

Annexe L

Calcul de l'impact sonore du futur parc éolien



RAPPORT D'ÉTUDE
(Version finale)

**CALCUL DE L'IMPACT SONORE DU
PARC DES ÉOLIENNES (Phase 3) À
MATANE, QUÉBEC**

Pour

Groupe AXOR Inc.
Montréal (Québec)

Par

Phat Nguyen, ing.

Rapport V5-103

Novembre 2005

VINACOUSTIK INC.

RAPPORT D'ÉTUDE

CALCUL DE L'IMPACT SONORE DU PARC DES ÉOLIENNES (PHASE 3) À MATANE, QUÉBEC

1. MANDAT

- 1.1 Effectuer des calculs acoustiques théoriques pour évaluer l'impact sonore du fonctionnement de cinquante (50) éoliennes à cinq (5) points récepteurs.
- 1.2 Comparer les résultats aux limites sonores spécifiées dans les Notes d'instruction 98_01 du ministère de l'Environnement du Québec.

2- MÉTHODOLOGIE

- 2.1 Les plans de l'aménagement de la zone d'étude ont été obtenus. Ces plans indiquent la localisation approximative des éoliennes et des points récepteurs (voir Figure 1). Il faut noter que l'éolienne N° 45 a été retirée de la phase 3 de ce projet. Les cinq points récepteurs ont été choisis par Axor inc. en tenant compte de leur proximité avec les éoliennes. Les coordonnées précises en GPS de la position des sources de bruit et des points récepteurs ont été obtenues (Annexe 1) et ont été utilisées dans les calculs de leurs coordonnées cartésiennes et de la distance séparant les sources des points récepteurs.
- 2.2 Le niveau de puissance sonore L_w (en dBA, réf. 10^{-12} watt) générée par les éoliennes a été obtenu (Modèle V90-3.0 MW de Vestas, Annexe 2).
- 2.3 Le niveau de bruit global à un point récepteur est calculé en utilisant la formule théorique suivante ^[1]:

$$L_{p\theta} = L_w + DI_\theta - 20 \log r - A_c - 11 \text{ dB} \quad (1)$$

- où
- $L_{p\theta}$ = niveau de pression sonore au point récepteur dans la direction θ et à une distance r (en m) de la source, dB *re* 2×10^{-5} N/m²;
 - L_w = niveau de puissance sonore de la source, dB *re* 10^{-12} watt;
 - DI_θ = indice de directivité de la source dans la direction θ , dB (remarque : même si la source est non directionnelle, $DI = 3$ dB pour une radiation hémisphérique)
 - r = distance entre la source et le récepteur, m
 - A_c = atténuations causées par les conditions environnementales, dB
 - 11 dB** = $10 \log 4\pi$

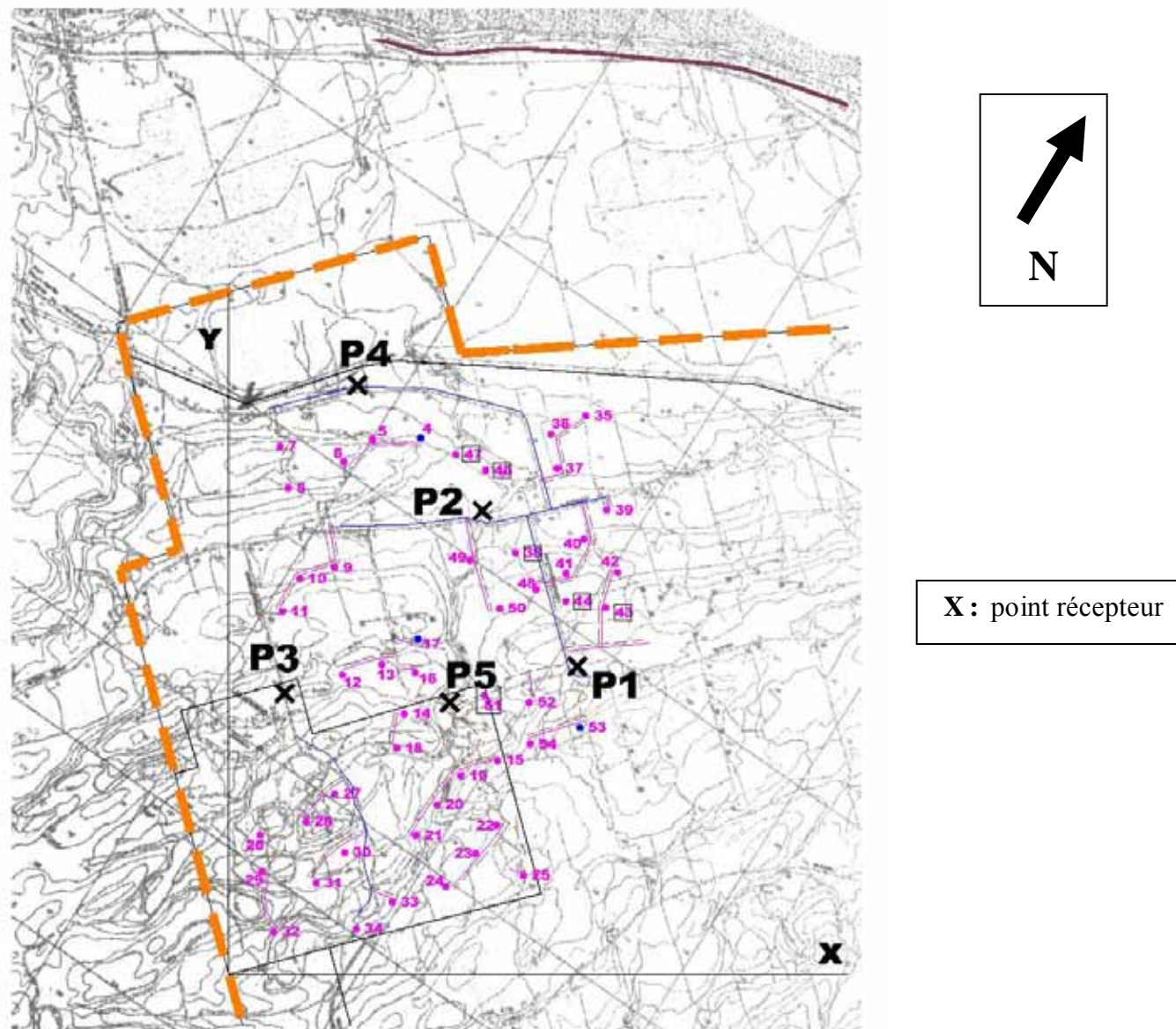


FIGURE 1 - Aménagement général de la zone d'étude et localisation des points d'évaluation du parc des éoliennes (Phase 3) à Matane, Québec

