

Ce constat est tout à fait opposé aux résultats d'analyses antérieures qui prévoient que la fréquence des tempêtes hivernales dans l'hémisphère nord est à la hausse (Lambert, 1996). Il faut noter que l'étude de Lambert (1996), a été réalisée sur de très longues séries de données journalières, de 1899 à 1991, de la pression du niveau moyen de la mer (pression barométrique inférieure ou égale à 960 mbar), et non pas directement sur des vitesses de vent. Bien qu'il y ait normalement une corrélation entre les variations à la baisse de la pression et la manifestation des vents, les résultats de la présente analyse ne peuvent être directement comparés à ceux de Lambert (1996). L'analyse réalisée par Lambert (1996) a porté sur plusieurs points d'une grille couvrant l'ensemble de l'hémisphère nord. Ses résultats sont globaux et ne reflètent évidemment pas les variations dans les processus régionaux, ni même locaux.

La tendance générale observée comporte néanmoins épisodiquement des pseudo tendances à la hausse, mais de moins en moins prononcées.

Les résultats des études à ce sujet du consortium Ouranos devaient être disponibles en mars 2007 (Jean-Pierre Savard, Ouranos, octobre 2006, communication personnelle). Aucun résultat n'a été cependant publié à ce jour (mai 2007).

Tableau 7 Fréquences des vents horaires de tempêtes hivernales\* à Sept-Îles, en nombre d'heures, dépassant différents seuils critiques de vitesse des vents pour la période 1953 à 2006.

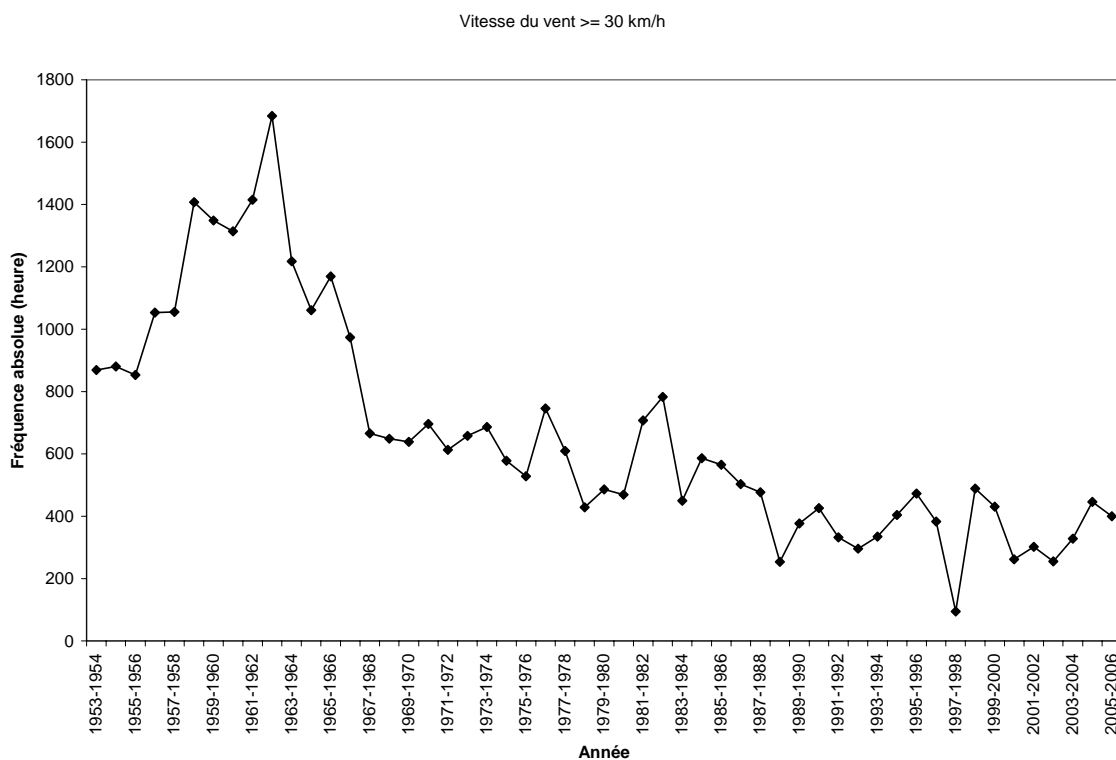
Année	Station de Sept-Îles A			
	>= 30 km/h	>= 40 km/h	>=50 km/h	>= 60 km/h
1953-1954	869	191	28	6
1954-1955	880	212	67	23
1955-1956	853	117	7	2
1956-1957	1 053	313	43	12
1957-1958	1 055	304	35	14
1958-1959	1 407	472	118	38
1959-1960	1 349	533	114	43
1960-1961	1 314	435	108	42
1961-1962	1 415	507	139	55
1962-1963	1 684	740	216	92
1963-1964	1 218	518	159	55
1964-1965	1 061	386	82	33
1965-1966	1 169	423	148	38
1966-1967	974	244	55	12
1967-1968	666	165	18	2
1968-1969	649	191	59	28
1969-1970	639	143	34	6
1970-1971	696	118	26	13
1971-1972	613	129	22	8
1972-1973	658	130	22	0
1973-1974	686	139	32	3
1974-1975	578	171	66	15
1975-1976	528	84	28	6
1976-1977	746	217	74	32
1977-1978	609	166	42	9
1978-1979	429	105	26	10
1979-1980	486	130	20	0
1980-1981	469	139	36	9
1981-1982	707	224	49	7
1982-1983	783	243	35	3
1983-1984	450	113	36	15
1984-1985	586	181	43	13
1985-1986	565	152	29	4
1986-1987	503	124	29	8

Tableau 7 (suite) Fréquences des vents horaires de tempêtes hivernales\* à Sept-Îles, en nombre d'heures, dépassant différents seuils critiques de vitesse des vents pour la période 1953 à 2006.

Année	Station de Sept-Îles A			
	>= 30 km/h	>= 40 km/h	>=50 km/h	>= 60 km/h
1987-1988	477	104	27	7
1988-1989	254	24	0	0
1989-1990	377	69	13	3
1990-1991	426	111	39	5
1991-1992	332	69	11	4
1992-1993	296	32	1	0
1993-1994	335	75	21	11
1994-1995	404	65	11	1
1995-1996	473	149	51	15
1996-1997	383	104	21	4
1997-1998	95	20	8	0
1998-1999	489	93	20	2
1999-2000	431	96	27	9
2000-2001	262	43	5	0
2001-2002	302	56	12	1
2002-2003	255	38	2	0
2003-2004	328	62	25	5
2004-2005	446	117	37	5
2005-2006	400	76	15	1
<b>Total</b>	<b>35 112</b>	<b>9 862</b>	<b>2 391</b>	<b>729</b>
<b>Moyenne</b>	<b>662,5</b>	<b>186,1</b>	<b>45,1</b>	<b>13,8</b>

\* Du 1<sup>er</sup> novembre de l'année j au 30 avril de l'année j+1.

Figure 3 Fréquences des vents horaires de tempêtes hivernales à Sept-Îles, vents dépassant la vitesse de 30 km/h pour la période 1953 à 2006.



## 5.2 Analyse de la fréquence des vents journaliers en fonction des saisons

Le tableau 8 et les figure 4-a, 4-b, 4-c, 4-d et 4-e mettent en évidence l'évolution des fréquences annuelles et saisonnières des vitesses journalières moyennes du vent qui dépassent le seuil moyen de 30 km/h. Là encore, les résultats confirment bien la tendance à la diminution des fréquences des vents de tempêtes entre 1963 et 2006. La décennie 1953-1963 avait connu, au contraire, une augmentation de la fréquence des tempêtes.

Tableau 8 Fréquences annuelle et saisonnière des vents de tempêtes journalières à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours par année, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.

Année	Sept-Îles				
	Toute l'année	Hiver	Printemps	Été	Automne
1953	24	14	6	2	2
1954	19	5	6	2	6
1955	17	10	0	1	6
1956	16	5	3	3	5
1957	36	11	11	4	10
1958	34	10	12	3	9
1959	59	22	11	7	19
1960	58	23	11	7	17
1961	46	20	12	5	9
1962	70	25	14	9	22
1963	94	33	25	11	25
1964	26	17	2	2	5
1965	40	22	7	0	11
1966	37	17	7	2	11
1967	19	9	7	1	2
1968	21	8	7	1	5
1969	26	8	5	3	10
1970	14	4	3	3	4
1971	17	8	3	1	5
1972	15	7	0	2	6
1973	18	4	6	0	8
1974	21	5	8	0	8
1975	9	3	5	0	1
1976	19	4	7	2	6
1977	24	6	12	0	6
1978	10	6	3	1	0
1979	15	5	5	0	5
1980	17	6	4	1	6
1981	11	5	4	1	1
1982	20	13	6	0	1
1983	31	12	9	2	8
1984	7	3	2	0	2
1985	24	10	7	1	6
1986	11	1	6	1	3

Tableau 8 (suite) Fréquences annuelle et saisonnière des vents de tempêtes journalières à Sept-Îles 1953 et 2006, en nombre de jours par année, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.

Année	Sept-Îles				
	Toute l'année	Hiver	Printemps	Été	Automne
1987	14	7	3	0	4
1988	8	4	3	0	1
1989	10	2	3	1	4
1990	13	0	5	2	6
1991	5	3	2	0	0
1992	11	4	2	2	3
1993	9	2	4	1	2
1994	11	2	3	2	4
1995	11	3	2	1	5
1996	18	6	5	1	6
1997	7	2	3	0	2
1998	3	0	0	2	1
1999	19	9	5	1	4
2000	11	6	3	0	2
2001	7	2	3	0	2
2002	5	2	1	0	2
2003	5	1	1	0	3
2004	3	3	0	0	0
2005	10	2	7	0	1
2006	10	6	3	0	1
<b>Total</b>	<b>1115</b>	<b>427</b>	<b>294</b>	<b>91</b>	<b>303</b>
<b>Moyenne</b>	<b>20,6</b>	<b>7,9</b>	<b>5,4</b>	<b>1,7</b>	<b>5,6</b>

Hiver : Janvier-février-mars.

Printemps : Avril-mai-juin.

Été : Juillet-août-septembre.

Automne : Octobre-novembre-décembre.

Figure 4-a Fréquences des vents de tempêtes hivernales à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.

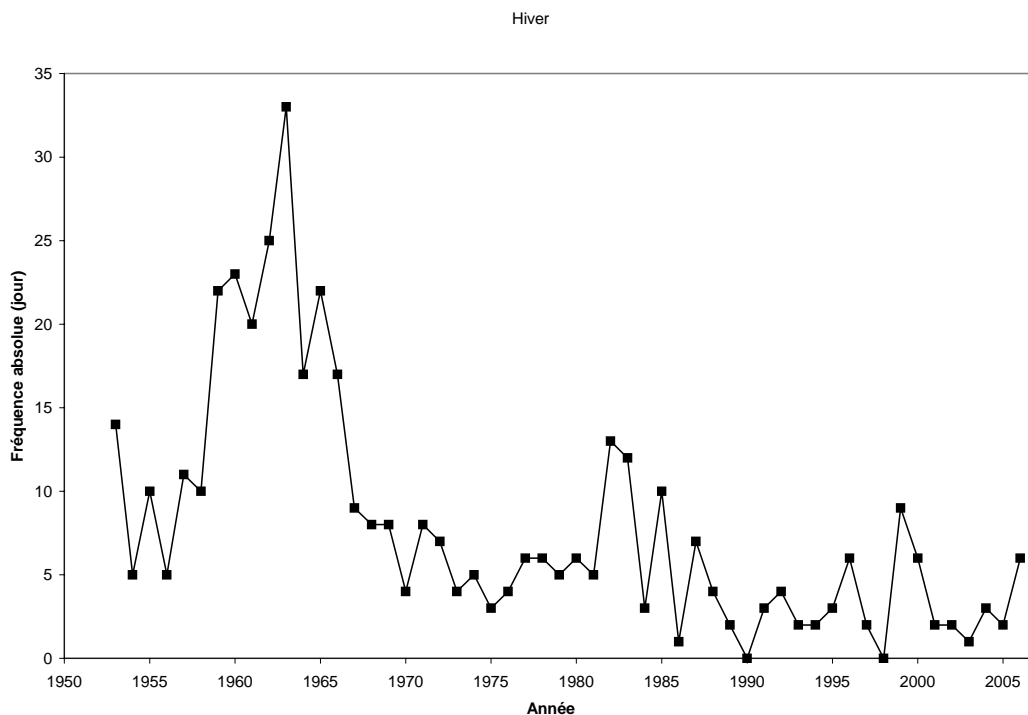


Figure 4-b Fréquences des vents de tempêtes printanières à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.

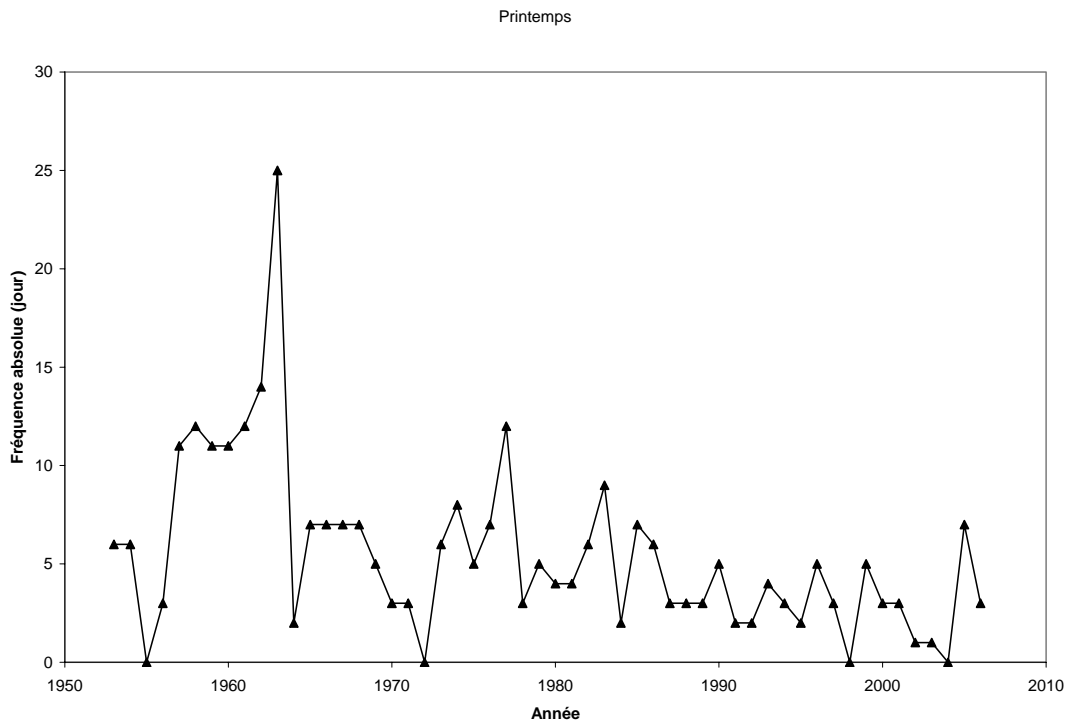




Figure 4-c Fréquences des vents de tempêtes estivales à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.

