



**PARC ÉOLIEN DE SAINT-ROBERT-BELLARMIN**

**Étude d'impact sur l'environnement**

**VOLUME 4**

**Document de réponses**

**ANNEXES**



## LISTE DES ANNEXES

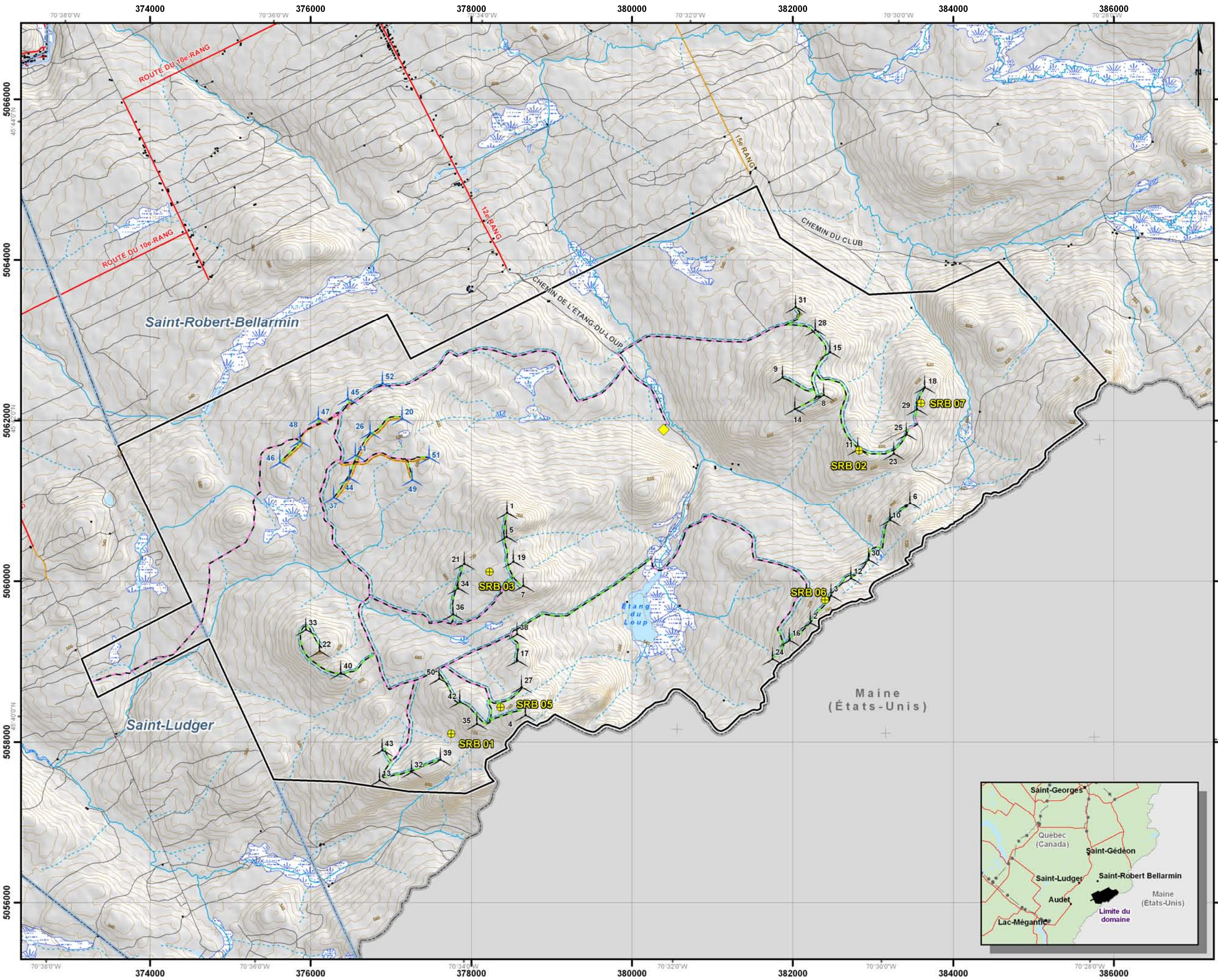
- Annexe 1 Carte 4.1 – Milieux humides
  - Carte 4.2 – Habitats des oiseaux à statut précaire
  - Carte 4.3 – Amphibiens et reptiles observés
- Annexe 2 Informations relatives à l'inventaire par virées courtes
- Annexe 3 Informations relatives aux points d'écoute
- Annexe 4 Informations relatives à l'inventaire des milieux humides
- Annexe 5 Détails de l'inventaire de la grive de Bicknell
- Annexe 6 Rapport d'inventaire des amphibiens et reptiles
- Annexe 7 Étude hydrologique



## ANNEXE 1

Carte 4.1 – Milieux humides  
Carte 4.2 – Habitats des oiseaux à statut précaire  
Carte 4.3 – Amphibiens et reptiles observés