Pour une source localisée sur une surface à l'extérieur :

$$L_{p0} = L_w - 20 \log r - A_c - 8 \text{ dB} \quad (2)$$

- 2.4 Les atténuations A_c causées par les conditions environnementales, telles que la surface du sol (neige, gazon, asphalte, etc.) et par l'absorption atmosphérique (ex. : l'humidité et la température de l'air) sont tirées de la référence technique ^[2] (Annexe 3). L'absorption atmosphérique pour une journée standard (15°C, 70% humidité relative, Table 6-1 de l'annexe 3) et l'absorption du sol recouvert de végétation (Tall Thick Grass or Shrubbery, Table 6-6 de l'annexe 3) sont utilisées dans les calculs acoustiques.
- 2.5 Les niveaux de bruit global calculés aux cinq points récepteurs ont été comparés aux limites sonores spécifiées dans les Notes d'instruction 98_01 du ministère de l'Environnement du Québec (Annexe 4).

3- RÉSULTATS DES CALCULS

- 3.1 Les niveaux de puissance acoustique L_w maximaux en fonction des fréquences des éoliennes de modèle V90-3.0 de Vesta ont été obtenus lors du fonctionnement avec un vent à 9m/sec. (Niveau global = 109.4 dB(A), Annexe 2). Ces données ont été utilisées dans les calculs acoustiques théoriques.
- 3.2 À partir des coordonnées en GPS des sources et des points récepteurs, les coordonnées cartésiennes et les distances séparant les éoliennes des points récepteurs ont été calculées. Les résultats de ces calculs sont présentés au tableau 1.
- 3.3 La contribution sonore individuelle de chacune des éoliennes à un point récepteur a été calculée en utilisant la formule 2, le niveau de puissance acoustique (L_w) de la source, la distance entre cette source et le point récepteur et les atténuations causées par les conditions environnementales.

TABLEAU 1 – Coordonnées cartésiennes des sources et distances aux points récepteurs

X	Y	Récepteur														
		P-1			P-2			P-3			P-4			P-5		
		X	Y	Dist.	X	Y	Dist.	X	Y	Dist.	X	Y	Dist.	X	Y	Dist.
1419	3974	2580	2282	2052	1876	3436	706	415	2081	2143	953	4364	608	1645	2021	1966
1063	3963	2580	2282	2264	1876	3436	969	415	2081	1990	953	4364	416	1645	2021	2027
849	3799	2580	2282	2302	1876	3436	1089	415	2081	1772	953	4364	574	1645	2021	1948
377	3909	2580	2282	2739	1876	3436	1572	415	2081	1828	953	4364	734	1645	2021	2274
436	3601	2580	2282	2517	1876	3436	1449	415	2081	1520	953	4364	922	1645	2021	1989
784	3013	2580	2282	1939	1876	3436	1171	415	2081	1002	953	4364	1362	1645	2021	1314
524	2930	2580	2282	2156	1876	3436	1444	415	2081	856	953	4364	1497	1645	2021	1443
398	2690	2580	2282	2220	1876	3436	1656	415	2081	609	953	4364	1764	1645	2021	1415
842	2216	2580	2282	1739	1876	3436	1599	415	2081	448	953	4364	2151	1645	2021	826
1133	2295	2580	2282	1447	1876	3436	1362	415	2081	749	953	4364	2077	1645	2021	581
1298	1927	2580	2282	1330	1876	3436	1616	415	2081	896	953	4364	2461	1645	2021	360
1990	1583	2580	2282	915	1876	3436	1857	415	2081	1652	953	4364	2968	1645	2021	558
1382	2232	2580	2282	1199	1876	3436	1301	415	2081	979	953	4364	2175	1645	2021	337
1401	2484	2580	2282	1196	1876	3436	1064	415	2081	1065	953	4364	1933	1645	2021	523
1243	1676	2580	2282	1468	1876	3436	1870	415	2081	922	953	4364	2704	1645	2021	530
1719	1471	2580	2282	1183	1876	3436	1971	415	2081	1440	953	4364	2993	1645	2021	555
1543	1255	2580	2282	1459	1876	3436	2206	415	2081	1398	953	4364	3164	1645	2021	773
1387	1029	2580	2282	1730	1876	3436	2456	415	2081	1432	953	4364	3363	1645	2021	1025
1982	1104	2580	2282	1321	1876	3436	2334	415	2081	1847	953	4364	3419	1645	2021	977
1825	895	2580	2282	1579	1876	3436	2542	415	2081	1842	953	4364	3577	1645	2021	1140
1606	651	2580	2282	1900	1876	3436	2798	415	2081	1861	953	4364	3770	1645	2021	1371
2180	732	2580	2282	1601	1876	3436	2721	415	2081	2221	953	4364	3834	1645	2021	1396
231	1032	2580	2282	2661	1876	3436	2913	415	2081	1065	953	4364	3409	1645	2021	1726
783	1338	2580	2282	2030	1876	3436	2366	415	2081	829	953	4364	3031	1645	2021	1100
573	1127	2580	2282	2316	1876	3436	2651	415	2081	967	953	4364	3259	1645	2021	1396
244	765	2580	2282	2785	1876	3436	3130	415	2081	1327	953	4364	3668	1645	2021	1882
859	902	2580	2282	2206	1876	3436	2730	415	2081	1260	953	4364	3463	1645	2021	1367
647	675	2580	2282	2514	1876	3436	3022	415	2081	1425	953	4364	3702	1645	2021	1676
331	310	2580	2282	2991	1876	3436	3487	415	2081	1773	953	4364	4101	1645	2021	2157
1209	535	2580	2282	2221	1876	3436	2977	415	2081	1738	953	4364	3838	1645	2021	1549
943	335	2580	2282	2544	1876	3436	3238	415	2081	1824	953	4364	4029	1645	2021	1826
2644	4139	2580	2282	1858	1876	3436	1041	415	2081	3034	953	4364	1706	1645	2021	2342
2385	3999	2580	2282	1729	1876	3436	759	415	2081	2749	953	4364	1478	1645	2021	2112
2434	3747	2580	2282	1472	1876	3436	639	415	2081	2618	953	4364	1604	1645	2021	1898
2119	3126	2580	2282	962	1876	3436	394	415	2081	1999	953	4364	1701	1645	2021	1202
2798	3436	2580	2282	1174	1876	3436	922	415	2081	2741	953	4364	2065	1645	2021	1825
2632	3222	2580	2282	941	1876	3436	786	415	2081	2493	953	4364	2031	1645	2021	1555
2497	2971	2580	2282	694	1876	3436	776	415	2081	2264	953	4364	2080	1645	2021	1276
2879	2976	2580	2282	756	1876	3436	1103	415	2081	2622	953	4364	2374	1645	2021	1560
2791	2715	2580	2282	482	1876	3436	1165	415	2081	2459	953	4364	2469	1645	2021	1340
2494	2763	2580	2282	489	1876	3436	914	415	2081	2188	953	4364	2222	1645	2021	1128
3093	2499	2580	2282	557	1876	3436	1536	415	2081	2710	953	4364	2839	1645	2021	1525
1903	3734	2580	2282	1602	1876	3436	299	415	2081	2224	953	4364	1140	1645	2021	1732
1682	3851	2580	2282	1808	1876	3436	458	415	2081	2177	953	4364	891	1645	2021	1830
2276	2850	2580	2282	644	1876	3436	710	415	2081	2014	953	4364	2011	1645	2021	1042
1783	3066	2580	2282	1118	1876	3436	382	415	2081	1686	953	4364	1541	1645	2021	1054
2007	2708	2580	2282	714	1876	3436	740	415	2081	1711	953	4364	1963	1645	2021	777
1893	2067	2580	2282	720	1876	3436	1369	415	2081	1478	953	4364	2482	1645	2021	252
2224	2010	2580	2282	448	1876	3436	1468	415	2081	1810	953	4364	2675	1645	2021	579
2599	1829	2580	2282	453	1876	3436	1762	415	2081	2198	953	4364	3023	1645	2021	973
2232	1706	2580	2282	673	1876	3436	1766	415	2081	1855	953	4364	2950	1645	2021	666