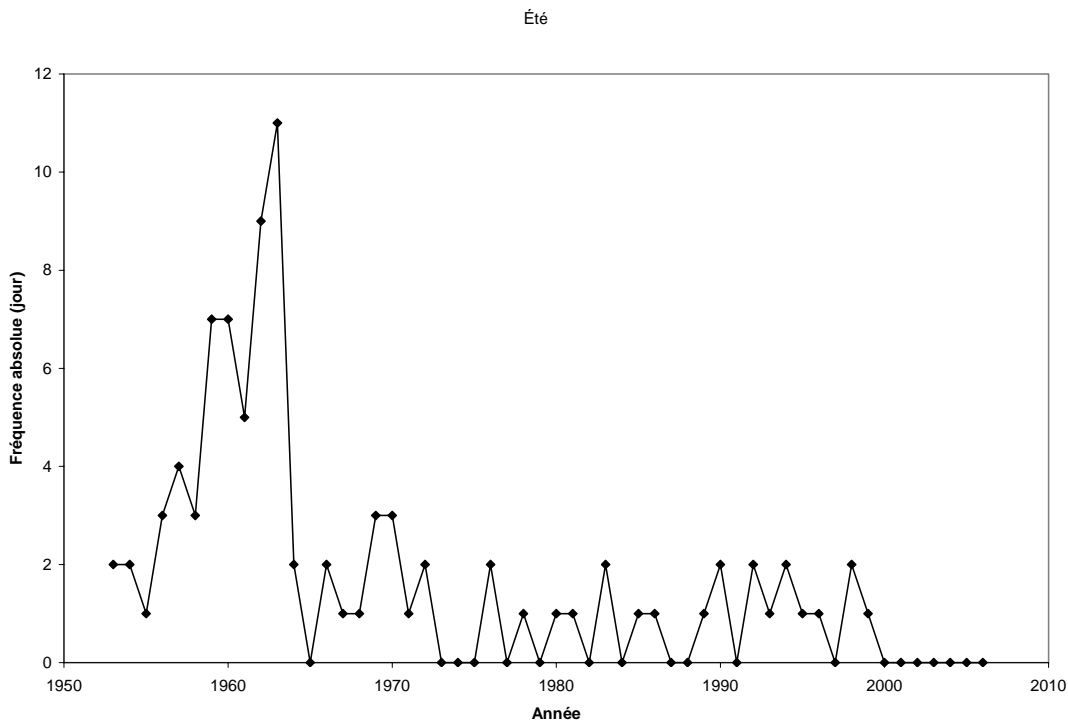


Figure 4-d Fréquences des vents de tempêtes automnales à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.

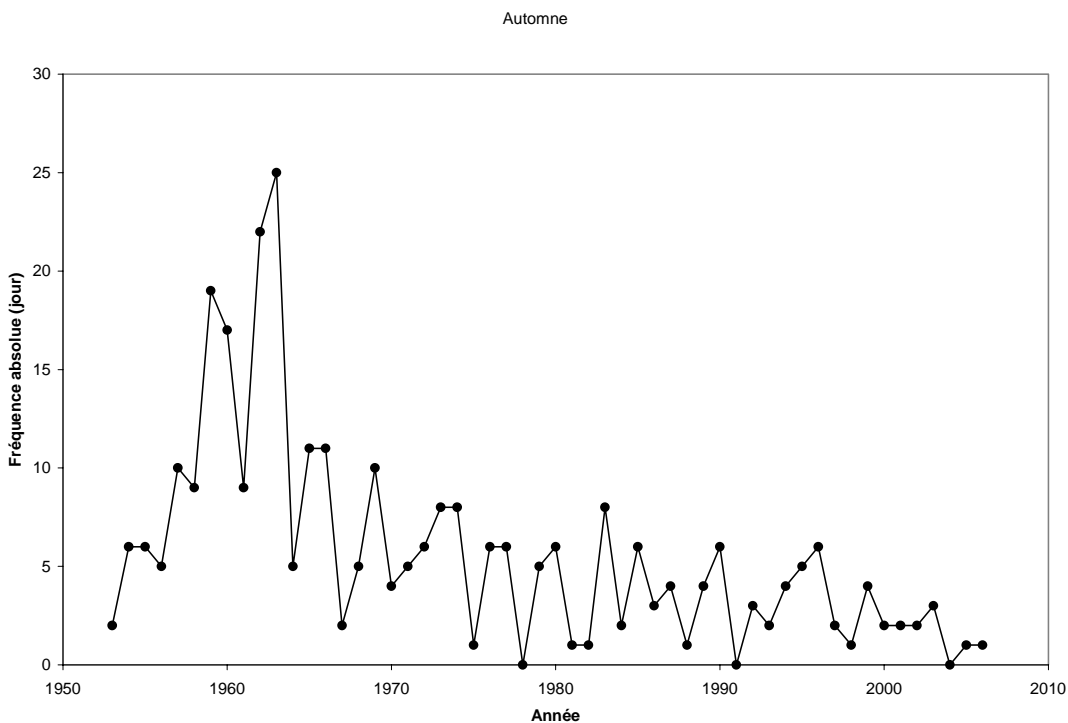
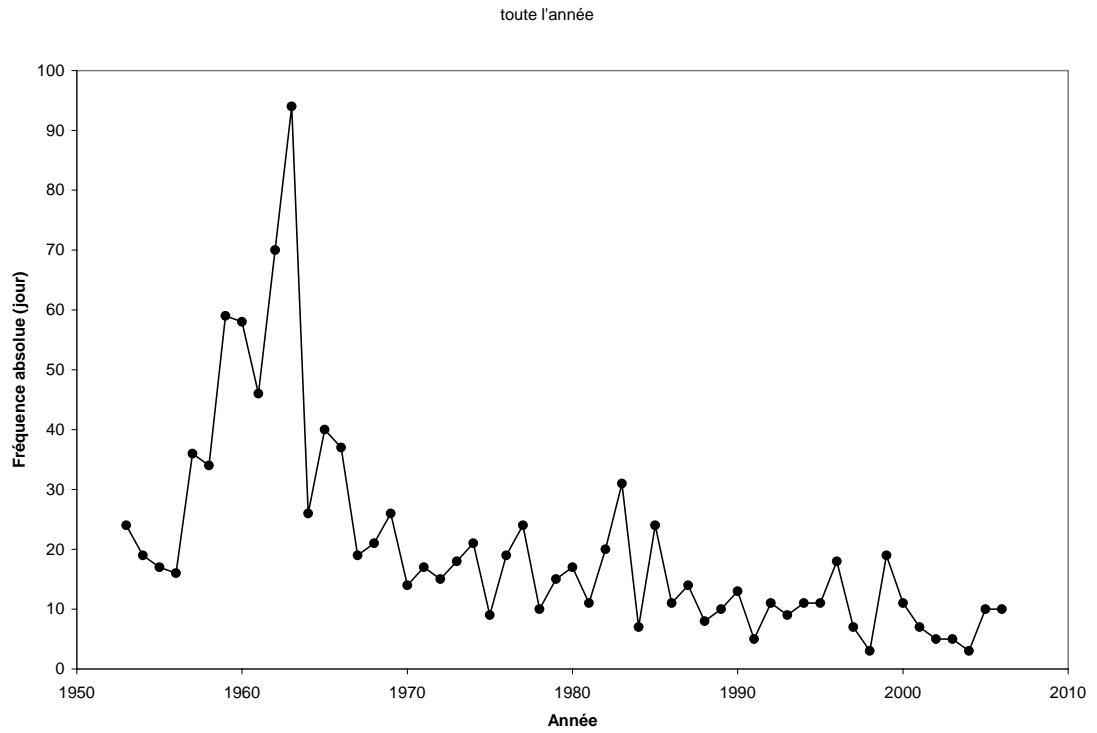


Figure 4-e Fréquences des vents de tempêtes annuelles à Sept-Îles entre 1953 et 2006, en nombre de jours, vents dépassant la vitesse moyenne de 30 km/h.



## 6. ANALYSE DES VENTS EXTREMES

---

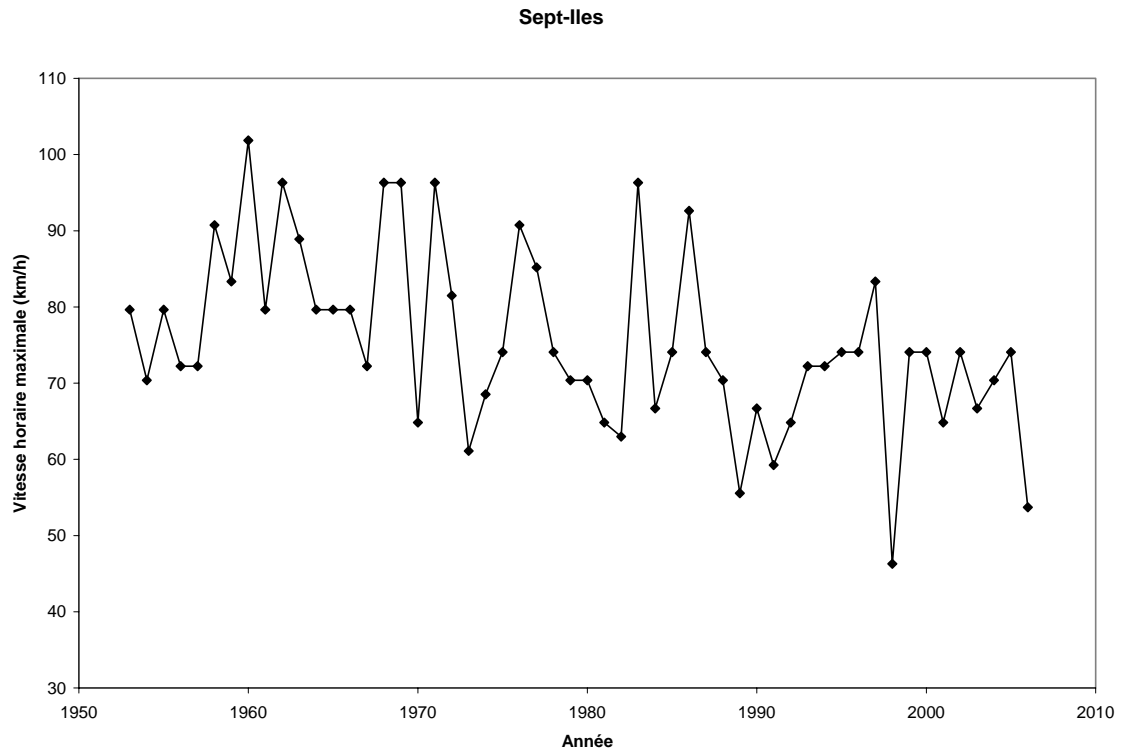
La série de données constituée des vitesses horaires maximales, à raison d'une seule valeur par année (figure 5 et tableaux de l'annexe 4), a été ajustée à diverses lois de distributions statistiques dont la loi normale, la loi log-normale, la loi de Gama dite Pearson et la loi de Gumbel. Cette dernière s'est avérée la plus représentative de l'échantillon constitué. Dans ce cas, même si la série étudiée est univariée puisque toutes les directions sont confondues, elle demeure représentative étant donné que la majorité des vitesses maximales proviennent de l'est (annexe 4). La qualité de cet ajustement a été validée graphiquement et aussi statistiquement au moyen du test de Chi-carré en subdivisant l'échantillon en six classes (annexe 4).

La vitesse horaire (de durée 1 heure) du vent extrême, correspondant à la période de retour 100 ans (centennale), est de l'ordre de 117 km/h et son intervalle de confiance à 90 % est compris entre les vitesses de 110 km/h à 125 km/h.

La vitesse instantanée de rafales pourrait être obtenue en multipliant la vitesse maximale par le facteur 1,6. Ce facteur a été obtenu en calculant le rapport entre la vitesse moyenne maximale de 101 km/h, observée le 17 décembre 1960 (tableau 4) et la vitesse instantanée, enregistrée à cette même date, soit 159 km/h (tableau 5). Cette dernière vitesse correspondrait à une récurrence de 25 ans, selon la loi retenue (Gumbel). Par ailleurs, la vitesse instantanée de récurrence 100 ans des vents extrêmes de rafales serait donc d'environ 185 km/h.

L'évolution chronologique des vitesses horaires maximales annuelles du vent à Sept-Îles connaît une tendance à la baisse tel qu'illustré à la figure 5. Il semble même y avoir une cassure dans cette tendance qui se manifeste à partir de 1990. L'analyse statistique effectuée sur ces données n'a pas écarté la composante déterministique due à la tendance de long terme.

Figure 5 Évolution des vents horaires extrêmes à la station météorologique de Sept-Îles entre 1953 et 2006.