**Légende**

**Éléments du projet**

- Limite du domaine
- Eolienne - Parc de Saint-Robert-Bellarmin (40)
- Eolienne - Projet éolien communautaire du Granit (12)
- Mât de mesure de vent
- Poste de raccordement
- Chemin d'accès aux éoliennes
- Chemin à construire
- Réseau collecteur souterrain (Projet éolien communautaire du Granit)
- Réseau collecteur souterrain (Parc de Saint-Robert Bellarmin)

**Autres éléments**

- Bâtiment (résidence, érablière, chalet et camp de chasse)
- Route pavée
- Route non pavée
- Chemin carrossable non pavé, non carrossable
- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Courbe de niveau (équidistance : 10 m)
- Frontière canado-américaine
- Limite municipale
- Milieu humide
- Plan d'eau



Parc éolien de Saint-Robert-Bellarmin

**CARTE 4.1  
MILIEUX HUMIDES**

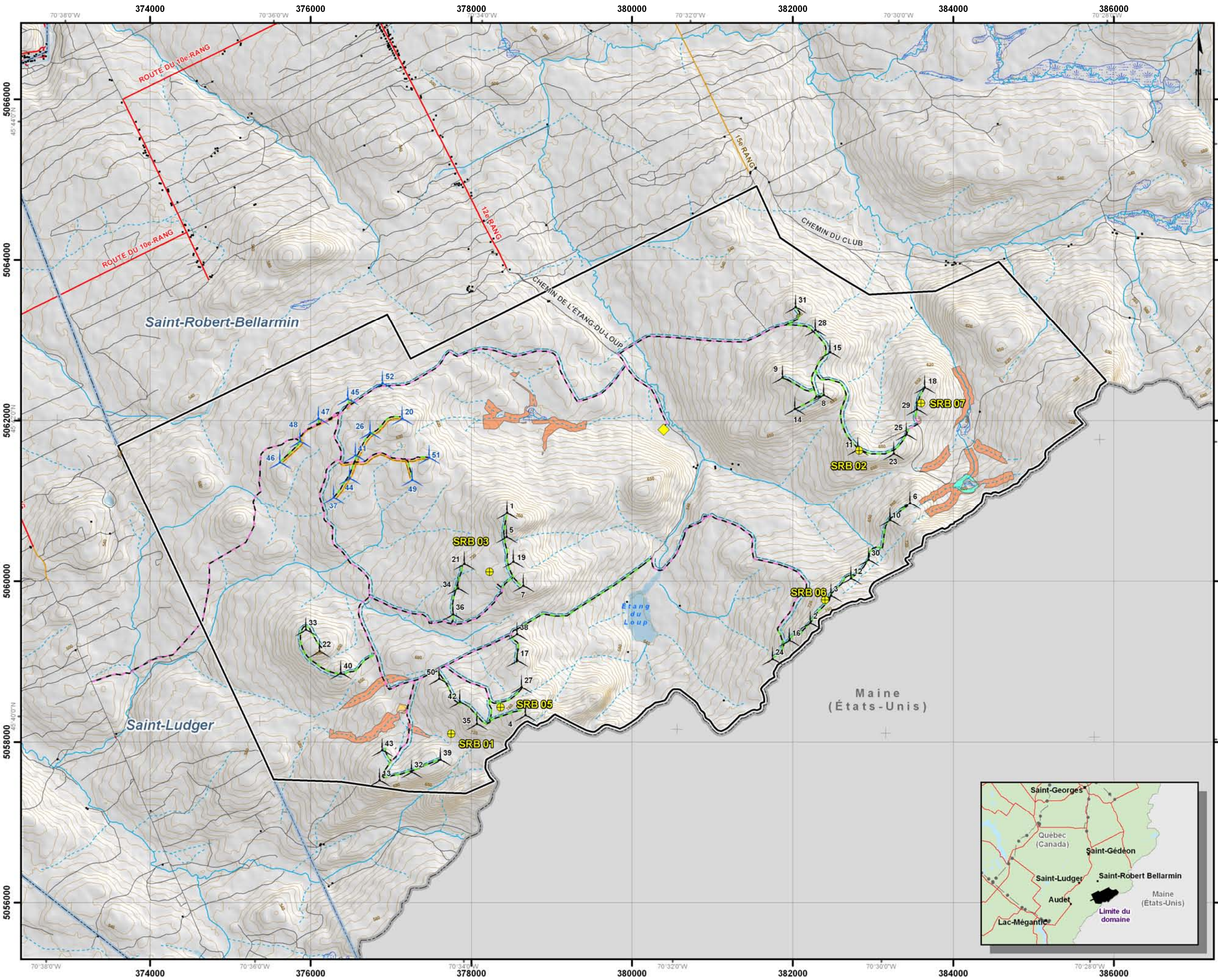


T31-095-042516-001CC  
SRB\_2009.10.05\_19MMR\_0811-13  
4 mai 2010

Projection: UTM Zone 19, NAD83  
Sources: BDTQ 1:20000, Domtar, MRNF (SIEF - données Forgen), USGS  
© Gouvernement du Québec, Tous Droits Réservés, 2010. 002504