- 3.4 Les niveaux de pression sonore globale L_p aux cinq points récepteurs, en supposant que 50 éoliennes sont en fonction simultanément, à puissance maximale, ont été calculés en additionnant logarithmiquement la contribution sonore individuelle de chacune des éoliennes. Les résultats de ces calculs sont présentés au tableau 2.

TALBEAU 2 - Niveau de pression sonore globale aux points récepteurs avec 50 éoliennes V90-3.0 MW en fonction simultanément

Niveau de pression sonore au (voir Figure 1)				
Point P-1	Point P-2	Point P-3	Point P-4	Point P-5
42 dBA	44 dBA	40 dBA	39 dBA	45 dBA

- 3.5 La courbe d'isocontours de 40 dBA lors du fonctionnement simultané de 50 éoliennes est montrée à la figure 2.

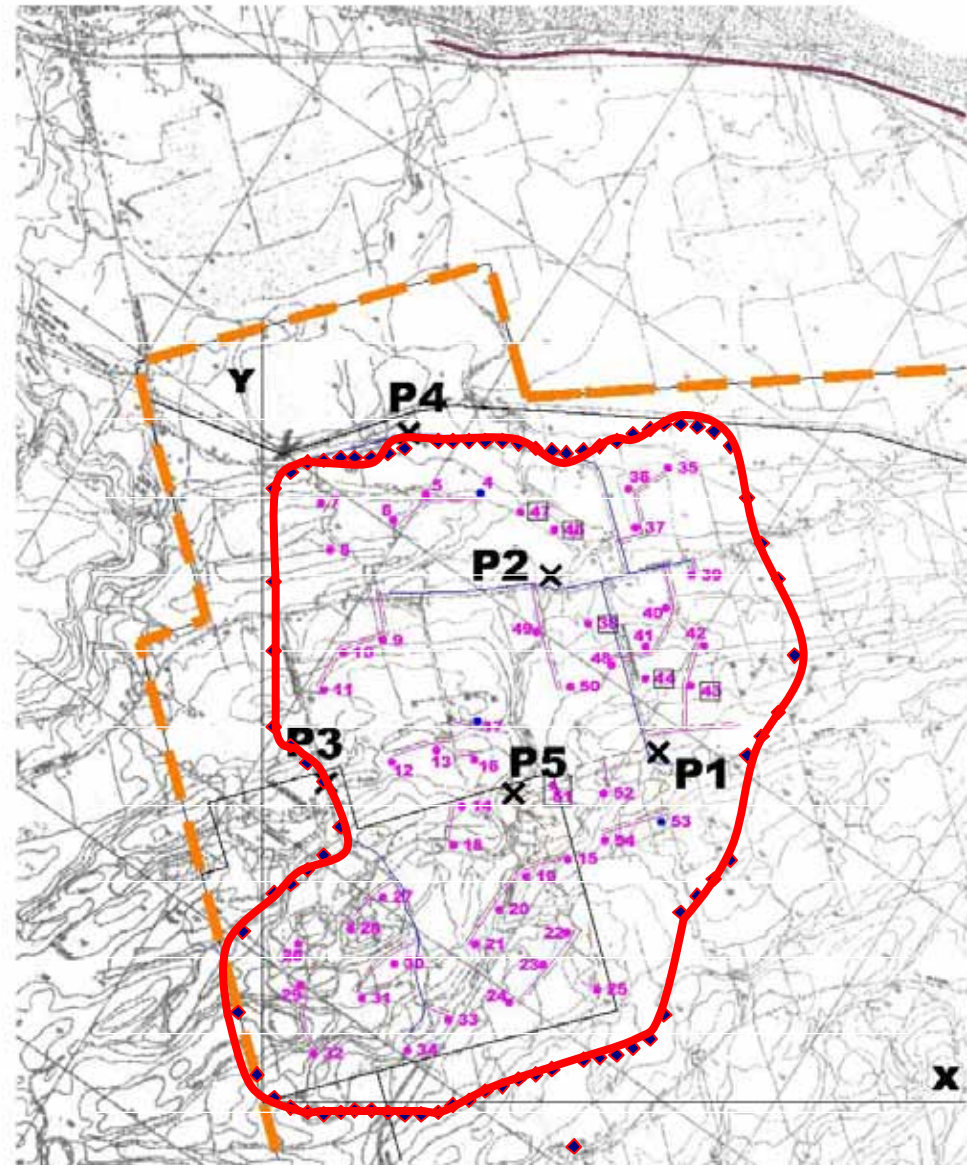


FIGURE 2 – La courbe d'isocontours de 40 dBA du parc éolien (phase 3) à Matane

4- VÉRIFICATION DE LA CONFORMITÉ AUX LIMITES SONORES RÉGLEMENTAIRES

Les Notes d'instruction 98_01 du ministère de l'Environnement du Québec (Annexe 4) spécifient que les limites sonores doivent être de :

a) 40 dBA la nuit (19h00 à 7h00) et de 45 dBA le jour (7h00 à 19h00) pour le zonage I*.