## 7. ANALYSE DES SURCOTES

---

Les données obtenues du service hydrographique couvrent la période 1973-1987, pour ce qui est des valeurs mesurées et 1972-1987 pour ce qui est des prédictions des niveaux de marée. Les événements de tempêtes, coïncidant avec les vents extrêmes de cette période, ont été sélectionnés à raison d'un événement par année (tableau 9) et comparés afin d'évaluer l'importance des surcotes occasionnées par ces vents générateurs. De 1972 à 1987, il y a eu 16 tempêtes annuelles extrêmes. Le tableau 9 relate les valeurs mesurées et les prédictions des niveaux d'eau au cours de ces tempêtes. En principe, les plus importantes surcotes annuelles devraient survenir durant ces événements.

Durant ces tempêtes de la période 1973-1987, la cote maximale de marée haute mesurée a été de 4,13 m, survenue le 7 décembre 1983 à 15 heures. La prédiction pour cette date donnait un niveau de 2,94 m, ce qui implique ainsi une surcote de 1,19 m. La tempête de vent provenait ce jour là de l'est (80 degrés) avec une vitesse horaire maximale de 96,0 km/h. Il s'agit d'une des tempêtes les plus sévères de la période 1972-1987. En négligeant l'erreur de prédiction, la surcote extrême due au vent et au gradient de pression atmosphérique pourrait donc être de l'ordre de 1,2 m. Par contre, il convient de souligner qu'une surcote de 1,3 m a été enregistrée à 13 h 30, le 23 janvier 1987, à marée basse.

Il est à noter que la différence algébrique de niveaux entre les prédictions et les valeurs mesurées survenue le 17 avril 1985 aux alentours de 12 h 00 et 18 h 30 heures a été de -0,10 m à marée haute et de -0,40 m à marée basse. La tempête de vent, provenait ce jour-là du nord-nord-ouest avec une vitesse horaire maximale de 74 km/h. En raison de l'absence de fetch depuis cette direction, lors d'un vent soutenu de tempête, on a alors plutôt assisté à une décote significative de marée (abaissement du niveau d'eau de la marée par rapport au niveau prédit).

Tableau 9 Niveaux de marées enregistrés à Sept-Îles de 1973 à 1987 lors des tempêtes de vents extrêmes.

N°	Moment de l'événement					Vents		Mesures	Prédictions	Écart
	Année	Mois	Jour	HH	MM	Direction (degrés)	V max (km/h)	H mesurée (m)	H prédite (m)	Hm-Hp (m)
1	1973	10	14	2	45			2,71	2,51	0,20
	1973	10	14	8	22			0,58	0,26	0,32
	1973	10	14	10	00	80	61			
	1973	10	14	14	53			3,47	<b>3,14</b>	0,33
	1973	10	14	21	19			0,52	0,12	0,40
2	1974	12	3	4	01			2,53	2,29	0,24
	1974	12	3	9	40			0,82	0,36	0,46
	1974	12	3	16	07			3,66	3,07	0,59
	1974	12	3	21	00	40	69			
	1974	12	3	23	04			0,61	0,25	0,36
3	1975	2	25	4	48			2,29	2,39	-0,10
	1975	2	25	6	39			<b>0,12</b>	0,07	0,05
	1975	2	25	13	14			3,26	3,06	0,21
	1975	2	25	17	00	100	74			
	1975	2	25	19	28			0,49	<b>-0,05</b>	0,54
4	1976	12	27	5	00	80	91			
	1976	12	27	6	12			2,9	2,25	0,65
	1976	12	27	12	06			1,49	0,72	0,77
	1976	12	27	17	39			2,78	2,33	0,45
5	1977	4	3	0	21			2,69	2,63	0,06
	1977	4	3	13	6			2,60	2,69	-0,09
	1977	4	3	14	0	110	70			
	1977	4	3	17	33			0,38	0,11	0,27
6	1978	1	27	2	00	90	74			
	1978	1	27	3	19			2,84	2,33	0,51
	1978	1	27	9	10			0,72	0,36	0,36
	1978	1	27	15	27			3,17	2,73	0,44
	1978	1	27	21	52			0,62	0,28	0,34
7	1979	1	22	5	59			1,14	0,71	0,43
	1979	1	22	6	00	70	70			
	1979	1	22	8	00			2,88	2,25	0,63
	1979	1	22	14	37			1,57	0,88	0,69
	1979	1	22	20	06			2,35	1,88	0,47
8	1980	11	29	1	09			0,88	0,70	0,19
	1980	11	29	7	30			2,35	1,98	0,37
	1980	11	29	12	00	90	70			
	1980	11	29	12	44			1,45	0,93	0,52
	1980	11	29	19	18			2,9	2,32	0,58

Tableau 9 (suite) Niveaux de marées enregistrés à Sept-Îles de 1973 à 1987 lors des tempêtes de vents extrêmes.

N°	Moment de l'événement					Vents		Mesures	Prédictions	Écart
	Année	Mois	Jour	HH	MM	Direction (degrés)	V max (km/h)	H mesurée (m)	H prédite (m)	Hm-Hp (m)
9	1981	1	11	5	43			2,91	2,29	0,62
	1981	1	11	11	08			1,19	0,48	0,71
	1981	1	11	17	02			2,65	2,69	-0,04
	1981	1	11	21	00	190	65			
	1981	1	11	23	47			0,37	0,35	0,02
10	1981	11	21	3	34			1,04	0,69	0,35
	1981	11	21	10	15			2,73	2,22	0,51
	1981	11	21	15	57			1,53	0,78	0,75
	1981	11	21	16	00	90	65			
	1981	11	21	21	51			2,87	2,30	0,57
11	1982	3	26	2	00			2,73	2,69	0,04
	1982	3	27	0	00	100	63			
	1982	3	27	2	37			3,33	2,84	0,49
	1982	3	27	9	02			0,19	-0,01	0,20
	1982	3	27	14	58			2,77	2,70	0,07
12	1983	12	7	3	37			2,51	2,14	0,37
	1983	12	7	8	34			1,39	0,52	0,87
	1983	12	7	10	00	80	96			
	1983	12	7	15	03			<b>4,13</b>	2,94	1,19
	1983	12	7	23	05			1,26	0,42	0,84
13	1984	2	29	4	49			2,14	1,87	0,27
	1984	2	29	6	01			1,15	0,61	0,54
	1984	2	29	9	00	80	67			
	1984	2	29	12	44			3,34	2,61	0,73
	1984	2	29	19	47			1,09	0,45	0,64
14	1985	4	17	00	10				2,21	
	1985	4	17	6	05			0,64	0,58	0,06
	1985	4	17	7	00	340	74			
	1985	4	17	12	00			2,35	2,43	-0,08
	1985	4	17	18	39			0,12	0,52	<b>-0,40</b>
15	1986	4	10	2	04			3,24	2,75	0,49
	1986	4	10	8	27			0,72	0,18	0,54
	1986	4	10	14	13	90	93	3,15	2,42	0,73
	1986	4	10	20	30			0,62	0,37	0,25
16	1987	1	23	3	36			0,82	0,63	0,19
	1987	1	23	7	52			2,88	2,37	0,51
	1987	1	23	10	00	70	74			
	1987	1	23	13	30			2,09	0,79	<b>1,30</b>
	1987	1	23	18	19			2,64	1,89	0,76

## 8. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

---

Les analyses réalisées dans la présente étude ont été menées dans le but de circonscrire l'impact des changements climatiques sur les tempêtes hivernales pour le secteur de Port-Cartier. Les données du vent, vitesses et directions, enregistrées à la station météorologique de Sept-Îles ont été analysées statistiquement en utilisant la plus longue série disponible, soit de 1953 à 2006. Les résultats issus de cette analyse ont mis en évidence une nette tendance à la baisse des fréquences des vents de tempêtes, hivernales ou non, dépassant la vitesse horaire d'un seuil de 30 km/h. Ces résultats ont été validés en les comparant aux résultats d'analyses partielles effectuées sur les données similaires de la station de l'aéroport de Baie-Comeau.

Il faut souligner les limites de cette analyse, d'abord :

- les séries utilisées, tant pour Sept-Îles que pour Baie-Comeau, ne sont pas aussi longues que ce qui serait souhaitable (une série de 3 cycles de 30 ans et plus serait idéale) et, de ce fait, n'intègrent pas forcément toute la variabilité inhérente aux changements climatiques;
- les séries utilisées sont restreintes à une localisation géographique de spatialité limitée. Elles ne reflètent pas nécessairement la tendance globale de toute une zone ou région de grande échelle.

Des analyses semblables à celles menées ici devraient être effectuées sur l'ensemble des stations du Québec, voire de toute la zone atlantique pour pouvoir dégager les manifestations éventuelles des changements climatiques et leurs impacts sur l'occurrence effective des tempêtes de vents. Normalement, il s'agit d'un des sujets de recherche du Consortium Ouranos, dont un rapport devrait être publié incessamment.

Concernant l'analyse des surcotes, une estimation de leur ordre de grandeur extrême a été déterminée en utilisant les valeurs mesurées et les prédictions de niveaux marégraphiques de la station de Sept-Îles (SHC). Cette approche n'est pas exhaustive. Une analyse plus étoffée pourrait être effectuée en se basant sur les fetchs, les directions et les vitesses des vents ainsi que sur les pressions barométriques.

En dépit de ces constats, il est estimé que les résultats des analyses effectuées répondent de manière adéquate aux préoccupations qui peuvent concerner le projet de réhabilitation du brise-lames, à l'entrée du port de la Compagnie minière Québec-Cartier. Il convient de rappeler qu'il s'agit ici de renforcer une structure déjà existante afin d'en prolonger la durée de vie utile et ce, selon des cotes sensiblement équivalentes à celles qu'elle possède encore actuellement.



## 9. RÉFÉRENCES

---

COMITE D'EXPERTS DE L'ÉROSION DE LA COTE NORD. 2006. *Évaluation du risque d'érosion du littoral de la cote nord du Saint-Laurent pour la période 1996-2003*. Rapport présenté au comité interministériel sur l'érosion des berges de la cote nord. (site de la conférence des élus).

ENVIRONNEMENT Canada. Site internet :  
<http://www.climate.weatheroffice.ec.gc.ca/climateData/>.

FRANÇOIS MORNEAU. 2004. *L'érosion des côtes de l'estuaire et du golfe Saint-Laurent: enjeux et stratégie d'adaptation, stratégie de recherche*. Symposium organisé par OURANOS a Montréal.

OURANOS. 2004. *S'adapter au changement climatique*. [www.ouranos.ca](http://www.ouranos.ca).

ROBICHAUD, B., J. MULLOCK. 2001. *The weather of Atlantic Canada and Eastern Quebec, NAV Canada*. [www.navcanada.ca](http://www.navcanada.ca)

STEVEN J. LAMBERT. 1996. *Intense extratropical northern hemisphere winter cyclone events: 1899-1991*, Journal of geophysical research, Vol. 101, N0. D16, pages 21,319-21-325.

USA-EPA. Lakes Environmental Software. 1989-2006. Wind Rose Plots for meteorological data, WRPLOT view version 5.3.

The Mathworks Inc. 1984-2006. logiciel Matlab, version 7.2.0.232, R2006a.

## ANNEXE 1

Indicateurs de validité des données météorologiques émises par Environnement Canada

## ANNEXE 1

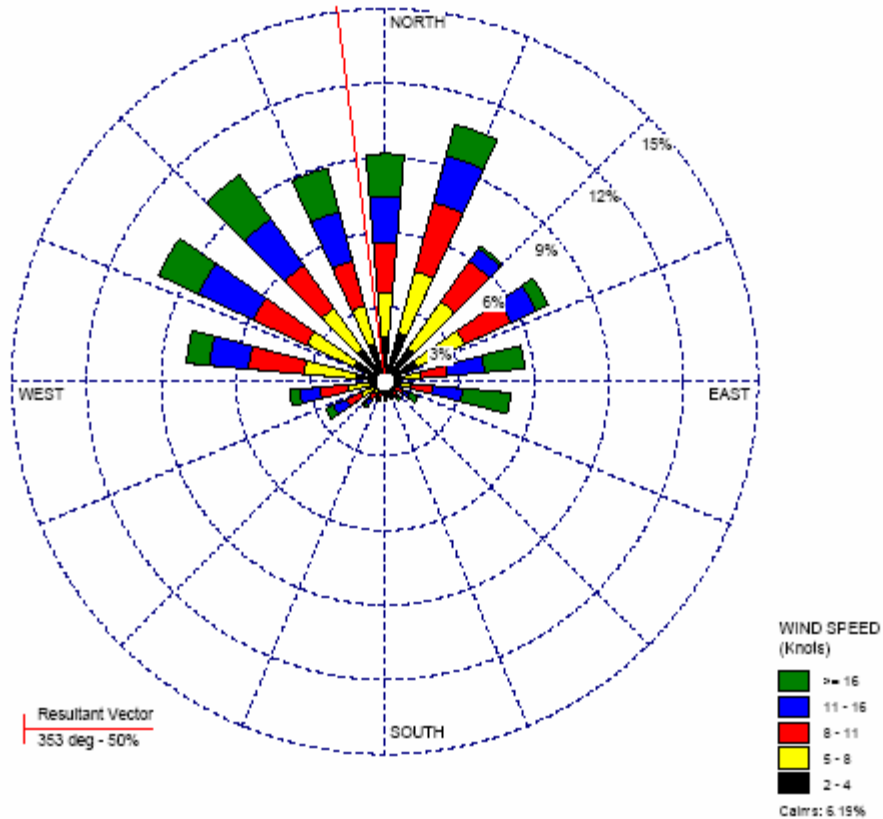
Indicateurs de validité des données météorologiques émises par  
Environnement Canada.