**Légende**

**Éléments du projet**

- Limite du domaine
- Eolienne - Parc de Saint-Robert-Bellarmin (40)
- Eolienne - Projet éolien communautaire du Granit (12)
- Mât de mesure de vent
- Poste de raccordement
- Chemin d'accès aux éoliennes
- Chemin à construire
- Réseau collecteur souterrain (Projet éolien communautaire du Granit)
- Réseau collecteur souterrain (Parc de Saint-Robert Bellarmin)

**Autres éléments**

- Bâtiment (résidence, érablière, chalet et camp de chasse)
- Route pavée
- Route non pavée
- Chemin carrossable non pavé, non carrossable
- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Courbe de niveau (équidistance : 10 m)
- Frontière canado-américaine
- Limite municipale
- Milieu humide
- Plan d'eau

**Habitat des oiseaux:**

- Grive
- Paruline
- Moucherolle



Parc éolien de Saint-Robert-Bellarmin

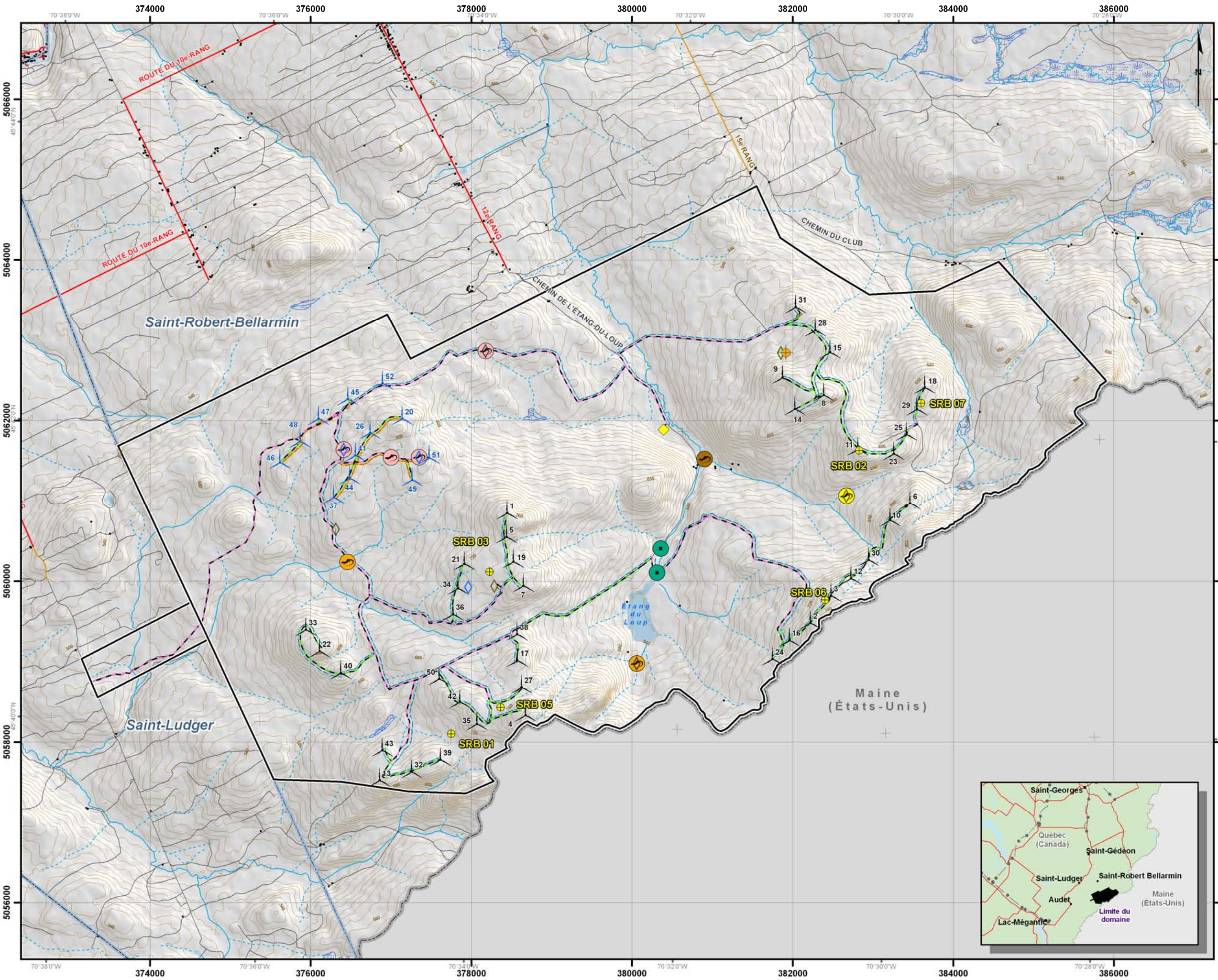
**CARTE 4.2**  
HABITAT DES OISEAUX À STATUT PRÉCAIRE