ou

b) niveau sonore égal au niveau ambiant mesuré au même endroit lors de l'arrêt complet des opérations de l'entreprise.

Or, les mesures de bruit effectuées les 4 et 5 novembre 2005 (Annexe 5) donnent les résultats suivants :

- le jour : 22 à 36 dBA (L₉₅)
- la nuit : 22 à 36 dBA (L₉₅).

Puisque les éoliennes fonctionneront jour et nuit, la limite sonore de 40 dBA s'applique pour le zonage I.

Des niveaux de bruit variant entre 39 e 45 dBA ont été calculés aux 5 points récepteurs.

Selon les résultats des calculs d'impact sonore, la limite sonore de 40 dBA la nuit pour la zone résidentielle serait respectée aux points récepteurs P-3 et P-4. Par contre, cette limite sonore serait légèrement dépassée aux points récepteurs P-1, P-2 et P-5.

Les niveaux de bruit global aux points récepteurs seraient en fait plus faibles si :

- a) le nombre d'éoliennes en fonctionnement simultanément est de moins de 49;
- b) la puissance sonore réelle des éoliennes est en deçà de 109.4 dB(A);
- c) la distance réelle entre les éoliennes et les points récepteurs est plus grande.

*Zonage I: Territoire destiné à des habitations unifamiliales ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.

5- CONCLUSIONS et RECOMMANDATIONS

- 5.1 Des calculs acoustiques théoriques ont été effectués pour évaluer l'impact sonore du fonctionnement de cinquante (50) éoliennes (Modèle V90-3.0 MW de Vestas) à cinq (5) points récepteurs dans la zone d'étude. Les formules acoustiques théoriques, le niveau de puissance sonore L_w , les distances entre les éoliennes et les points récepteurs et les atténuations causées par les conditions environnementales ont été utilisés pour faire ces calculs.
- 5.2 Des niveaux de bruit variant entre 39 et 45 dBA ont été calculés aux 5 points récepteurs lors du fonctionnement simultané de 50 éoliennes à puissance maximale.
- 5.3 La limite sonore de 40 dBA la nuit pour la zone résidentielle serait respectée aux points récepteurs P-3 et P-4. Par contre, cette limite sonore serait légèrement dépassée aux points récepteurs P-1, P-2 et P-5.
- 5.4 Il est recommandé de refaire les calculs acoustiques prévisionnels lorsque le plan d'aménagement du site et le modèle et le nombre d'éoliennes seront connus afin de vérifier la conformité à la limite réglementaire;
- 5.5 Il est aussi recommandé de faire des mesures sur place lors du rodage aux conditions d'opération maximale du parc d'éoliennes (Phase 3) afin de confirmer la conformité à la limite sonore réglementaire.



Phat Nguyen, ing.
VINACOUSTIK INC

Novembre 2005

Références :

1. Beranek, L. L., Bolt Beranek and Newman inc., Noise and Vibration Control, Institute of Noise Control Engineering, 1988.
2. Miller, L. N., Bolt Beranek and Newman inc., Noise Control in Buildings and Manufacturing Plants, Bolt Beranek and Newman inc., 1981.

ANNEXE 1

Coordonnées des éoliennes à Matane et des points récepteurs

COORDONNÉES DES ÉOLIENNES À MATANE

	No éolienne	LATITUDE (N)			LONGITUDE (W)		
		degré	minute	seconde	degré	minute	seconde
1	4	48	46	44.08	67	38	33.91
2	5	48	46	37.36	67	38	48.08
3	6	48	46	29.08	67	38	52.25
4	7	48	46	23.49	67	39	14.44
5	8	48	46	16.28	67	39	3.61
6	9	48	46	6.79	67	38	33.39
7	10	48	45	59.86	67	38	41.68
8	11	48	45	51.15	67	38	40.24
9	12	48	45	46.44	67	38	9.24
10	13	48	45	53.82	67	37	59.56
11	14	48	45	46.94	67	37	42.81
12	15	48	45	50.18	67	37	5.26
13	16	48	45	56.64	67	37	47.74
14	17	48	46	3.76	67	37	53.88
15	18	48	45	39.20	67	37	38.14
16	19	48	45	42.30	67	37	13.22
17	20	48	45	33.32	67	37	14.46
18	21	48	45	24.45	67	37	14.62
19	22	48	45	37.26	67	36	52.38
20	23	48	45	28.75	67	36	53.14
21	24	48	45	18.27	67	36	55.37
22	25	48	45	30.80	67	36	34.26
23	26	48	45	3.59	67	38	1.64
24	27	48	45	21.81	67	37	47.57
25	28	48	45	12.35	67	37	50.33
26	29	48	44	56.68	67	37	53.78
27	30	48	45	11.48	67	37	32.56
28	31	48	45	1.55	67	37	34.99
29	32	48	44	46.03	67	37	37.84
30	33	48	45	7.94	67	37	8.31
31	34	48	44	57.77	67	37	13.67
32	35	48	47	10.67	67	37	48.67
33	36	48	47	2.25	67	37	55.36
34	37	48	46	56.36	67	37	46.5
35	38	48	46	34.06	67	37	42.2
36	39	48	46	54.60	67	37	23.17
37	40	48	46	45.84	67	37	24.07
38	41	48	46	36.65	67	37	22.66
39	42	48	46	43.76	67	37	7.23
40	43	48	46	35.16	67	37	3.59
41	44	48	46	31.11	67	37	16.96
42	46	48	46	46.71	67	38	7.67
43	47	48	46	45.88	67	38	19.93
44	48	48	46	29.42	67	37	28.31
45	49	48	46	26.31	67	37	54.26
46	50	48	46	20.73	67	37	35.38
47	51	48	46	1.21	67	37	22.47
48	52	48	46	5.91	67	37	7.45
49	53	48	46	7.86	67	36	47.27
50	54	48	45	57.89	67	36	58.82