Légende
[vide] = Aucune donnée disponible
M = Données manquantes
E = Valeur estimée
A = Valeur accumulée
C = Précipitation, quantité incertaine
L = des précipitation peuvent avoir eu lieu
F = Valeur accumulée et estimée
N = Température manquante, mais $> 0$
Y = Température manquante, mais $< 0$
S = À plus d'une reprise
T = Trace
* = La valeur affichée est basée sur des données incomplètes.
† = Ces données journalières n'ont subi qu'un contrôle de qualité préliminaire

## ANNEXE 2

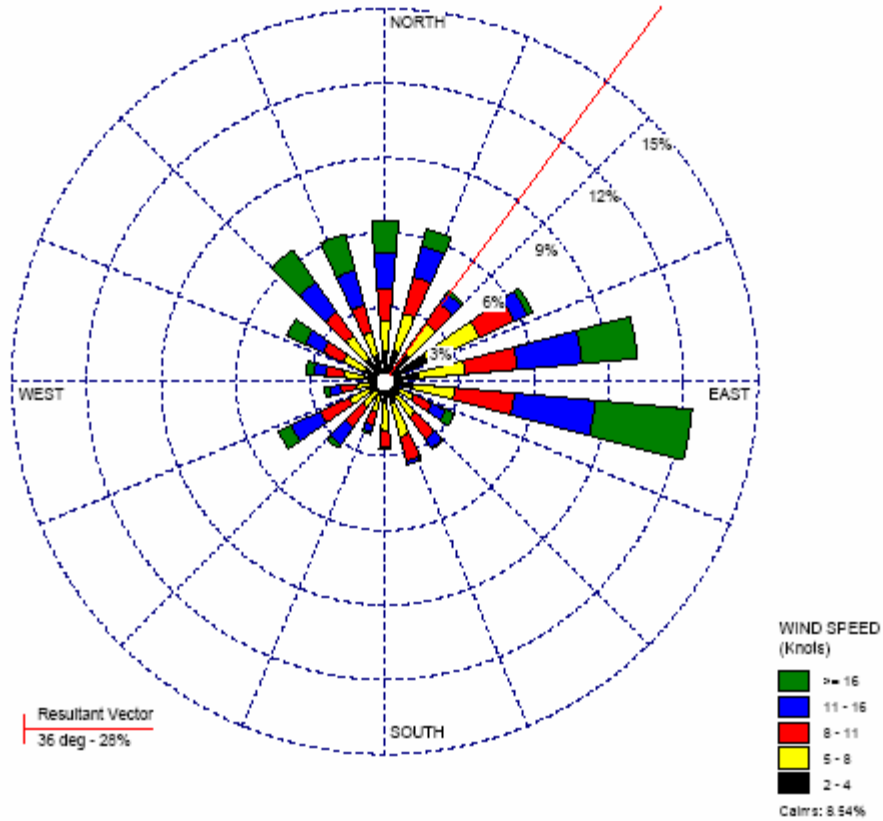
Roses des vents

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



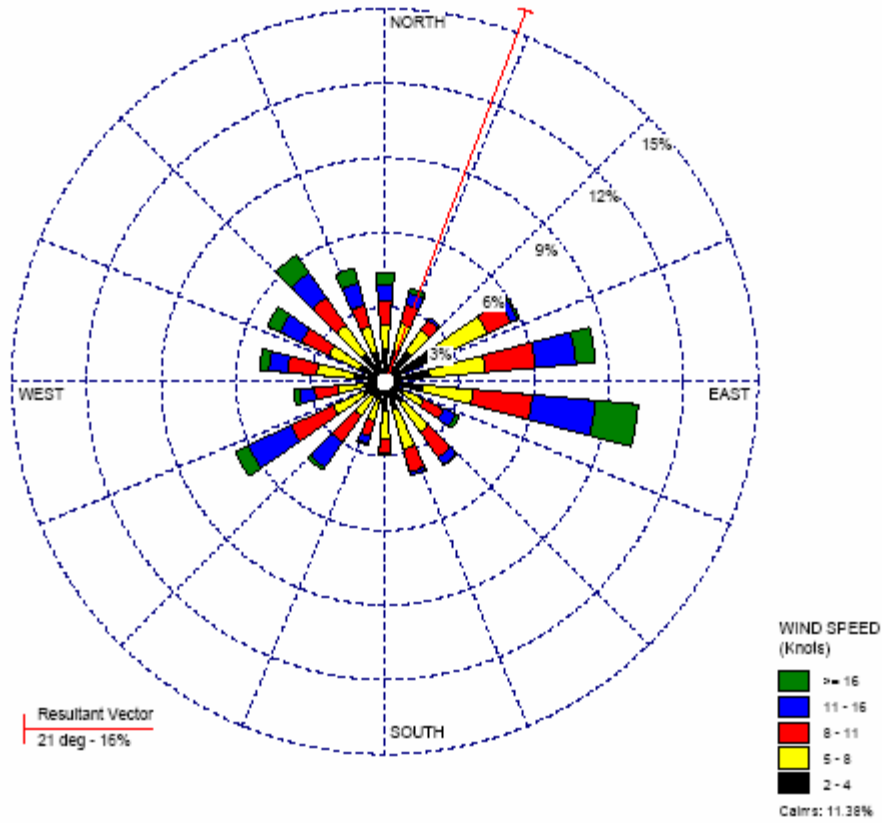
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE SAISON =HIVER	DATA PERIOD: 1953-2006 Check Date Range Report 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: <b>GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP</b>	
	CALM WINDS: 6.19%	MODELER: <b>ZOUBIR BOUAZZA</b>	PROJECT NO: <b>B105057 - 850</b>
	AVG. WIND SPEED: 9.32 Knots	TOTAL COUNT: 116764 hrs. DATE: 24/04/2007	

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



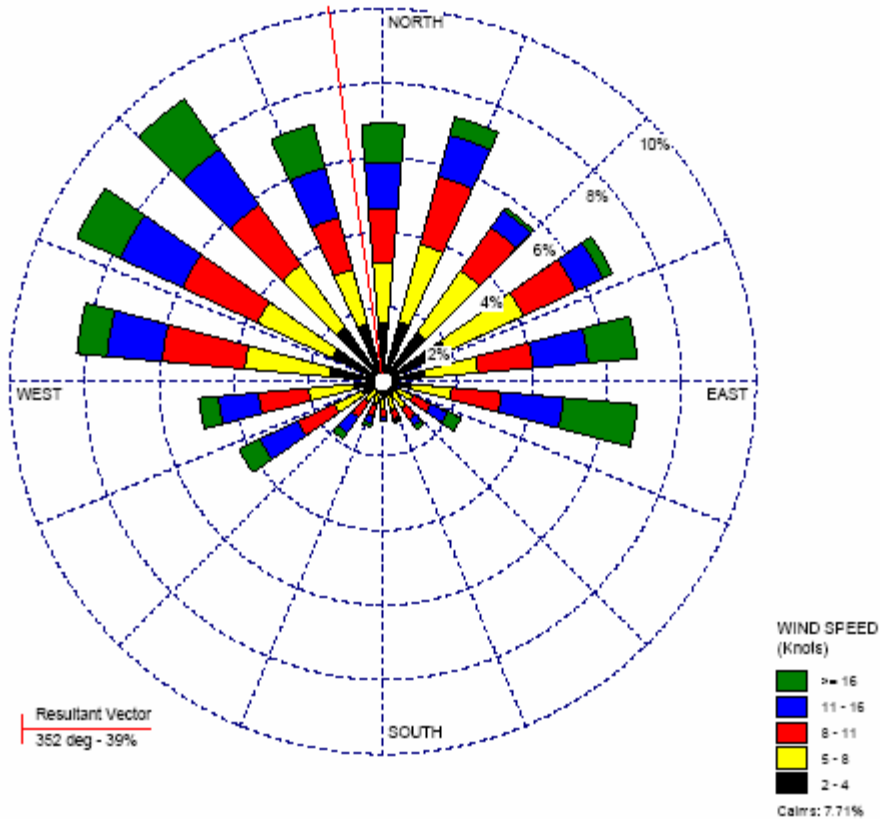
COMMENTS: SAISON=PRINTEMPS	DATA PERIOD: 1953-2006 Mar 21 - Jun 20 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 8.54%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	TOTAL COUNT: 119171 hrs.
	AVG. WIND SPEED: 8.83 Knots	DATE: 06/05/2007	PROJECT NO.: B105057 - 850

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE SAISON - ETE	DATA PERIOD: 1953-2006 Jun 21 - Sep 20 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 11.38%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	TOTAL COUNT: 118970 hrs.
	AVG. WIND SPEED: 7.22 Knots	DATE: 24/04/2007	PROJECT NO.: B105057 - 850

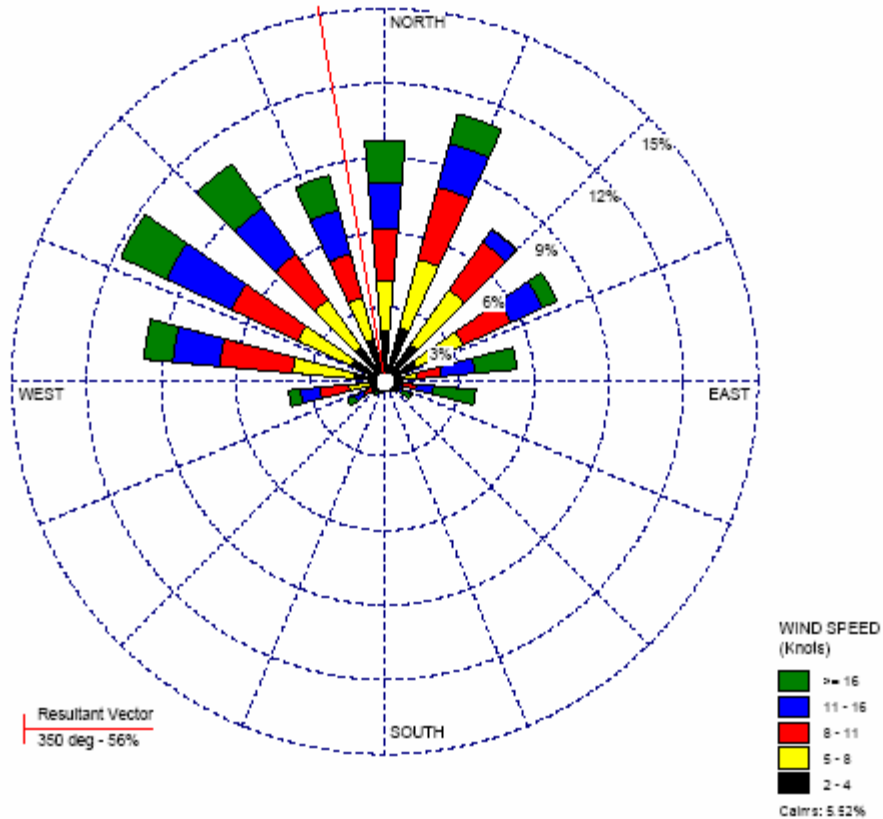
WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE SAISON →AUTOMNE	DATA PERIOD: 1953-2006 Sep 21 - Dec 20 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 7.71%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	TOTAL COUNT: 116397 hrs.
	AVG. WIND SPEED: 8.52 Knots	DATE: 24/04/2007	PROJECT NO.: B105057 - 850

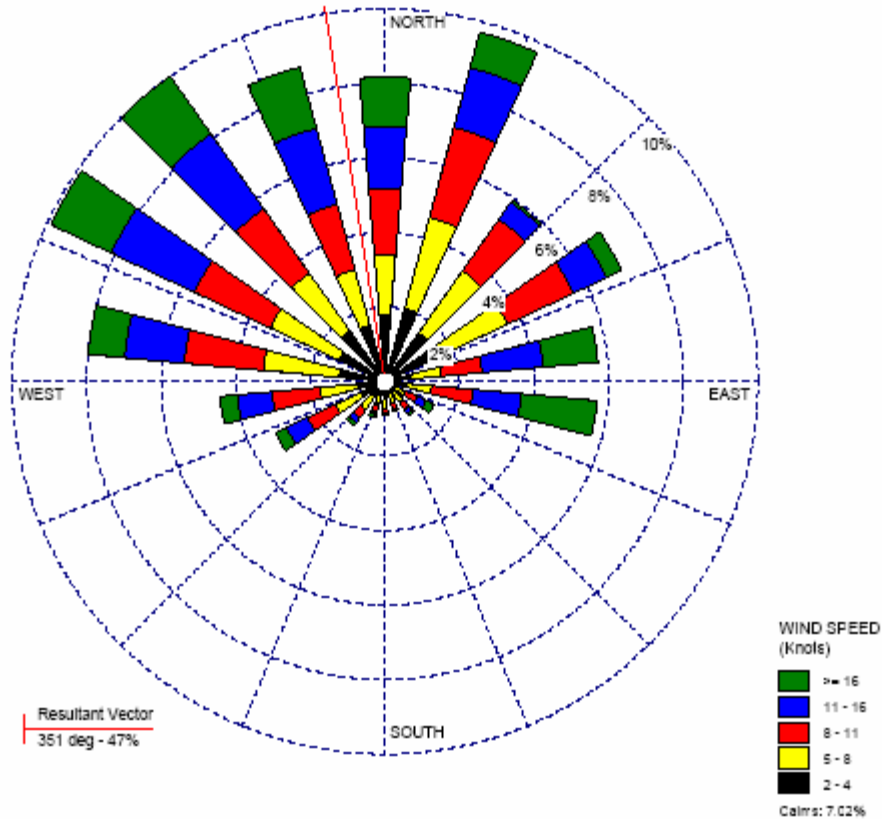


WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



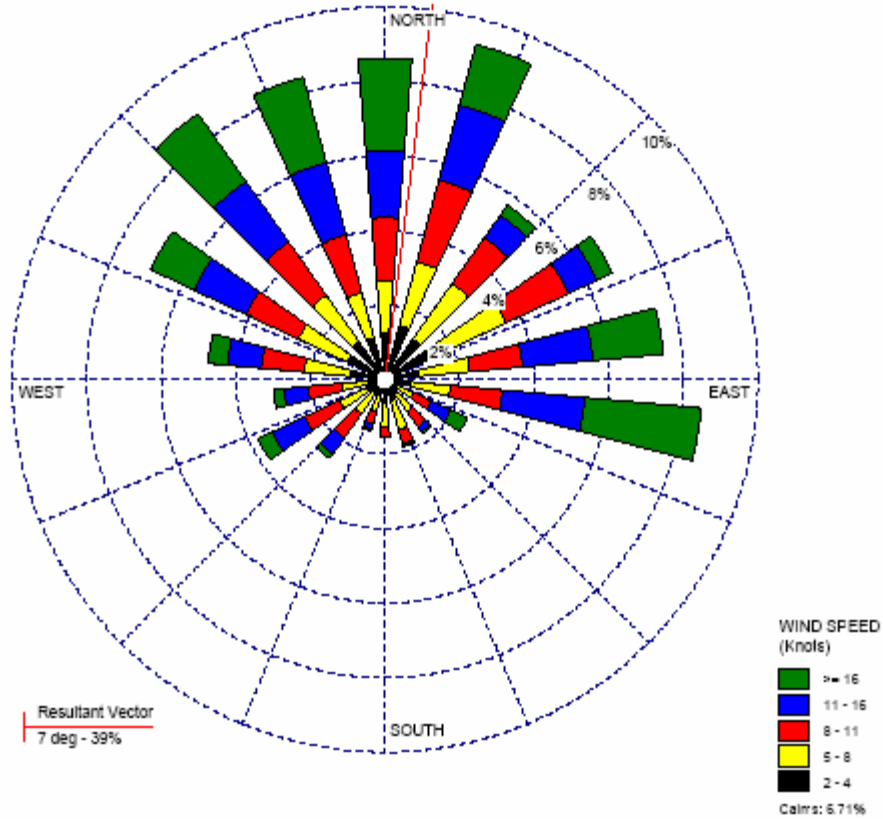
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS - JANVIER	DATA PERIOD: 1953-2006 Jan 1 - Jan 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 5.52%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	TOTAL COUNT: 40157 hrs.
	AVG. WIND SPEED: 9.38 Knots	DATE: 24/04/2007	PROJECT NO.: B105057 - 850