731-694-2904 10-001CC  
SRB\_2009\_10\_05\_104MMV\_apr11-v2  
28 avril 2010

Projection: UTM Zone 19, NAD83  
Sources: BDTQ 1:20000, Domtar, MRNF,  
Groupe Hémisphères (habitats des oiseaux), USGS  
© Gouvernement du Québec, tous droits réservés, 2009, 04/2010





**Légende**

**Éléments du projet**

- Limite du domaine
- Eolienne - Parc de Saint-Robert-Bellarmin (40)
- Eolienne - Projet éolien communautaire du Granit (12)
- Mât de mesure de vent
- Poste de raccordement
- Chemin d'accès aux éoliennes
- Chemin à construire
- Réseau collecteur souterrain (Projet éolien communautaire du Granit)
- Réseau collecteur souterrain (Parc de Saint-Robert Bellarmin)

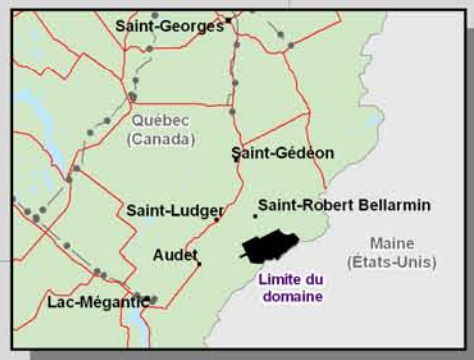
**Autres éléments**

- Bâtiment (résidence, érablière chalet et camp de chasse)
- Route pavée
- Route non pavée
- Chemin carrossable non pavé, non carrossable
- Cours d'eau
- Cours d'eau intermittent
- Courbe de niveau (équidistance : 10 m)
- Frontière canado-américaine
- Limite municipale
- Milieu humide
- Plan d'eau
- Couleuvre rayée
- Crapaud d'Amérique
- Grenouille des bois
- Grenouille du Nord
- Grenouille verte
- Salamandre cendrée
- Salamandre maculée
- Salamandre à deux lignes
- Salamandre sombre du Nord
- Triton vert



Parc éolien de Saint-Robert-Bellarmin

**CARTE 4.3  
AMPHIBIENS ET REPTILES OBSERVÉS**



731-093-8325/19-081-CC  
SRB\_2009\_10\_05\_104MAY\_0811-v2  
3 mai 2010

Projection: UTM Zone 19, NAD83  
Sources: BDTQ 1:20000, Domtar, MRNF,  
Groupe Hémisphères (sites d'échantillonnage), USGS  
© Couronnement du Québec, Inc. Tous droits réservés, 2009. 04/05/09