COORDONNÉES DES RÉCEPTEURS À MATANE

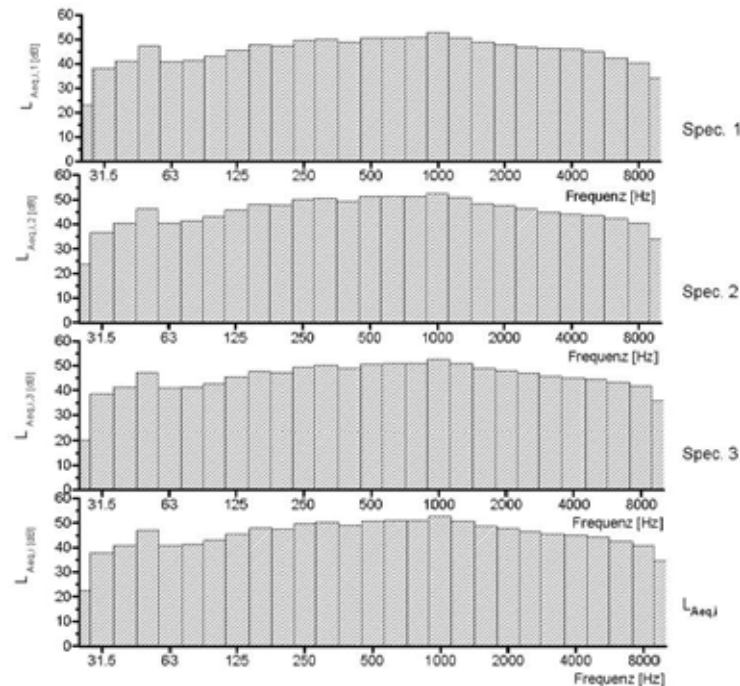
No récepteurs	LATITUDE (N)			LONGITUDE (W)		
	degré	minute	seconde	degré	minute	seconde
1	48	46	31.60	67	39	12.04
2	48	46	38.31	67	38	0.32
3	48	46	26.11	67	37	0.42
4	48	45	54.70	67	37	16.96
5	48	45	35.98	67	38	18.39

ANNEXE 2

Données acoustiques des éoliennes

reference sound pressure / Referenz - Schalldruck - Betrieb $L_{Aeq,t} = 61.6$ dB reference sound power / Referenz - Schalleistung $L_{WA} = 109.4$ dB reference wind speed / Referenz - Windgeschwindigkeit WS 10m = 9 m/s
 reference background sound pressure / Referenz - Schalldruck - Hintergrund $L_{Aeq,n} = 50.4$ dB

f [Hz]	Spec. 1 [dB]	Spec. 2 [dB]	Spec. 3 [dB]	$L_{Aeq,i}$ [dB]	L_{WA} [dB]	U_s [dB]	U_t [dB]
25	23.1	23.8	20.1	22.6	70.1	1.9	2.8
31.5	38.2	36.5	38.6	37.9	85.4	1.1	2.3
40	41.1	40.4	41.2	40.9	88.4	0.4	2.0
50	47.4	46.3	47.1	47.0	94.5	0.6	2.1
63	40.9	40.3	41.0	40.8	88.3	0.4	2.0
80	41.4	41.3	41.4	41.4	88.9	0.1	2.0
100	43.1	43.0	42.9	43.0	90.5	0.1	2.0
125	45.6	45.7	45.5	45.6	93.1	0.1	2.0
160	47.9	48.0	47.8	47.9	95.4	0.1	2.0
200	47.4	47.8	47.1	47.4	94.9	0.4	2.0
250	49.5	50.1	49.5	49.7	97.2	0.3	2.0
315	50.2	50.4	50.3	50.3	97.8	0.1	2.0
400	48.9	49.3	49.0	49.0	96.5	0.2	2.0
500	50.6	51.2	50.6	50.8	98.3	0.4	2.0
630	50.6	51.4	50.8	50.9	98.4	0.4	2.0
800	50.9	51.3	51.0	51.1	98.6	0.2	2.0
1000	52.8	52.5	52.7	52.7	100.2	0.2	2.0
1250	50.7	50.6	50.9	50.8	98.3	0.1	2.0
1600	48.9	48.4	49.0	48.8	98.3	0.3	2.0
2000	47.9	47.6	48.0	47.8	95.3	0.2	2.0
2500	46.8	46.4	46.9	46.7	94.2	0.3	2.0
3150	46.3	45.0	45.6	45.7	93.2	0.6	2.1
4000	46.2	44.0	44.9	45.1	92.6	1.1	2.3
5000	45.0	43.5	44.4	44.3	91.8	0.8	2.1
6300	42.3	42.3	43.2	42.6	90.1	0.5	2.1
8000	40.5	40.4	41.7	40.9	88.4	0.7	2.1
10000	34.1	34.1	35.9	34.8	82.3	1.0	2.2



WINDTEST
Kaiser-Wilhelm-Koog GmbH



Vestas V90-3MW (Mode 0)
One third octave analysis / Terzanalyse

Site / Standort: Bokingharde
 Measur. / Messdatum: 2005-05-06
 Standard / Messung: FGW / IEC
 In charge / Bearbeiter: Dipl.-Ing. Jörg Dedert



ANNEXE 3

Atténuations causées par les facteurs environnementaux

drop-off rate does not achieve the theoretical 3 dB per double distance. Highway studies show that a drop-off rate of 4.5 dB per double distance is normal.

In this manual, primary concern is for noise radiation from a point source, but some users may encounter outdoor line source problems, and this material merely cautions that sound propagation from line sources should be treated differently than from point sources.

D. MOLECULAR ABSORPTION. In Paragraph 4-3, it was first mentioned that air absorbs sound energy. The amount of absorption is dependent on the temperature and humidity of the air and the frequency of the sound. Table 6-1 gives the molecular absorption coefficients α_m in dB per 1000-ft distance of sound travel for a useful range of temperature and relative humidity as a function of the octave frequency bands [1]. A "standard day" is frequently defined as having a temperature of 59 degrees F and a relative humidity of 70%. For long-time average sound propagation conditions, the molecular absorption coefficients for standard day conditions may be used. For any specific application of measured or estimated SPL for known temperature and humidity conditions, the Table 6-1 values should be taken into account.