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



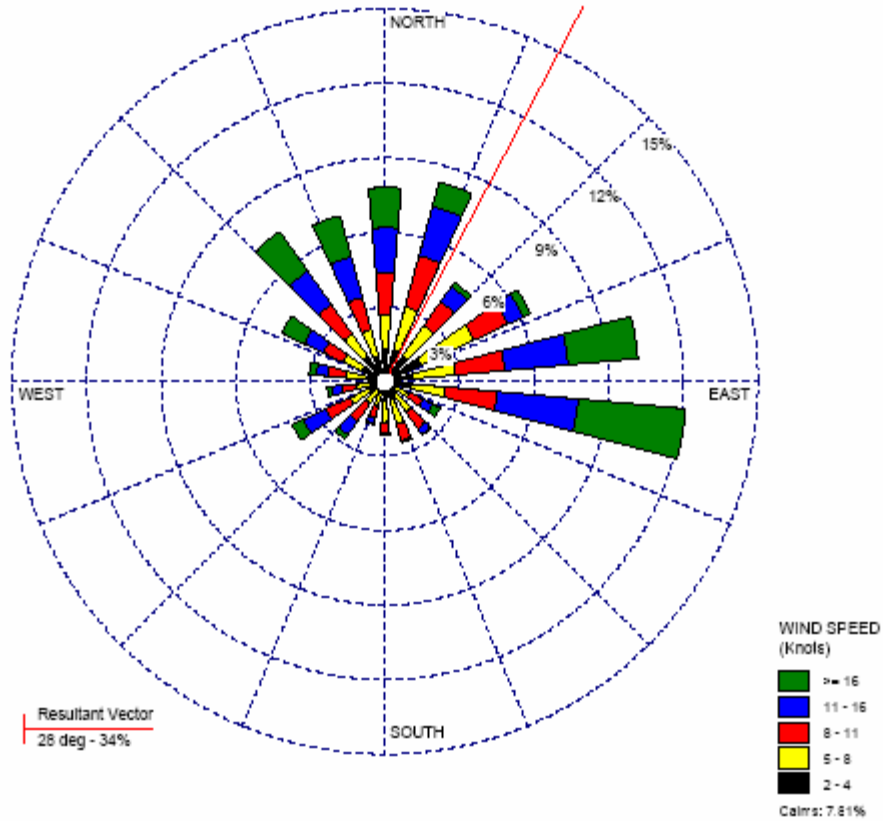
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS =FEVRIER	DATA PERIOD: 1953-2006 Feb 1 - Feb 28 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 7.02%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	TOTAL COUNT: 36272 hrs.
	AVG. WIND SPEED: 8.38 Knots	DATE: 24/04/2007	PROJECT NO.: B105057 - 850

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



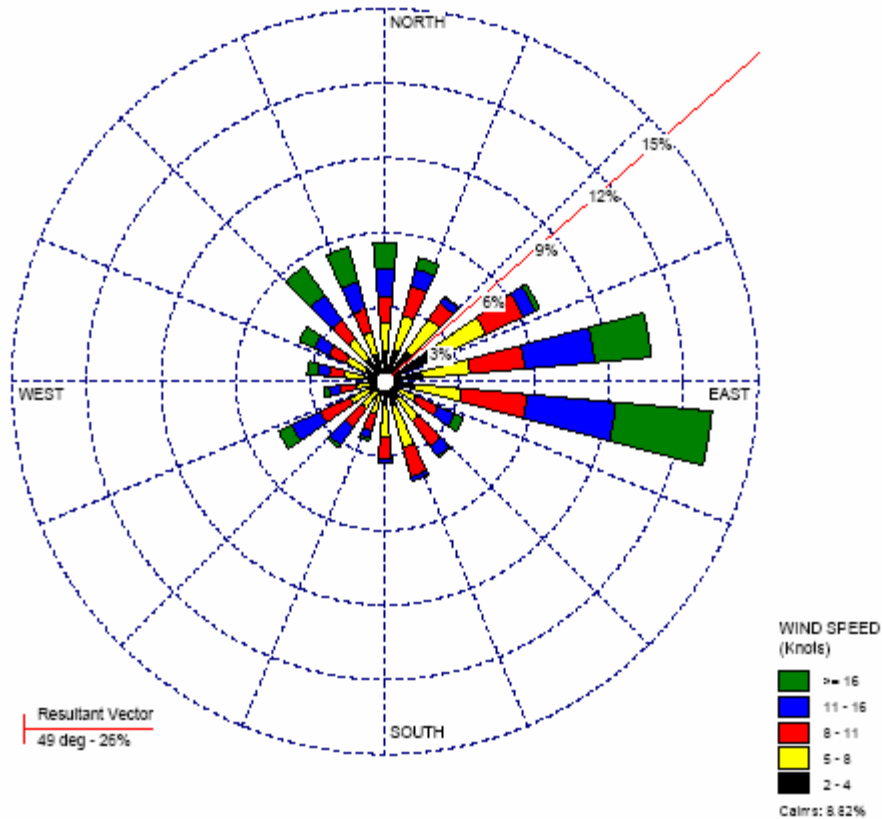
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS =MARS	DATA PERIOD: 1953-2006 Mar 1 - Mar 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 6.71%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 9.62 Knots	TOTAL COUNT: 40138 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



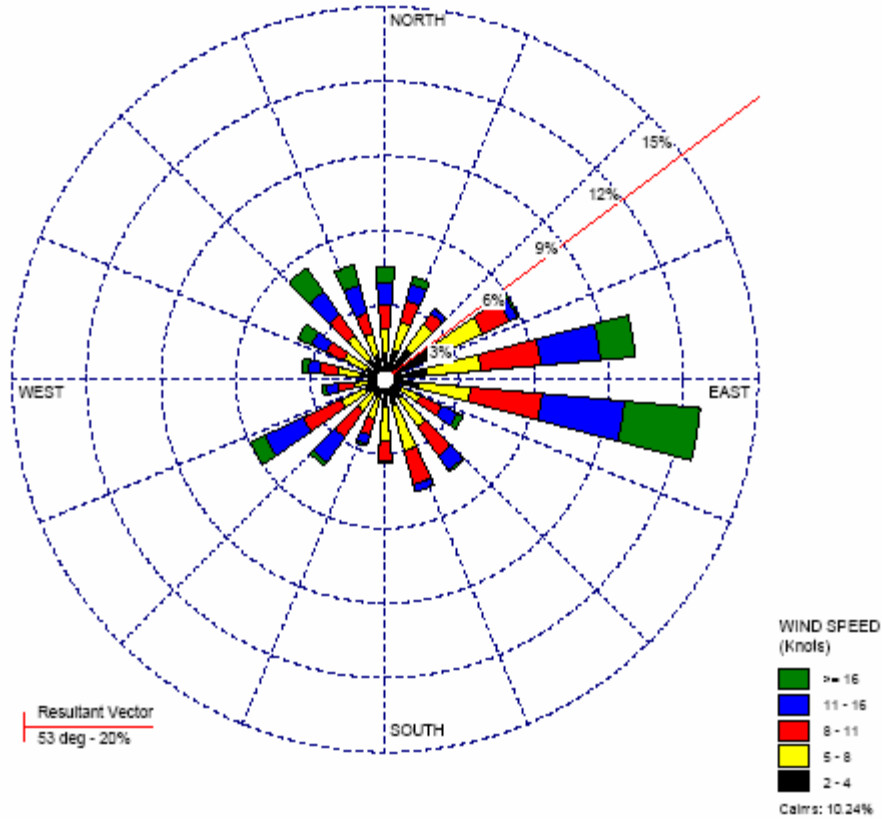
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS =AVRIL	DATA PERIOD: 1953-2006 Apr 1 - Apr 30 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 7.81%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	TOTAL COUNT: 38872 hrs.
	AVG. WIND SPEED: 9.32 Knots	DATE: 24/04/2007	PROJECT NO.: B105057 - 850

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



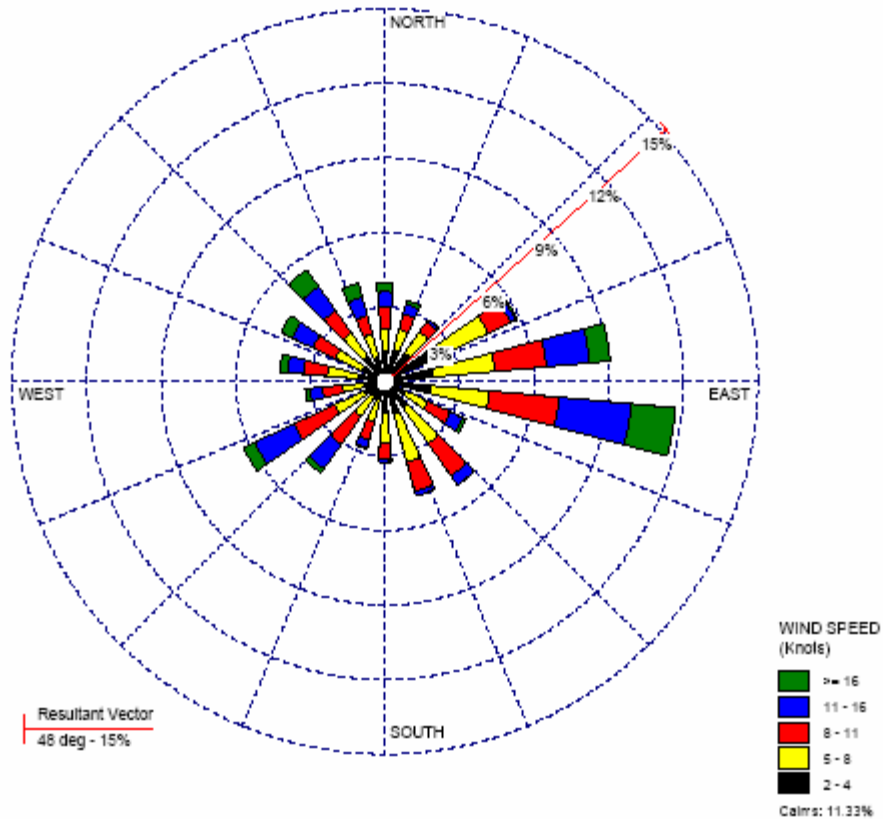
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS =MAI	DATA PERIOD: 1953-2006 May 1 - May 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 8.82%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 8.57 Knots	TOTAL COUNT: 40162 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



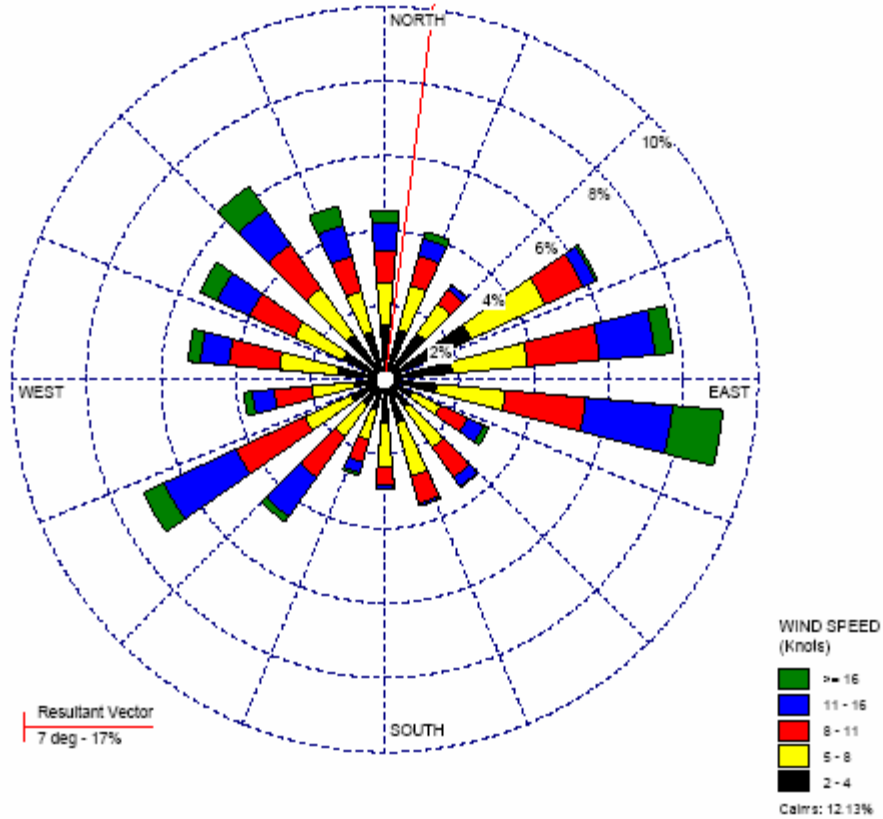
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS = JUIN	DATA PERIOD: 1953-2006 Jun 1 - Jun 30 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 10.24%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 7.32 Knots	TOTAL COUNT: 38864 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS - JUILLET	DATA PERIOD: 1953-2006 Jul 1 - Jul 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 11.33%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 7.15 Knots	TOTAL COUNT: 40156 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