## ANNEXE 2

### Informations relatives à l'inventaire par virées courtes



## Informations relatives à l'inventaire par virées courtes au Parc éolien de St-Robert

Site_Releve_Code	Date_observ	Hrs_debut	Hrs_fin	Heure_meteo	Meteo_dateObserv	Nebulosite	Precipitation	Vent_force_Bf_min	Vent_force_Bf_max	Vent_direction	Condition_observ
MEG_VC00	13-04-2006	10:30	11:00	10:30:00	13-04-2006	0	0	2	2		Excellente
MEG_VC01	04-05-2006	12:05	12:35	12:05:00	04-05-2006	100	0	3	3	NO	Excellente
MEG_VC01	11-05-2006	07:57	08:12	07:57:00	11-05-2006	100		4	4	E	Moyenne
MEG_VC02	21-04-2006	10:47	11:18	10:35:00	11-05-2006	100	1	4	4	E	Bonne
MEG_vc02	11-05-2006	10:35	11	10:47:00	21-04-2006	0	0	3	3		Excellente
MEG_VC04	13-04-2006	11:00	11:30	11:00:00	13-04-2006	100	0	2	2		Bonne
MEG_VC04	19-04-2006	14:46	15:15	14:46:00	19-04-2006	0	0	4	4		Excellente
MEG_VC04	11-05-2006	08:49	09:09	08:49:00	11-05-2006	100		5	5	E	Moyenne
MEG_VC05	13-04-2006	12:10	12:25	12:10:00	13-04-2006	100	0	2	2		Bonne
MEG_VC06	19-04-2006	13:02	13:20	13:02:00	19-04-2006	10	0	3	3		Excellente
MEG_VC07	19-04-2006	12:50	13:15	12:50:00	19-04-2006	60	0	5	5		Excellente
MEG_VC09	19-04-2006	11:30	12:00	11:30:00	19-04-2006	40	0	6	6		Excellente
MEG_VC09	27-04-2006	12:54	13:24	12:54:00	27-04-2006	80	0	2	2	SO	Excellente
MEG_VC09	09-05-2006	09:57	10:27	09:57:00	09-05-2006	80	0	5	5	SE	Excellente
MEG_VC12	19-04-2006	16:15	16:45	16:15:00	19-04-2006	0	0	8	8		Excellente
MEG_VC12	11-05-2006	08:39	09:05	08:39:00	11-05-2006	100	1	4	4	S	Bonne
MEG_VC13	21-04-2006	07:52	08:22	07:52:00	21-04-2006	0	0	3	3		
MEG_VC13	04-05-2006	12:53	13:23	12:53:00	04-05-2006	100	0	2	2	NO	Excellente
MEG_VC13	11-05-2006	07:47	08:23	07:47:00	11-05-2006	100	1	5	5	S	Bonne
MEG_vc13	08-09-2006	06:40	07:15	06:40:00	08-09-2006	0	0	2	2	O	Excellente
MEG_vc13	16-09-2006	08:54	09:15	08:54:00	16-09-2006	100	0	0	1		Bonne
MEG_vc13	22-09-2006	07:44	08:23	06:56:00	28-09-2006	50	0	1	2	SE	Excellente
MEG_vc13	28-09-2006	06:56	07:53	07:44:00	22-09-2006	0	0	1	2	NO	Excellente
MEG_vc13	06-10-2006	07:58	08:28	07:58:00	06-10-2006	0	0	1	3	E	Excellente
MEG_VC14	21-04-2006	07:56	08:16	07:56:00	21-04-2006	0	0	3	3		Excellente
MEG_vc16	31-08-2006	08:20	08:57	08:20:00	31-08-2006	90	0	2	2		Excellente
MEG_VC19	25-04-2006	10:10	10:40	10:10:00	25-04-2006	100	0	4	4	SE	Bonne
MEG_VC20	25-04-2006	11:10	11:40	11:10:00	25-04-2006	100	0	4	4	SE	Bonne
MEG_VC21	25-04-2006	13:15	13:45	13:15:00	25-04-2006	100	4	5	5	SE	Mauvaise
MEG_VC25	27-04-2006	10:06	10:36	10:06:00	27-04-2006	60	0	2	2	O	Excellente
MEG_VC25	04-05-2006	08:32	08:56	08:32:00	04-05-2006	100	1	1	1	IND	Bonne
MEG_VC25	18-05-2006	08:14	08:45	08:14:00	18-05-2006	90	0	0	0		Excellente
MEG_VC26	27-04-2006	10:15	10:43	10:15:00	27-04-2006	80	0	2	2	SO	Excellente
MEG_VC27	27-04-2006	11:27	11:55	11:27:00	27-04-2006	80	0	2	2	SO	Excellente
MEG_VC27	04-05-2006	09:26	09:55	09:26:00	04-05-2006	100		1	1		Bonne
MEG_VC27	18-05-2006	08:09	08:52	08:09:00	18-05-2006	90	0	0	0		Excellente
MEG_VC28	03-05-2006	09:32	10	09:32:00	03-05-2006	100		4	4	NE	Moyenne
MEG_VC28	15-05-2006	09:35	10:05	09:35:00	15-05-2006	10	0	4	4	SE	Excellente
MEG_VC28	16-05-2006	10:08	10:32	10:08:00	16-05-2006	100		2	2	N	Bonne