E. ANOMALOUS EXCESS ATTENUATION. Large-scale effects of wind speed, wind direction, and thermal gradients in the air can cause large differences in sound transmission over large distances. These are discussed later under "atmospheric effects." Almost all the time, however, there are small-scale influences of these atmospheric factors. Even under fairly stable conditions for sound propagation through the air, small amounts of diffraction, refraction (bending), and sound interference occur over large distances as a result of small wind, temperature, and humidity differences in the air. These are combined into "anomalous excess attenuation" which is applied to long-term sound level estimates for average-to-good sound propagation conditions. Table 6-2 gives the values of anomalous excess

attenuation, in dB per 1000-ft distance, recommended for use in the manual. These are conservative average values; higher values than these have been measured in long-time studies of sound travel over a variety of field conditions [2]. Anomalous excess attenuation helps explain the fact that measured SPLs at large distances are frequently lower than estimated SPLs even when sound propagation conditions seem quite good.

F. COMBINED DISTANCE EFFECTS.

a. For Known PWL. For a point source on or near a large flat plane, the total effects of distance, molecular absorption, and anomalous excess attenuation are contained in Equation 6-4:

$$L_{p_{av}} = L_w - [10 \log 2\pi d^2 + d(\alpha_m + \alpha_a)/1000 - 10] \quad (6-4)$$

where $L_{p_{av}}$ is the average SPL at a distance d (in ft) from a sound source whose PWL is L_w , α_m is the molecular absorption coefficient (in dB/1000 ft) from Table 6-1, and α_a is the anomalous excess attenuation (in dB/1000 ft) from Table 6-2. For a source that radiates uniformly in all directions, $L_{p_{av}}$ is the energy-average SPL over the entire solid angle of sound radiation and must be corrected by the known directivity changes. For example, if a source radiates sound that is 3 dB above its energy average at the 0-degree angle and 6 dB below its energy average at the 90-degree angle, these values should be added to and subtracted from the energy-average SPL to get the SPL at 0 degrees and 90 degrees, respectively. Equation 6-4 is simplified to Equation 6-5:

$$L_{p_{av}} = L_w - DT, \quad (6-5)$$

where DT, in decibels, is called the "distance term" and is defined by Equation 6-6:

$$DT = [10 \log 2\pi d^2 + d(\alpha_m + \alpha_a)/1000 - 10] \quad (6-6)$$

Table 6-3 gives tabulated data for the distance

Table 6-1. Molecular absorption coefficients α_m , in dB per 1000 ft, for octave bands of sound as a function of temperature and relative humidity*.

Temperature		Relative Humidity %	Octave Band Center Frequency, Hz [†]							
°F	°C		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
14	-10	10	0.3	0.5	0.6	0.9	1.2	1.8	2.8	4.6
		50	0.1	0.2	0.6	1.6	4.4	8.6	13.9	17.0
		90	0.1	0.1	0.3	0.9	2.6	7.2	18.3	26.6
32	0	10	0.2	0.6	1.3	2.4	3.5	4.8	6.9	8.9
		50	0.1	0.1	0.3	0.9	2.6	7.5	20.3	32.9
		90	0.1	0.1	0.3	0.6	1.4	4.1	12.1	21.9
50	10	10	0.1	0.3	1.0	2.7	6.5	11.9	17.5	21.1
		50	0.1	0.2	0.3	0.7	1.6	4.4	13.3	24.0
		90	0.1	0.2	0.3	0.7	1.3	2.8	7.2	13.3
59	15	10	0.1	0.3	0.8	2.3	6.2	14.4	25.9	32.6
		30	0.1	0.2	0.4	0.8	2.0	6.1	17.7	31.6
		50	0.1	0.2	0.4	0.7	1.5	3.6	10.5	19.3
		70	0.1	0.2	0.4	0.7	1.5	3.0	7.6	13.7
		90	0.1	0.2	0.4	0.7	1.5	2.0	6.6	11.2
68	20	10	0.1	0.2	0.6	1.8	5.3	14.2	31.9	44.9
		30	0.1	0.2	0.4	0.8	1.8	4.8	14.4	26.2
		50	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.4	8.6	15.6
		70	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.3	7.1	11.9
		90	0.1	0.2	0.4	0.8	1.6	3.3	7.0	10.8
77	25	10	0.1	0.2	0.5	1.5	4.4	12.4	33.5	52.6
		30	0.1	0.2	0.4	0.9	1.8	4.1	11.6	21.7
		50	0.1	0.2	0.4	0.9	1.8	3.6	8.0	13.4
		70	0.1	0.2	0.4	0.9	1.8	3.6	7.6	11.7
		90	0.1	0.2	0.4	0.9	1.8	3.6	7.6	11.7
86	30	10	0.1	0.2	0.5	1.2	3.6	10.4	29.3	50.7
		50	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	4.0	6.3	12.9
		90	0.1	0.2	0.5	1.0	2.0	4.0	6.3	12.8
100	38	10	0.1	0.3	0.6	1.1	2.7	7.7	23.0	41.3
		50	0.1	0.3	0.6	1.1	2.3	4.6	9.6	14.6
		90	0.1	0.3	0.6	1.1	2.3	4.6	9.6	14.6

* Taken from "Standard Values of Atmospheric Absorption as a Function of Temperature and Humidity," SAE ARP 866A, 15 March 1975, Society of Automotive Engineers, Inc., 400 Commonwealth Drive, Warrendale, Penn. 15096. Used with permission from Society of Automotive Engineers, Inc.

† Use 0 dB per 1000 ft for 31 Hz octave band.

Table 6-5. Insertion loss, in dB, of an ideal solid outdoor barrier wall. See Chapter 10 material for details and qualifications.