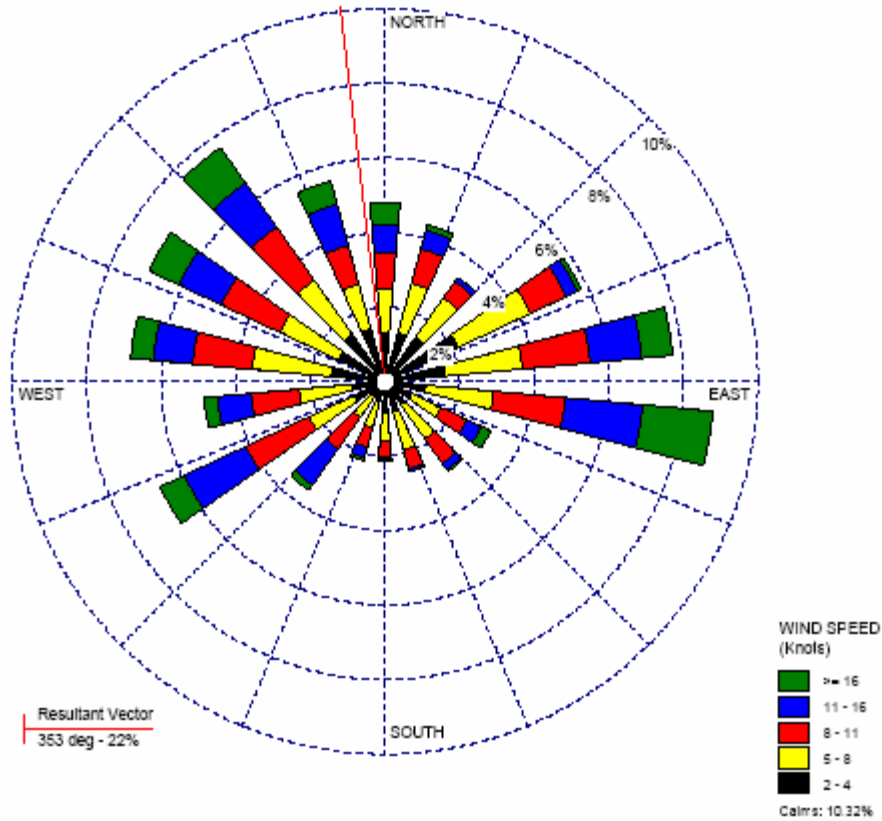
WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS =AOUT	DATA PERIOD: 1953-2006 Aug 1 - Aug 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 12.13%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO.: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 6.37 Knots	TOTAL COUNT: 40121 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

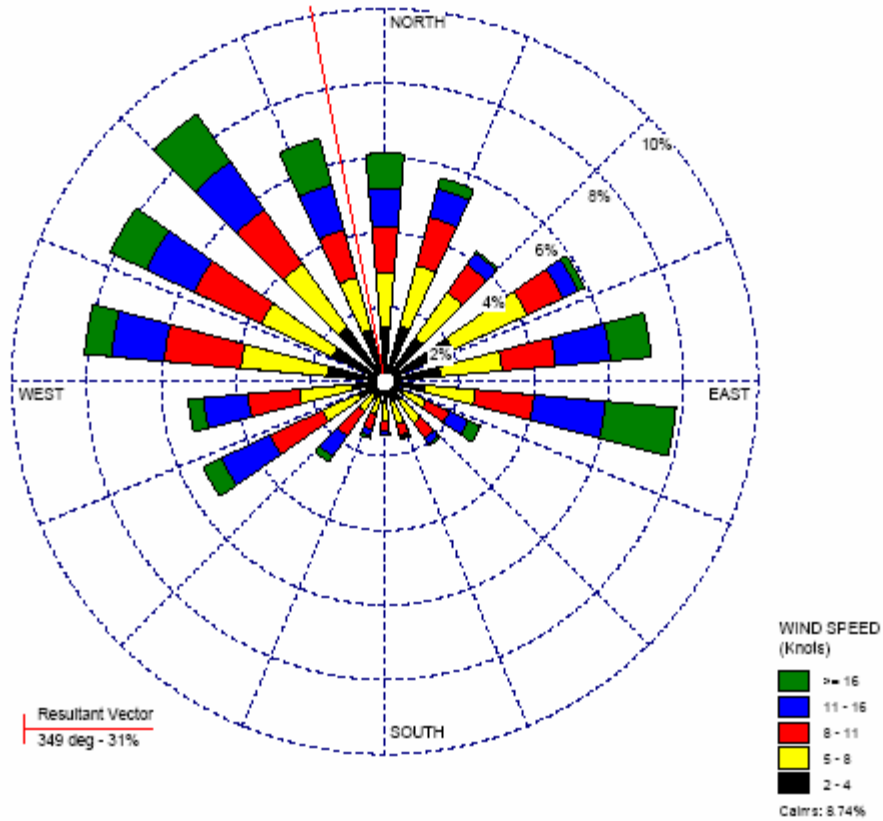


WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



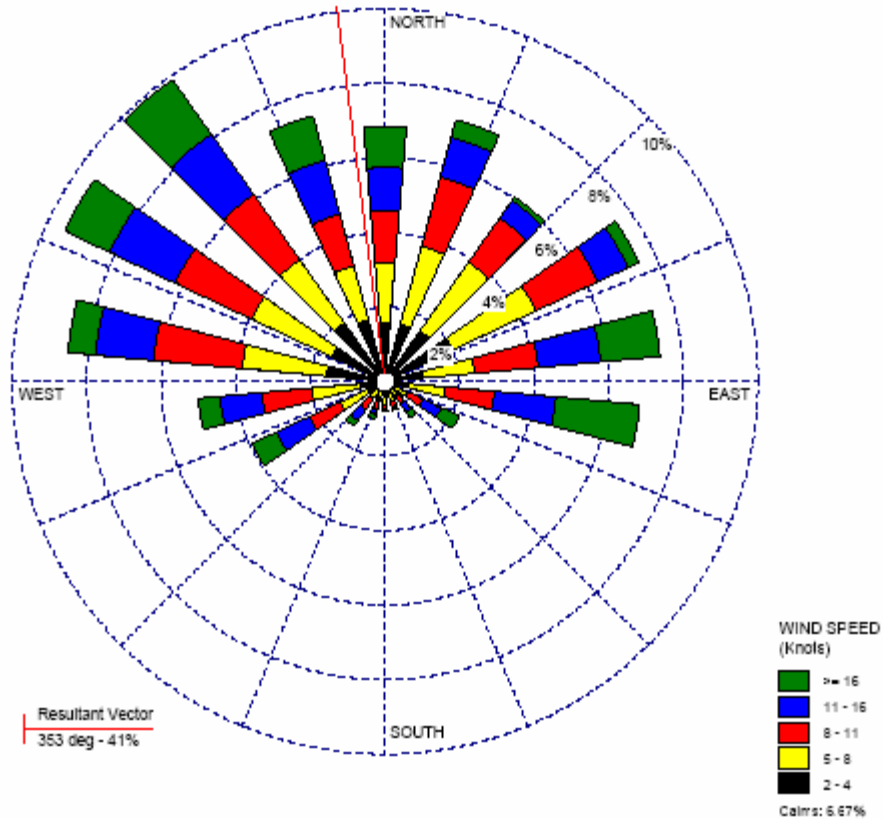
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS -SEPTEMBRE	DATA PERIOD: 1953-2006 Sep 1 - Sep 30 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 10.32%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 7.57 Knots	TOTAL COUNT: 38451 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



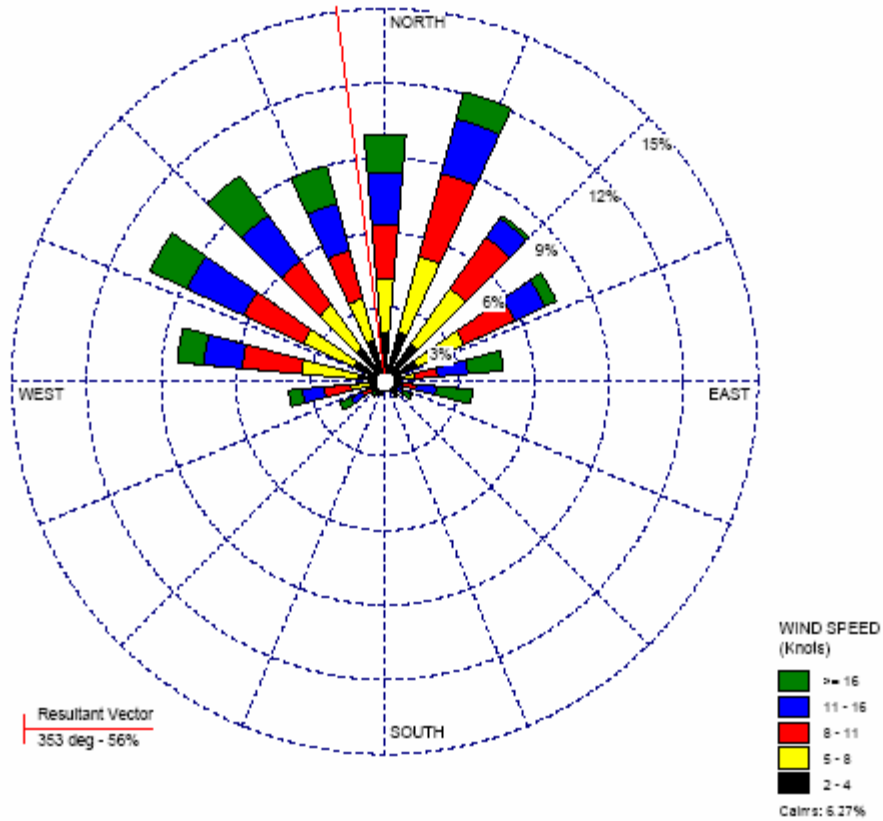
COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS -OCTOBRE	DATA PERIOD: 1953-2006 Oct 1 - Oct 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 8.74%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	TOTAL COUNT: 39142 hrs.
	AVG. WIND SPEED: 8.09 Knots	DATE: 24/04/2007	PROJECT NO.: B105057 - 850

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS =NOVEMBRE	DATA PERIOD: 1953-2006 Nov 1 - Nov 30 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 6.67%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 8.79 Knots	TOTAL COUNT: 38710 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

WIND ROSE PLOT:  
**VENT HORAIRE A LA STATION #7047910 DE SEPT-ILES A.**  
 (Source de Données: ENVIRONNEMENT CANADA).



COMMENTS: N.B.: VENT EN PROVENANCE DE MOIS =DECEMBRE	DATA PERIOD: 1953-2006 Dec 1 - Dec 31 00:00 - 23:00	COMPANY NAME: GENIVAR LIMITED PARTNERSHIP	
	CALM WINDS: 6.27%	MODELER: ZOUBIR BOUAZZA	PROJECT NO: B105057 - 850
	AVG. WIND SPEED: 9.28 Knots	TOTAL COUNT: 39945 hrs.	
		DATE: 24/04/2007	

### ANNEXE 3

Résultats des statistiques des données horaires et journalières des vents de tempêtes enregistrés de 1953 à 2006 à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles

## ANNEXE 3

Résultats des statistiques des données horaires et journalières des vents de tempêtes enregistrés de 1953 à 2006 à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Tableau A3-1 Fréquences annuelles et saisonnières des vents de tempêtes à Sept-Îles, en nombre d'heures par année, vents dépassant la vitesse seuil de 30 km/h.