Site_Releve_Code	Date_observ	Hrs_debut	Hrs_fin	Heure_meteo	Meteo_dateObserv	Nebulosite	Precipitation	Vent_force_Bf_min	Vent_force_Bf_max	Vent_direction	Condition_observ
MEG_VC29	03-05-2006	09:10	09:38	09:10:00	03-05-2006	100		2	2	NE	Bonne
MEG_VC29	16-05-2006	10:38	10:53	10:38:00	16-05-2006	100	0	4	4	SE	Excellente
MEG_vc30	08-09-2006	7	07:40	07:00:00	08-09-2006	0	0	1	3	NE	Bonne
MEG_vc30	15-09-2006	09:10	09:50	07:56:00	22-09-2006	0	0	1	2	NO	Bonne
MEG_vc30	22-09-2006	07:56	08:28	07:10:00	28-09-2006	65	0	1	3	SO	Bonne
MEG_vc30	28-09-2006	07:10	07:38	09:10:00	15-09-2006	100	0	0	0		Excellente
MEG_vc30	06-10-2006	08:07	08:37	08:07:00	06-10-2006	0	0	0	1	N	Excellente
MEG_VC31	03-05-2006	11:12	11:43	11:12:00	03-05-2006	100		4	4	NE	Bonne
MEG_VC31	16-05-2006	09:02	09:32	09:02:00	16-05-2006	100	0	2	2	SE	Bonne
MEG_vc31	31-08-2006	06:37	07:12	06:37:00	31-08-2006	100	0	2	2		Excellente
MEG_vc32	08-09-2006	08:38	09:08	08:38:00	08-09-2006	0	0	2	2	O	Excellente
MEG_vc32	22-09-2006	7	07:32	07:00:00	22-09-2006	0	0	1	3	NO	Bonne
MEG_vc32	27-09-2006	09:14	09:44	09:14:00	27-09-2006	3	0	2	4	E	Excellente
MEG_vc32	06-10-2006	06:54	07:24	06:54:00	06-10-2006	0	0	0	1	N	Excellente
MEG_vc33	08-09-2006	08:45	09:15	08:45:00	08-09-2006	0	0	1	3	S	Excellente
MEG_vc33	22-09-2006	06:52	07:27	09:20:00	28-09-2006	5	0	2	4	E	Bonne
MEG_vc33	28-09-2006	09:20	09:50	06:52:00	22-09-2006	0	0	1	2	NO	Excellente
MEG_vc33	06-10-2006	06:56	07:35	06:56:00	06-10-2006	0	0	0	1	N	Excellente
MEG_vc34	16-09-2006	06:32	07:02	06:32:00	16-09-2006	100	0	0	3	SO	Bonne
MEG_vc34	27-09-2006	07:40	08:07	07:40:00	27-09-2006	1	0	1	1	O	Excellente
MEG_vc35	16-09-2006	06:27	06:53	06:27:00	16-09-2006	100	0	0	1	SO	Excellente
MEG_vc35	27-09-2006	07:43	08:21	07:43:00	27-09-2006	1	0	1	2	E	Bonne
MEG_VC36	04-05-2006	08:40	09:10	08:40:00	04-05-2006	100	1	0	0	IND	Bonne
MEG_VC36	18-05-2006	09:14	09:40	09:14:00	18-05-2006	90	0	1	1	O	Excellente
MEG_vc36	16-09-2006	07:35	08:18	08:18:00	28-09-2006	90	0	2	4	S	Bonne
MEG_vc36	22-09-2006	09:01	09:33	07:35:00	16-09-2006	100	0	0	1	SO	Excellente
MEG_vc36	28-09-2006	08:18	08:49	09:01:00	22-09-2006	0	0	1	2	NO	Excellente
MEG_vc36	05-10-2006	06:50	07:30	06:50:00	05-10-2006	100	0	1	2	NE	Bonne
MEG_vc37	31-08-2006	06:50	07:30	06:50:00	31-08-2006	0	0	1	2		
MEG_vc37	16-09-2006	07:25	07:51	07:25:00	16-09-2006	100	0	0	1	SO	Excellente
MEG_vc37	22-09-2006	09:05	09:35	09:05:00	22-09-2006	0	0	1	3	NO	Bonne
MEG_vc37	27-09-2006	08:42	09:16	08:42:00	27-09-2006	3	0	1	1	O	Excellente
MEG_vc37	05-10-2006	06:42	07:12	06:42:00	05-10-2006	100	0	2	3	N	Moyenne
MEG_vc38	31-08-2006	08:30	09:06	08:30:00	31-08-2006	100	0	1	4		
MEG_vc38	16-09-2006	08:44	09:21	08:44:00	16-09-2006	80	0	1	2	SO	Excellente
MEG_vc38	27-09-2006	08:50	09:10	08:50:00	27-09-2006	2	0	2	2	O	Excellente
MEG_vc38	28-09-2006	08:05	08:46	08:05:00	28-09-2006	5	0	2	4	SO	Excellente
MEG_VC39	04-05-2006	14:55	15:20	14:55:00	04-05-2006	100	0	3	3	SE	Excellente
MEG_VC39	16-05-2006	09:03	09:39	09:03:00	16-05-2006	100		1	1	N	Bonne



## ANNEXE 3

Informations relatives aux points d'écoute



**Informations relatives aux points d'écoute, parc éolien de St-Robert**

<b>Releve No</b>	<b>Date observ</b>	<b>Hrs debut</b>	<b>Hrs fin</b>
em01	15-06-2006	05:55	06:05
em01	21-06-2006	07:48	07:58
em02	15-06-2006	06:36	06:46
em02	21-06-2006	08:15	08:25
em03	15-06-2006	06:25	06:35
em03	21-06-2006	06:55	07:05
em04	15-06-2006	06:53	07:03
em04	21-06-2006	07:29	07:39
em05	15-06-2006	06:05	06:15
em05	21-06-2006	06:18	06:28
em06	15-06-2006	06:40	06:50
em06	21-06-2006	06:47	06:57
em07	22-06-2006	08:45	08:55
em08	13-06-2006	08:52	09:02
em08	22-06-2006	08:11	08:21
em09	13-06-2006	07:14	07:24
em09	22-06-2006	08:58	09:08
em10	13-06-2006	07:07	07:17
em10	22-06-2006	08:25	08:35
em19	15-06-2006	08:54	09:04
em19	22-06-2006	06:04	06:14
em20	15-06-2006	09:20	09:30
Em20	22-06-2006	05:40	05:50
em21	15-06-2006	08:35	08:45
em21	22-06-2006	06:47	06:57
em22	15-06-2006	09:10	09:20
em22	22-06-2006	06:55	07:05
em23	15-06-2006	08:27	08:37
em23	22-06-2006	06:08	06:18
em24	15-06-2006	08:56	09:06
em24	22-06-2006	05:35	05:45
em27	16-06-2006	07:05	07:15
em27	23-06-2006	05:25	05:35
em28	16-06-2006	06:40	06:50
em28	23-06-2006	05:55	06:05
em31	16-06-2006	06:33	06:43
em31	23-06-2006	05:38	05:48
EM32	16-06-2006	08:45	08:55
em32	21-06-2006	08:16	08:26
em33	16-06-2006	08:55	09:05
em33	21-06-2006	07:14	07:24
em34	16-06-2006	08:54	09:04
em34	21-06-2006	06:10	06:20