Path- Length Difference (ft)	Insertion Loss, dB								
	Octave Frequency Band, Hz								
	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
.01	5	5	5	5	5	6	7	8	9
.02	5	5	5	5	5	6	8	9	10
.05	5	5	5	5	6	7	9	10	12
.1	5	5	5	6	7	9	11	13	16
.2	5	5	6	8	9	11	13	15	19
.5	6	7	9	10	12	15	18	20	22
1	7	8	10	12	14	17	20	22	23
2	8	10	12	14	17	20	22	23	24
5	10	12	14	17	20	22	23	24	24
10	12	15	17	20	22	23	24	24	24
20	15	18	20	22	23	24	24	24	24
50	18	20	23	24	24	24	24	24	24

qualifications apply to all barriers. In Chapter 10, these are discussed in detail for barriers specifically constructed for noise control purposes.

B. WOODS AND VEGETATION. Table 6-6 gives the approximate insertion loss of sound passing over or through tall thick grass or shrubbery and through medium-dense woods [3]. These values apply for a 100-ft path length. For very long distances (say, 2000 to 5000 ft) of sound travel through these types of vegetation, it would appear that total losses could reach values up to 50 dB or more. However, recalling Paths 1 and 3 in Figure 6-3, when Path 1 sound is reduced more than about 20 to 25 dB, Path 3 sound fills in the void with sky-borne sound so that the

total loss can be no more than about 20 to 25 dB. Therefore, this upper limit of insertion loss must be used, even when vegetation would seem to produce greater losses. The description and density of vegetation given in Table 6-5 is not very precise, but if used conservatively, these data can be helpful in engineering evaluations of sound transmission to neighbor positions. Also, recall from the discussion of wind effects that downwind can bend a sound wave back down to earth after passing over the top of the vegetation and can produce sound levels, at long distances, as though there were no vegetation losses.

6-4. RECEPTION OF OUTDOOR NOISE INDOORS

An intruding noise coming from an outdoor noise source or by an outdoor noise path may be heard by neighbors who are either indoors in their own buildings or outdoors on their own property. If they are outdoors, they may judge the intruding noise against the background noise caused by other noises in the area, as discussed in Chapter 2. If they are indoors, they may judge the noise by whether it is audible or identifiable or intrusive into their surroundings. If intruding steady-state noise, when heard indoors, can be kept about 5 dB below the appropriate NC or PNC value that would apply there, it is quite likely that there would be no complaint against the noise.

Table 6-6. Approximate insertion loss (in dB per 100 ft path length) for sound transmission above or through absorptive vegetation [3].

Octave Frequency Band (Hz)	Sound Path over or through Tall Thick Grass or Shrubby	Sound Path through Medium-dense Woods
31	0.0	0.9
63	0.3	1.2
125	2.1	1.5
250	3.7	1.8
500	5.5	2.4
1000	7.0	3.1
2000	8.5	4.0
4000	10.4	4.9
8000	11.9	6.1

ANNEXE 4

Notes d'instruction sur le bruit



Annexe 1 - Niveau sonore maximum des sources fixes

Le niveau sonore maximum des sources fixes sera inférieur, en tout temps et en tous points de réception du bruit, au plus élevé des niveaux sonores suivants :

1. Niveaux sonores maximaux permis en fonction de la catégorie de zonage

Zonage	Nuit (db[A])	Jour (db[A])
I	40	45
II	45	50
III	50	55
IV	70	70

CATÉGORIES DE ZONAGE

Zones sensibles

- I : Territoire destiné à des habitations unifamiliales isolées ou jumelées, à des écoles, hôpitaux ou autres établissements de services d'enseignement, de santé ou de convalescence. Terrain d'une habitation existante en zone agricole.
- II : Territoire destiné à des habitations en unités de logements multiples, des parcs de maisons mobiles, des institutions ou des campings.
- III : Territoire destiné à des usages commerciaux ou à des parcs récréatifs. Toutefois, le niveau de bruit prévu pour la nuit ne s'applique que dans les limites de propriété des établissements utilisés à des fins résidentielles. Dans les autres cas, le niveau maximal de bruit prévu le jour s'applique également la nuit.

Zones non sensibles

- IV : Territoire zoné pour fins industrielles ou agricoles. Toutefois, sur le terrain d'une habitation existante en zone industrielle et établie conformément aux règlements municipaux en vigueur au moment de sa construction, les critères sont de 50 db[A] la nuit et 55 dB[A] le jour.

La catégorie de zonage est établie en vertu des usages permis par le règlement de zonage municipal. Lorsqu'un territoire ou une partie de territoire n'est pas zoné tel que prévu, à l'intérieur d'une municipalité, ce sont les usages réels qui déterminent la catégorie de zonage.

Le jour s'étend de 7 h à 19 h, tandis que la nuit s'étend de 19 h à 7 h.

Ces critères ne s'appliquent pas à une source de bruit en mouvement sur un chemin


public.

2. Niveau sonore égal au niveau ambiant mesuré au même endroit lors de l'arrêt complet des opérations de l'entreprise.

[Retour à l'index alphabétique](#)

[Retour à l'index numérique](#)

[Accueil](#) [Courrier](#) [Plan du site](#)

Québec 

© Gouvernement du Québec, 2002

Annexe 2 - Méthode de mesure du bruit

1. Méthode d'évaluation du bruit

Le niveau de bruit attribuable à une entreprise ou au bruit ambiant est évalué selon la formule suivante :

$$L_e = P + 10 \log_{10} \{ ((0,0014 \text{ m}) 10^{(L_i + 5)/10}) + 10^{L_x/10} \}$$

où

L_e = le niveau de bruit au point d'évaluation;

L_i = le niveau équivalent des bruits d'impact;

L_x = le niveau équivalent de bruit;

$P = 5$ pour tout bruit perturbateur comportant des éléments verbaux ou musicaux;

$P = 0$ pour tout bruit ne comportant aucun élément verbal ou musical.

L_i = niveau équivalent du bruit d'impact :

Calcul de la moyenne logarithmique des niveaux crêtes des bruits d'impact qui se produisent durant la période de référence et qui sont perçus au point de référence.

La formule à utiliser est la suivante :

$$L_i = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{m} \sum_{n=1}^m 10^{dBn/10} \right]$$

où

dBn = niveau crête du n ième bruit d'impact durant la période de référence.

m = nombre total d'impacts pendant la période de référence.

Si le nombre d'impacts est supérieur à 720/heure, $m = 720$.

L_x = niveau équivalent d'un bruit :

La formule à utiliser est la suivante :

$$L_x = 10 \log_{10} \frac{\sum f_i 10^{L_i/10}}{100}$$

où f_i = intervalle de temps (exprimé en pourcentage du temps de référence) pendant lequel le niveau de bruit est à l'intérieur de la limite de la classe i .