Année	Sept-Îles				
	Annuelle	Hivernale	Printanière	Estivale	Automnale
1953	1542	562	413	248	319
1954	1488	450	352	243	443
1955	1285	518	165	211	391
1956	1458	405	404	255	394
1957	1865	558	553	287	467
1958	1867	483	591	283	510
1959	2396	773	602	356	665
1960	2453	767	504	467	715
1961	1971	703	494	314	460
1962	2655	810	661	508	676
1963	2932	902	777	480	773
1964	1331	572	204	223	332
1965	1870	688	444	176	562
1966	1623	638	342	206	437
1967	1295	505	413	182	195
1968	1133	361	311	148	313
1969	1371	317	370	278	406
1970	985	263	244	224	254
1971	998	405	200	131	262
1972	1048	338	179	211	320
1973	1027	282	300	103	342
1974	1094	370	328	90	306
1975	831	252	269	80	230
1976	1029	254	316	173	286
1977	1117	356	400	79	282
1978	682	286	167	112	117
1979	763	240	251	73	199
1980	829	257	226	93	253
1981	585	210	168	64	143
1982	1119	414	383	86	236
1983	1141	376	396	115	254
1984	615	155	195	95	170
1985	958	338	271	86	263

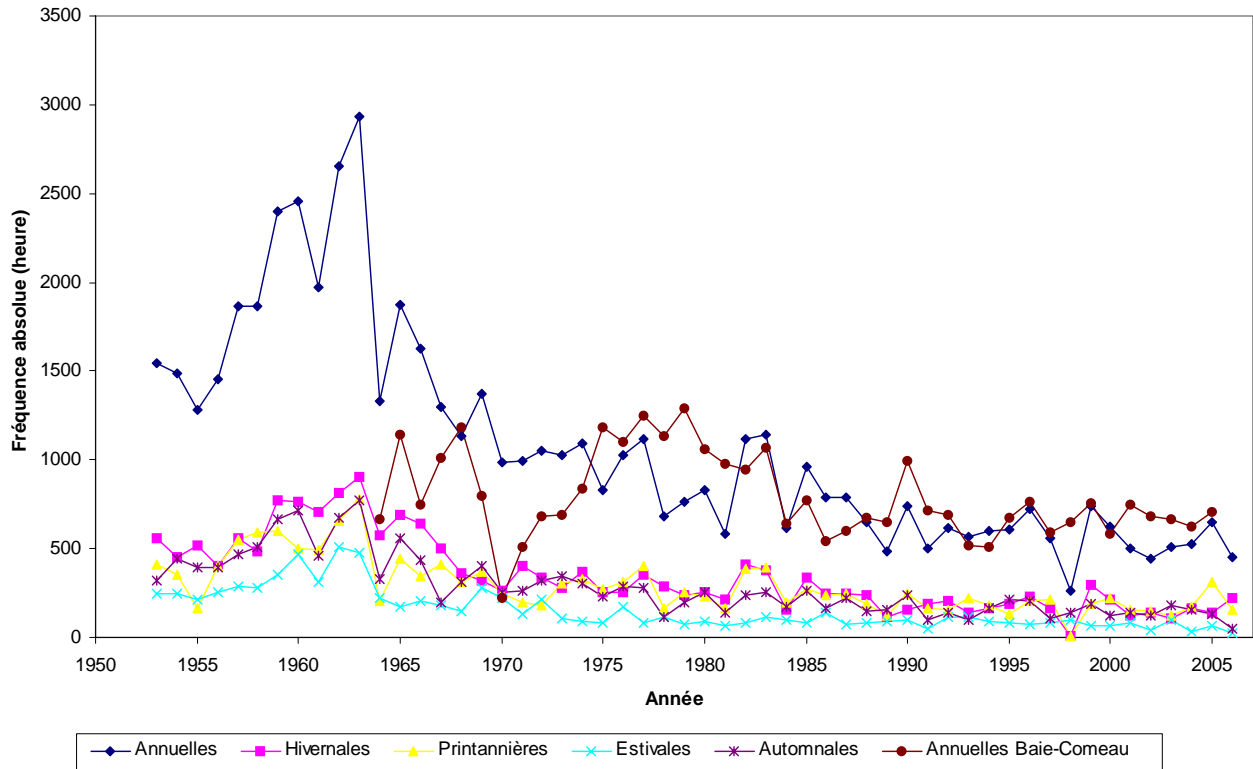
ANNEXE 3 (suite). Résultats des statistiques des données horaires et journalières des vents de tempêtes enregistrés de 1953 à 2006 à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Tableau A3-1 (suite) Fréquences annuelles et saisonnières des vents de tempêtes à Sept-Îles, en nombre d'heures par année, vents dépassant la vitesse seuil de 30 km/h.

Année	Sept-Îles				
	Annuelle	Hivernale	Printanière	Estivale	Automnale
1986	787	245	241	137	164
1987	787	246	243	77	221
1988	653	239	187	81	146
1989	484	112	122	93	157
1990	739	155	247	99	238
1991	500	187	161	50	102
1992	615	203	152	117	143
1993	563	136	219	113	95
1994	602	168	184	89	161
1995	610	187	132	79	212
1996	720	232	207	75	206
1997	561	164	210	81	106
1998	260	12	11	98	139
1999	741	295	188	68	190
2000	622	214	222	62	124
2001	499	125	152	79	143
2002	445	139	144	37	125
2003	510	107	121	100	182
2004	526	162	175	33	156
2005	647	137	309	67	134
2006	454	219	160	25	50
<b>Total</b>	<b>57 681</b>	<b>18492</b>	<b>15680</b>	<b>8340</b>	<b>15169</b>
<b>Moyenne</b>	<b>1 068,2</b>	<b>342,4</b>	<b>290,4</b>	<b>154,4</b>	<b>280,9</b>

ANNEXE 3 (suite). Résultats des statistiques des données horaires et journalières des vents de tempêtes enregistrés de 1953 à 2006 à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Figure A3-1 Fréquences annuelles et saisonnières des vents de tempêtes à Sept-Îles et à Baie-Comeau, en nombre d'heures par année, vents dépassant la vitesse seuil de 30 km/h.





ANNEXE 3 (suite). Résultats des statistiques des données horaires et journalières des vents de tempêtes enregistrés de 1953 à 2006 à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Tableau A3-2 Fréquences annuelles et saisonnières des vents de tempêtes à Sept-Îles, en nombre de jours par année, vents dépassant la vitesse seuil de 30 km/h en moyenne par jour.

Année	Saison				
	Toutes	Hiver	Printemps	Été	Automne
1953	24	14	6	2	2
1954	19	5	6	2	6
1955	17	10	0	1	6
1956	16	5	3	3	5
1957	36	11	11	4	10
1958	34	10	12	3	9
1959	59	22	11	7	19
1960	58	23	11	7	17
1961	46	20	12	5	9
1962	70	25	14	9	22
1963	94	33	25	11	25
1964	26	17	2	2	5
1965	40	22	7	0	11
1966	37	17	7	2	11
1967	19	9	7	1	2
1968	21	8	7	1	5
1969	26	8	5	3	10
1970	14	4	3	3	4
1971	17	8	3	1	5
1972	15	7	0	2	6
1973	18	4	6	0	8
1974	21	5	8	0	8
1975	9	3	5	0	1
1976	19	4	7	2	6
1977	24	6	12	0	6
1978	10	6	3	1	0
1979	15	5	5	0	5
1980	17	6	4	1	6
1981	11	5	4	1	1
1982	20	13	6	0	1
1983	31	12	9	2	8
1984	7	3	2	0	2

ANNEXE 3 (suite). Résultats des statistiques des données horaires et journalières des vents de tempêtes enregistrés de 1953 à 2006 à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

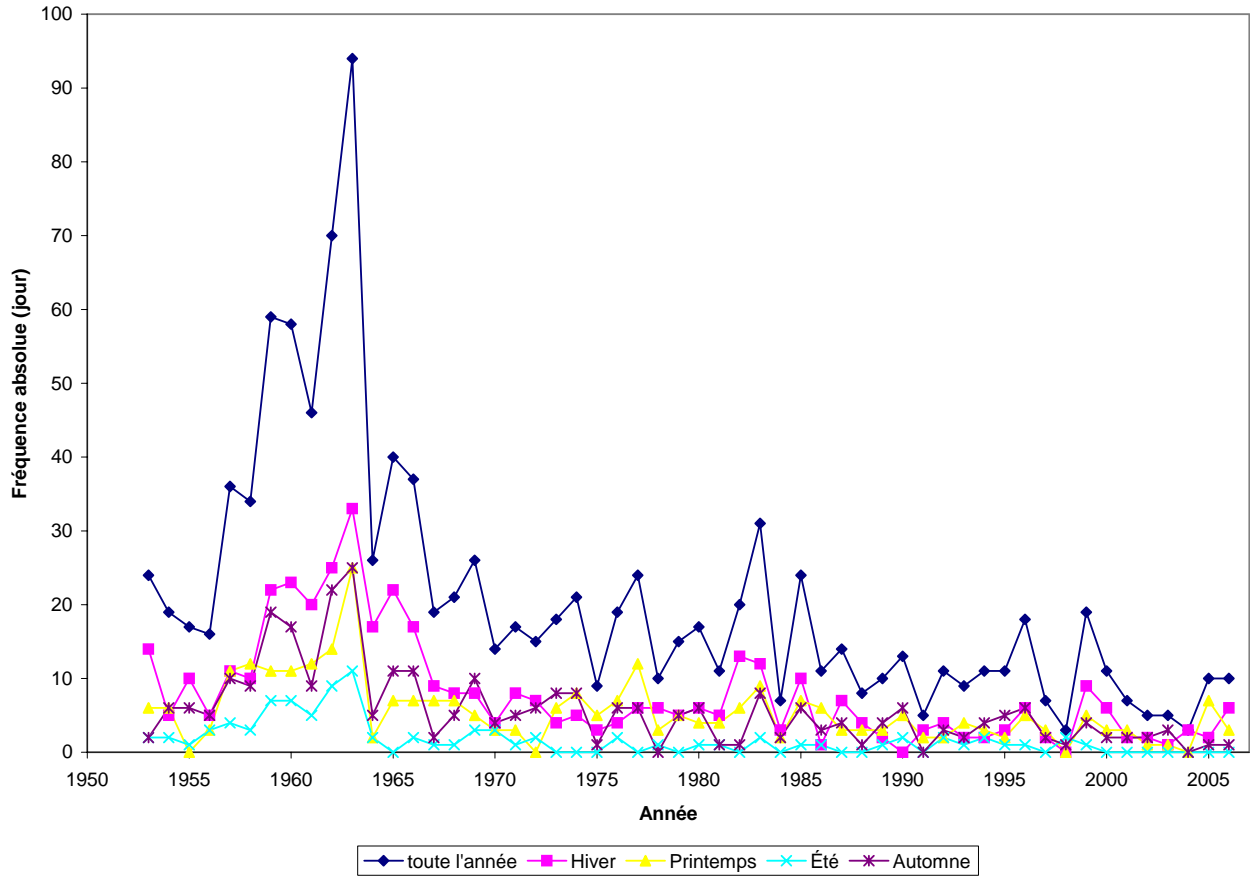
Tableau A3-2 (suite) Fréquences annuelles et saisonnières des vents de tempêtes à Sept-Îles, en nombre de jours par année, vents dépassant la vitesse seuil de 30 km/h en moyenne par jour.

Année	Saison				
	Toutes	Hiver	Printemps	Été	Automne
1985	24	10	7	1	6
1986	11	1	6	1	3
1987	14	7	3	0	4
1988	8	4	3	0	1
1989	10	2	3	1	4
1990	13	0	5	2	6
1991	5	3	2	0	0
1992	11	4	2	2	3
1993	9	2	4	1	2
1994	11	2	3	2	4
1995	11	3	2	1	5
1996	18	6	5	1	6
1997	7	2	3	0	2
1998	3	0	0	2	1
1999	19	9	5	1	4
2000	11	6	3	0	2
2001	7	2	3	0	2
2002	5	2	1	0	2
2003	5	1	1	0	3
2004	3	3	0	0	0
2005	10	2	7	0	1
2006	10	6	3	0	1
<b>Total</b>	<b>1 115</b>	<b>427</b>	<b>294</b>	<b>91</b>	<b>303</b>
<b>Moyenne</b>	<b>20,6</b>	<b>7,9</b>	<b>5,4</b>	<b>1,7</b>	<b>5,6</b>

ANNEXE 3 (fin).

Résultats des statistiques des données horaires et journalières des vents de tempêtes enregistrés de 1953 à 2006 à la station météorologique de l'aéroport de Sept-Îles.

Figure A3-2 Fréquences annuelles et saisonnières des vents de tempêtes à Sept-Îles, en nombre de jours par année, vents dépassant la vitesse seuil de 30 km/h en moyenne par jour.



## ANNEXE 4

Résultats complets des ajustements statistiques des vents extrêmes de la station météorologique de  
l'aéroport de Sept-Îles, Période 1953-2006  
(logiciel HYDSTAT)

```

1***** HYDSTAT
*****
***** Version 1.72
*****
***** COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS
*****

```

```

PROJECT: VMAX_7IL.TXT
User:
Date: 05/05/2007 Saturday
Time: 19:57:03
Input: VMAX_7IL.TXT
Output: VMAX_7IL.RES

```

DATA CONTAINED IN: VMAX\_7IL.TXT

yrs	UNSORTED				SORTED			
	V km/h	Rank	Plotting Position	Plotted Period yrs	V km/h	Rank	Plotting Position	Plotted Period yrs
	79.64	15	.2727	3.667	101.86	1	.0182	55.000
	70.38	36	.6545	1.528	96.30	2	.0364	27.500
	79.64	15	.2727	3.667	96.30	3	.0545	18.333
	72.23	31	.5636	1.774	96.30	4	.0727	13.750
	72.23	31	.5636	1.774	96.30	5	.0909	11.000
	90.75	8	.1455	6.875	96.30	6	.1091	9.167
	83.34	12	.2182	4.583	92.60	7	.1273	7.857
	101.86	1	.0182	55.000	90.75	8	.1455	6.875
	79.64	15	.2727	3.667	90.75	9	.1636	6.111
	96.30	2	.0364	27.500	88.90	10	.1818	5.500
	88.90	10	.1818	5.500	85.19	11	.2000	5.000
	79.64	15	.2727	3.667	83.34	12	.2182	4.583
	79.64	15	.2727	3.667	83.34	13	.2364	4.231
	79.64	15	.2727	3.667	81.49	14	.2545	3.929
	72.23	31	.5636	1.774	79.64	15	.2727	3.667
	96.30	2	.0364	27.500	79.64	16	.2909	3.438
	96.30	2	.0364	27.500	79.64	17	.3091	3.235
	64.82	45	.8182	1.222	79.64	18	.3273	3.056
	96.30	2	.0364	27.500	79.64	19	.3455	2.895
	81.49	14	.2545	3.929	79.64	20	.3636	2.750
	61.12	50	.9091	1.100	74.08	21	.3818	2.619
	68.52	41	.7455	1.341	74.08	22	.4000	2.500
	74.08	21	.3818	2.619	74.08	23	.4182	2.391
	90.75	8	.1455	6.875	74.08	24	.4364	2.292
	85.19	11	.2000	5.000	74.08	25	.4545	2.200
	74.08	21	.3818	2.619	74.08	26	.4727	2.115
	70.38	36	.6545	1.528	74.08	27	.4909	2.037
	70.38	36	.6545	1.528	74.08	28	.5091	1.964
	64.82	45	.8182	1.222	74.08	29	.5273	1.897
	62.97	49	.8909	1.122	74.08	30	.5455	1.833
	96.30	2	.0364	27.500	72.23	31	.5636	1.774
	66.67	42	.7636	1.310	72.23	32	.5818	1.719