Informations relatives à l'inventaire des milieux humides



**Informations relative à l'inventaire des milieux humides, parc éolien de St-Robert**

<b>Releve No</b>	<b>Date observ</b>	<b>Hrs debut</b>	<b>Hrs fin</b>
mh1	09-06-2006	08:50	09:05
mh2	09-06-2006	09:50	10:05
mh3	15-06-2006	10:47	11:05





## ANNEXE 5

### Détails de l'inventaire de la grive de Bicknell



**Détail de l'inventaire de la grive de Bicknell, parc éolien de St-Robert**

<b>Releve No</b>	<b>Date observ</b>	<b>Hrs debut</b>	<b>Hrs fin</b>
bm03	21-06-2006	04:25	04:43
bm03	22-06-2006	19:38	19:59
bm05	21-06-2006	04:20	04:41
bm05	22-06-2006	19:32	19:53
bm11	21-06-2006	17:58	18:19
bm11	21-06-2006	06:10	06:31
bm15	21-06-2006	05:32	05:53
bm15	22-06-2006	18:27	18:48
bm16	21-06-2006	06:48	07:09
bm16	22-06-2006	18:50	19:11
bm17	21-06-2006	06:10	06:31
bm17	22-06-2006	18	18:21
bm18	22-06-2006	06:16	06:37
bm18	23-06-2006	18:57	19:18
bm19	22-06-2006	05:42	06:03
bm19	23-06-2006	18:54	19:15
bm20	20-06-2006	05:55	06:16
bm20	23-06-2006	18:20	18:41
bm21	22-06-2006	05:54	06:15
bm21	23-06-2006	18:33	18:54
bm24	21-06-2006	18:25	18:46
bM25	22-06-2006	18:29	18:49