Lorsque l'entreprise n'est pas dans sa période d'opération, les f_i correspondants sont égaux à 0;

et L_i = niveau de bruit en dBA correspondant au point moyen de la classe i .

L'étendue de la classe i doit être fixée à une valeur égale ou inférieure à 2 dBA et la période d'échantillonnage doit être égale ou inférieure à 0,1 seconde.

Pour les fins de la présente méthode d'évaluation, la période de référence est de 60 minutes consécutives. Si l'évaluation est basée sur une période de moins de 60 minutes, un ajustement doit être effectué, de sorte que le rapport entre les périodes d'opération et de pause soit le même.

Toutes les mesures doivent être faites en dBA.

2. Sélection des points d'évaluation du bruit

C'est le point sensible le plus exposé au bruit de la source qui doit être retenu comme point d'évaluation. On entend par point sensible une habitation, une institution, un terrain de camping, un lieu récréatif ou un terrain destiné à l'un de ces usages par règlement municipal;

Lorsque plusieurs points sensibles sont exposés approximativement au même niveau de bruit en provenance de la source, chacun d'eux doit être retenu comme point d'évaluation;

Lorsque l'espace affecté par le bruit de la source couvre plus d'un type d'occupation du sol (zones du tableau des normes), le point sensible le plus exposé de chacune des zones doit être retenu comme point d'évaluation;

Le microphone doit être placé du côté de la source par rapport au bâtiment ou au terrain affecté. Il doit être localisé entre 3 et 6 mètres du bâtiment s'il s'agit d'un lot bâti, ou à la limite du terrain s'il s'agit d'un lot non bâti.

3. Conditions de mesure du bruit aux points d'impact

A) Appareil

L'analyse du bruit doit se faire à l'aide d'un sonomètre de classe 1 ou 2 et être conforme aux prescriptions de la publication # 651 (1979) intitulée « Sonomètres » de la Commission électrotechnique internationale.

B) Emplacement et localisation de l'appareil

Lors de mesures effectuées à l'extérieur, le microphone doit être à une hauteur de 1,2 mètre au-dessus du sol, à plus de trois mètres de murs ou autres obstacles analogues susceptibles de réfléchir les ondes acoustiques et à plus de 3 mètres d'une voie de circulation. Le sonomètre doit être étalonné avant et après les périodes de mesure avec une source de bruit référence.

C) Conditions météorologiques

Il ne doit pas y avoir de mesures de bruit lorsque la vitesse des vents est supérieure à 20 km/h ni durant une précipitation. Le taux d'humidité relative ne doit pas excéder 90 %.

4. Méthodologie de mesure du bruit ambiant du secteur

L'évaluation du niveau de bruit ambiant du secteur se fait en utilisant l'indice L_{eq} , défini au point 1 pour chaque période de la journée correspondant à une période d'exploitation normale de l'entreprise.


On doit faire au moins 3 mesures de 20 minutes pour chacune des périodes normalisées de la journée, en dehors des heures de pointe du secteur. Les périodes normalisées de la journée sont fixées pour le jour de 7 h à 19 h, et pour la nuit, de 19 h à 7 h.

La mesure du niveau de bruit ambiant du secteur doit se faire lorsque la ou les sources de bruit de l'entreprise visée sont interrompues.

[Retour à l'index alphabétique](#)

[Retour à l'index numérique](#)

[Accueil](#) [Courrier](#) [Plan du site](#)

Québec 

© Gouvernement du Québec, 2002

ANNEXE 5

Résultats préliminaires mesurés par Axor inc.

Tableau I
Localisation des points de mesures du future parc éolien

Points de mesure	Adresses civiques	Coordonnées	
		Latitude	Longitude
P-1	Rang Desrosiers ⁽¹⁾	N 48° 46.326'	WO 67° 37.002'
P-2	2808, 4 ^e Rang	N 48° 46.633'	WO 67° 38.003'
P-3	491, Route Centrale	N 48° 45.588'	WO 67° 38.390'
P-4	2845, Petit 2 ^e Rang	N 48° 46.763'	WO 67° 39.071'
P-5	2858, 5 ^e Rang	N 48° 45.919'	WO 67° 37.524'
P-6	2802, 4 ^e Rang Est	N 48° 46.940'	WO 67° 37.550'
P-7	2891, 4 ^e Rang Est	N 48° 46.156'	WO 67° 38.898'
P-8	2898, 5 ^e Rang	N 48° 45.554'	WO 67° 38.019'

Note : ¹ Le numéro de porte est inconnu.

Tableau III
Résultats des mesures de bruit ambiant horaire minimum aux 8 points de mesure effectuées de jour le 4 et 5 novembre 2005

Points de mesure	Début de la mesure (hh :mm)	L _{eq 60min}	L ₉₅	L ₁₀
		(dBA) ⁽¹⁾	(dBA) ⁽¹⁾	(dBA) ⁽¹⁾
P-1 ⁽²⁾	18h00	26	22	28
P-2 ⁽²⁾	08h00	35	32	36
P-3 ⁽²⁾	07h00	36	35	37
P-4 ⁽²⁾	07h00	38	36	38
P-5 ⁽²⁾	07h00	35	35	35
P-6	11h45	44	22	42
P-7	13h00	48	24	44
P-8	14h15	42	22	39

Note : ¹ Niveau sonore arrondi à 1 dBA.

Note : ² Station de mesure de 24 heures.

Tableau V
Résultats des mesures de bruit ambiant horaire minimum aux 8 points de
mesure effectuées la nuit du 4 et 5 novembre 2005

Points de mesure	Début de la mesure	$L_{eq\ 60min}$	L_{95}	L_{10}
	(hh :mm)	(dBA) ⁽¹⁾	(dBA) ⁽¹⁾	(dBA) ⁽¹⁾
P-1 ⁽²⁾	22h00	29	26	31
P-2 ⁽²⁾	05h00	34	32	36
P-3 ⁽²⁾	02h00	34	34	35
P-4 ⁽²⁾	20h00	37	36	37
P-5 ⁽²⁾	04h00	35	35	35
P-6	23h00	33	28	32
P-7	00h20	41	36	39
P-8	01h40	25	22	27

Note : ¹ Niveau sonore arrondi à 1 dBA.

Note : ² Station de mesure de 24 heures