74.08	21	.3818	2.619	72.23	33	.6000	1.667
92.60	7	.1273	7.857	72.23	34	.6182	1.618
74.08	21	.3818	2.619	72.23	35	.6364	1.571
70.38	36	.6545	1.528	70.38	36	.6545	1.528
55.56	52	.9455	1.058	70.38	37	.6727	1.486
66.67	42	.7636	1.310	70.38	38	.6909	1.447
59.26	51	.9273	1.078	70.38	39	.7091	1.410
64.82	45	.8182	1.222	70.38	40	.7273	1.375
72.23	31	.5636	1.774	68.52	41	.7455	1.341
72.23	31	.5636	1.774	66.67	42	.7636	1.310
74.08	21	.3818	2.619	66.67	43	.7818	1.279
74.08	21	.3818	2.619	66.67	44	.8000	1.250
83.34	12	.2182	4.583	64.82	45	.8182	1.222
46.30	54	.9818	1.019	64.82	46	.8364	1.196
74.08	21	.3818	2.619	64.82	47	.8545	1.170
74.08	21	.3818	2.619	64.82	48	.8727	1.146
64.82	45	.8182	1.222	62.97	49	.8909	1.122
74.08	21	.3818	2.619	61.12	50	.9091	1.100
66.67	42	.7636	1.310	59.26	51	.9273	1.078
70.38	36	.6545	1.528	55.56	52	.9455	1.058
74.08	21	.3818	2.619	53.71	53	.9636	1.038
53.71	53	.9636	1.038	46.30	54	.9818	1.019

NOTE THAT THE UNSORTED LISTING WILL GIVE THE SAME RANK TO IDENTICAL VALUES OCCURRING IN THE INPUT DATA FILE. THE SORTED LISTING SHOWS ALL RANKS.

```

1*****
***** HYDSTAT
*****
***** Version 1.72
*****
***** COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS
*****

```

```

PROJECT: VMAX_7IL.TXT
User:
Date: 05/05/2007 Saturday
Time: 19:57:03
Input: VMAX_7IL.TXT
Output: VMAX_7IL.RES

```

```

Mean = 75.52 Maximum Input Value = 101.86
Std Dev = 11.85 Minimum Input Value = 46.30
Skew = .227460 Number of Points = 54

```

```

===== EXTREME VALUE TYPE I (GUMBEL) DISTRIBUTION
=====

```

Tr yrs	V km/h	GUMBEL FREQUENCY FACTOR	V 90% CONFIDENCE LIMITS	
			Lower km/h	Upper km/h
1000	140.066	5.4450	130.838	152.676
500	133.022	4.8508	124.725	144.333

200	123.703	4.0646	116.620	133.310
100	116.638	3.4687	110.458	124.973
50	109.548	2.8706	104.246	116.633
25	102.405	2.2680	97.946	108.273
10	92.777	1.4557	89.326	97.132
5	85.156	.8129	82.291	88.527
2	73.647	-.1581	70.892	76.303
1.01	54.395	-1.7821	49.457	58.226

```

1***** HYDSTAT
*****
***** Version 1.72
*****
***** COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS
*****

```

```

PROJECT: VMAX_7IL.TXT
User:
Date: 05/05/2007 Saturday
Time: 19:57:03
Input: VMAX_7IL.TXT
Output: VMAX_7IL.RES

```

```

Mean = 75.52 Maximum Input Value = 101.86
Std Dev = 11.85 Minimum Input Value = 46.30
Skew = .227460 Number of Points = 54

```

```

===== EXTREME VALUE TYPE I (GUMBEL) DISTRIBUTION
=====
===== CHI-SQUARE TEST FOR GOODNESS-OF-FIT
=====

```

CLASS	CLASS LIMITS km/h		NUMBER OF VALUES		(Oi-Ei) <sup>2</sup> ----- Ei
	Lower	Upper	Expected "Ei"	Observed "Oi"	
1	.00	64.00	9.00	6	1.000
2	64.00	68.97	9.00	8	.111
3	68.97	73.65	9.00	10	.111
4	73.65	79.09	9.00	10	.111
5	79.09	87.21	9.00	10	.111
6	87.21	infinity	9.00	10	.111

COMPUTED CHI-SQUARE = 1.56

CHI-SQUARE FROM TABLE = 6.25

CONCLUDE: Based on Chi-Square (Goodness-of-Fit) Results,

the EXTREME VALUE TYPE I (GUMBEL) DISTRIBUTION  
DOES apply to the input data.

Note that Chi-Square results are dependent on the  
number of class intervals used!

```
1*****
*****                                HYDSTAT
*****
*****                                Version 1.72
*****
*****                                COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS
*****
```

```
PROJECT: VMAX_7IL.TXT
User:
Date: 05/05/2007 Saturday
Time: 19:57:03
Input: VMAX_7IL.TXT
Output: VMAX_7IL.RES
```

```
MeanL = 1.872738      Maximum Input Value = 101.86
StdDevL = .069144    Minimum Input Value = 46.30
SkewL = -.292594     Number of Points = 54
SkewAdj = -.212003   Generalized Map Skew = .00
```

```
===== LOG-PEARSON TYPE III DISTRIBUTION
=====
```

Tr yrs	V km/h	LOG- PEARSON TYPE III FREQUENCY FACTOR	V 90% CONFIDENCE LIMITS	
			Lower km/h	Upper km/h
1000	116.342	2.7912	108.511	127.675
500	113.255	2.6223	105.973	123.714
200	108.911	2.3767	102.377	118.182
100	105.377	2.1695	99.427	113.722
50	101.569	1.9383	96.223	108.961
25	97.408	1.6756	92.683	103.815
10	91.123	1.2567	87.241	96.182
5	85.413	.8502	82.160	89.428
2	75.020	.0353	72.369	77.790
1.01	50.211	-2.4867	46.135	53.524

```
1*****
*****                                HYDSTAT
*****
*****                                Version 1.72
*****
```



\*\*\*\*\* COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS \*\*\*\*\*

PROJECT: VMAX\_7IL.TXT  
 User:  
 Date: 05/05/2007 Saturday  
 Time: 19:57:03  
 Input: VMAX\_7IL.TXT  
 Output: VMAX\_7IL.RES

MeanL = 1.872738      Maximum Input Value = 101.86  
 StdDevL = .069144      Minimum Input Value = 46.30  
 SkewL = -.292594      Number of Points = 54  
 SkewAdj = -.212003      Generalized Map Skew = .00

===== LOG-PEARSON TYPE III DISTRIBUTION  
 =====  
 ===== CHI-SQUARE TEST FOR GOODNESS-OF-FIT  
 =====

CLASS	CLASS LIMITS km/h		NUMBER OF VALUES		(Oi-Ei) ----- Ei
	Lower	Upper	Expected "Ei"	Observed "Oi"	
1	.00	63.75	9.00	6	1.000
2	63.75	69.94	9.00	8	.111
3	69.94	75.02	9.00	20	13.444
4	75.02	80.28	9.00	6	1.000
5	80.28	87.28	9.00	4	2.778
6	87.28	infinity	9.00	10	.111

COMPUTED CHI-SQUARE = 18.44

CHI-SQUARE FROM TABLE = 4.61

CONCLUDE: Based on Chi-Square (Goodness-of-Fit) Results,  
 the LOG-PEARSON TYPE III DISTRIBUTION  
 does NOT apply to the input data.

Note that Chi-Square results are dependent on the  
 number of class intervals used!

1\*\*\*\*\* HYDSTAT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* Version 1.72 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

PROJECT: VMAX\_7IL.TXT  
 User:  
 Date: 05/05/2007 Saturday  
 Time: 19:57:03  
 Input: VMAX\_7IL.TXT  
 Output: VMAX\_7IL.RES

MeanL = 1.872738      Maximum Input Value = 101.86  
 StdDevL = .069144      Minimum Input Value = 46.30  
 SkewL = -.292594      Number of Points = 54

=====  
 =====

LOG-NORMAL DISTRIBUTION

Tr yrs	V km/h	LOG- NORMAL FREQUENCY FACTOR	V 90% CONFIDENCE LIMITS	
			Lower km/h	Upper km/h
1000	122.020	3.0905	113.147	135.025
500	117.970	2.8785	109.845	129.775
200	112.427	2.5762	105.290	122.656
100	108.049	2.3268	101.660	117.091
50	103.460	2.0542	97.818	111.319
25	98.586	1.7511	93.689	105.265
10	91.488	1.2817	87.560	96.619
5	85.294	.8415	82.052	89.289
2	74.600	.0000	71.955	77.342
1.01	51.475	-2.3305	47.495	54.714

1\*\*\*\*\* HYDSTAT \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* Version 1.72 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\* COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS \*\*\*\*\*  
 \*\*\*\*\*

PROJECT: VMAX\_7IL.TXT  
 User:  
 Date: 05/05/2007 Saturday  
 Time: 19:57:03  
 Input: VMAX\_7IL.TXT  
 Output: VMAX\_7IL.RES

MeanL = 1.872738      Maximum Input Value = 101.86  
 StdDevL = .069144      Minimum Input Value = 46.30  
 SkewL = -.292594      Number of Points = 54

=====  
 =====  
 =====  
 =====

LOG-NORMAL DISTRIBUTION

CHI-SQUARE TEST FOR GOODNESS-OF-FIT

CLASS	CLASS LIMITS km/h		NUMBER OF VALUES		$\frac{2}{(O_i - E_i)}$
	Lower	Upper	Expected "Ei"	Observed "Oi"	
1	.00	63.95	9.00	6	1.000
2	63.95	69.66	9.00	8	.111
3	69.66	74.60	9.00	20	13.444
4	74.60	79.89	9.00	6	1.000
5	79.89	87.02	9.00	4	2.778
6	87.02	infinity	9.00	10	.111

COMPUTED CHI-SQUARE = 18.44

CHI-SQUARE FROM TABLE = 6.25

CONCLUDE: Based on Chi-Square (Goodness-of-Fit) Results,  
the LOG-NORMAL DISTRIBUTION  
does NOT apply to the input data.

Note that Chi-Square results are dependent on the  
number of class intervals used!

```

1***** HYDSTAT *****
*****
***** Version 1.72 *****
*****
***** COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS *****
*****

```

```

PROJECT: VMAX_7IL.TXT
User:
Date: 05/05/2007 Saturday
Time: 19:57:03
Input: VMAX_7IL.TXT
Output: VMAX_7IL.RES

```

```

Mean = 75.52 Maximum Input Value = 101.86
Std Dev = 11.85 Minimum Input Value = 46.30
Skew = .227460 Number of Points = 54

```

===== NORMAL DISTRIBUTION =====

Tr yrs	V km/h	NORMAL FREQUENCY FACTOR	90% CONFIDENCE LIMITS	
			Lower km/h	Upper km/h
1000	112.156	3.0905	106.535	119.696
500	109.642	2.8785	104.329	116.743
200	106.059	2.5762	101.176	112.542

100	103.102	2.3268	98.564	109.086
50	99.871	2.0542	95.696	105.322
25	96.278	1.7511	92.485	101.159
10	90.714	1.2817	87.447	94.777
5	85.495	.8415	82.610	88.903
2	75.520	.0000	72.832	78.209
1.01	47.894	-2.3305	41.903	52.438

```

1***** HYDSTAT
*****
***** Version 1.72
*****
***** COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS
*****

```

```

PROJECT: VMAX_7IL.TXT
User:
Date: 05/05/2007 Saturday
Time: 19:57:03
Input: VMAX_7IL.TXT
Output: VMAX_7IL.RES

```

```

Mean = 75.52 Maximum Input Value = 101.86
Std Dev = 11.85 Minimum Input Value = 46.30
Skew = .227460 Number of Points = 54

```

```

=====
NORMAL DISTRIBUTION
=====
=====
CHI-SQUARE TEST FOR GOODNESS-OF-FIT
=====

```

CLASS	CLASS LIMITS km/h		NUMBER OF VALUES		<sup>2</sup>
	Lower	Upper	Expected "Ei"	Observed "Oi"	(Oi-Ei) ----- Ei
1	.00	64.05	9.00	6	1.000
2	64.05	70.42	9.00	13	1.778
3	70.42	75.52	9.00	15	4.000
4	75.52	80.62	9.00	6	1.000
5	80.62	86.99	9.00	4	2.778
6	86.99	infinity	9.00	10	.111

COMPUTED CHI-SQUARE = 10.67

CHI-SQUARE FROM TABLE = 6.25

CONCLUDE: Based on Chi-Square (Goodness-of-Fit) Results,  
the NORMAL DISTRIBUTION

does NOT apply to the input data.

Note that Chi-Square results are dependent on the number of class intervals used!

```
1*****
***** HYDSTAT
*****
***** Version 1.72
*****
***** COMPUTER-AIDED HYDROLOGY & HYDRAULICS
*****
```

```
PROJECT: VMAX_7IL.TXT
User:
Date: 05/05/2007 Saturday
Time: 19:57:03
Input: VMAX_7IL.TXT
Output: VMAX_7IL.RES
```

```
Mean = 75.52 Maximum Input Value = 101.86
Std Dev = 11.85 Minimum Input Value = 46.30
Skew = .227460 Number of Points = 54
```

```
===== COMPARISON OF STATISTICAL DISTRIBUTIONS
=====
```

NUMBER OF CHI-SQUARE CLASS INTERVALS USED = 6

DISTRIBUTION	CHI-SQUARE		
	COMPUTED	TABULATED	
Extreme Value Type I (Gumbel)	1.56	6.25	Passed
Log-Pearson Type III	18.44	4.61	FAILED
Log-Normal	18.44	6.25	FAILED
Normal	10.67	6.25	FAILED

BASED ON A 10-PERCENT SIGNIFICANCE LEVEL, THE Extreme Value Type I (Gumbel) DISTRIBUTION RESULTS IN THE BEST FIT OF THE DATA.

GENIVAR

31, ave Marquette — Baie-Comeau (Québec) G4Z 1K4  
Téléphone : (418) 296-8911 — Télécopie : (418) 296-2889