**Caractérisation des points d'inventaire de la grive de Bicknell, parc éolien de St-Robert**

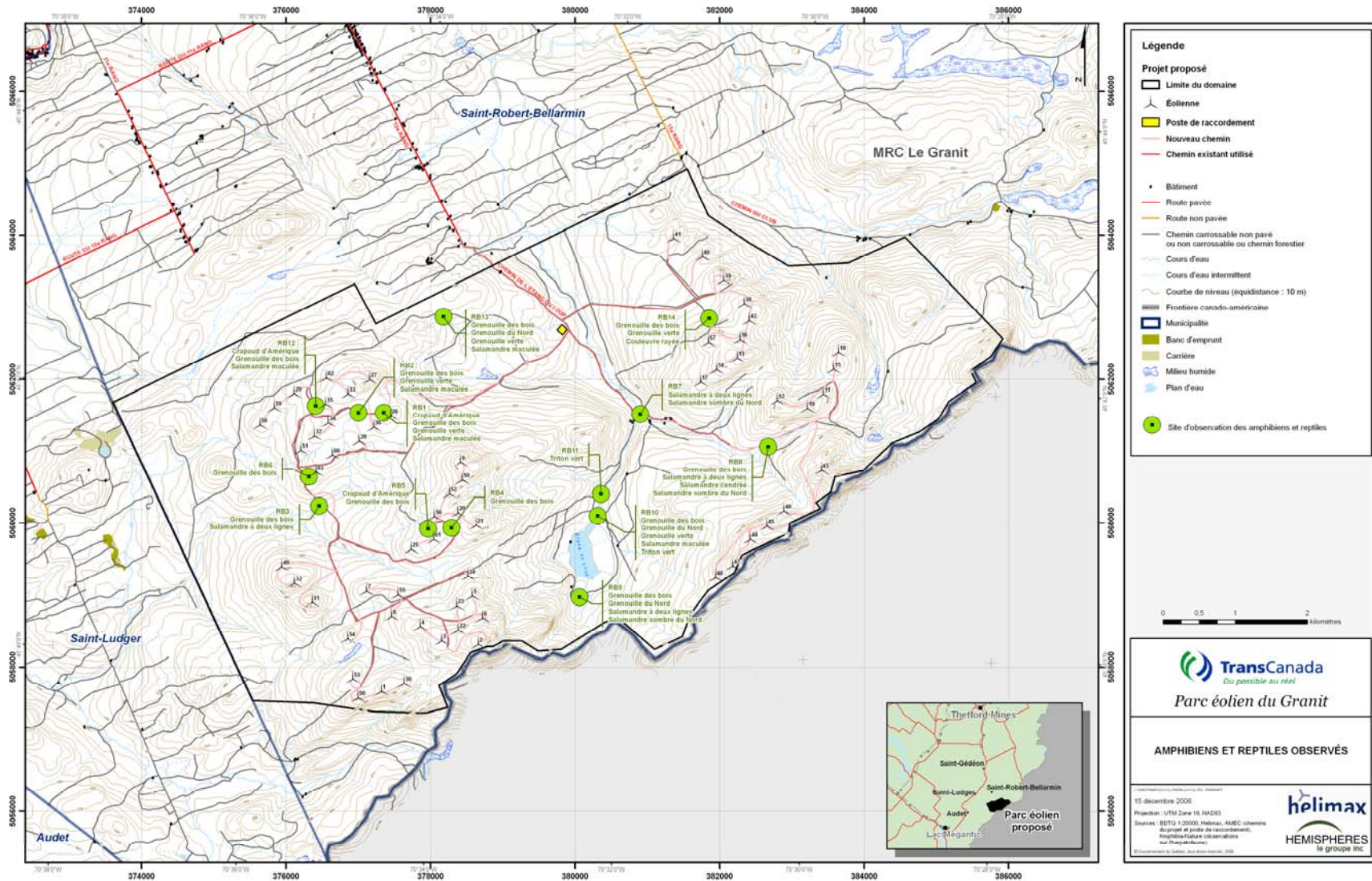
Site_Releve	Hab_ecotype	Hab_ouverture	Hab_perturb	Hab_topo	Hab_altitude	Hab_veget_age	Hab_veget_esp_dominante	Hab_veget_hauteur	Hab_vege_recouv
MEG_bm03	forêt de conifères	1 (0-25%)		mi-pente	682	50	sapin baumier		95
MEG_bm05	forêt mixte	2 (25-50%)	chemin à 50m	ondulé	661	70	épinette rouge		70
MEG_bm11	forêt de conifères	1 (0-25%)		sommet	719	90	épinette rouge		60
MEG_bm15	forêt de conifères	2 (25-50%)	coupe à 15m	plat	755	70	rés. (sapin)	15	60
MEG_bm16	forêt mixte	2 (25-50%)	éclaircie commerciale de 2 ans maximum	plat	717	70	épinette rouge		40
MEG_bm17	forêt de conifères			sommet	793	90	sapin baumier	17	90
MEG_bm18	forêt mixte	2 (25-50%)		mi-pente	698	70	épinette rouge		80
MEG_bm19	forêt mixte	1 (0-25%)		ondulé	692	70	épinette rouge		60
MEG_bm20	forêt mixte	2 (25-50%)		mi-pente	662	70	épinette rouge	15	50
MEG_bm21	forêt de feuillus			mi-pente	692	70	bouleau jaune	15	50
MEG_bm24	forêt mixte	4 (75-100%)	coupe à 50 m (ouest), chemin à 50 m (nw)	mi-pente	650	70	sapin baumier		60
MEG_bm25	forêt de conifères				668		sapin baumier		

## ANNEXE 6

### Rapport d'inventaire des amphibiens et reptiles



**Figure 1.** Localisation des amphibiens et des reptiles observés dans le secteur de Saint-Robert-Bellarmin en 2006.







## ANNEXE 7

### Étude hydrologique





Le 27 avril 2010

Saint-Laurent Énergies  
1134 Sainte-Catherine Ouest, bureau 910  
Montréal, Québec, H3B 1H4

À l'attention de : Monsieur François Tremblay

---

**Objet :   Projet d'aménagement du parc éolien à Saint-Robert-Bellarmin**  
**Étude hydrologique évaluant l'impact de l'aménagement du parc éolien sur**  
**les bassins versants du secteur – Note technique**  
N/Réf. : 606663

---

Monsieur,

Suite au mandat octroyé afin de modéliser l'impact de l'aménagement du parc éolien à Saint-Robert-Bellarmin sur les bassins versants du secteur, SNC-Lavalin inc., Division Environnement (SLE) est heureuse de vous présenter la note technique préparée sur les résultats de ces travaux.

## **RÉSUMÉ**

Saint-Laurent Énergies envisage la construction et l'exploitation d'un parc éolien dans la municipalité régionale de comté (MRC) du Granit, à l'intérieur des limites municipales de Saint-Robert-Bellarmin et de Saint-Ludger. La présente étude porte sur les modifications qui pourraient être apportées au régime d'écoulement des ruisseaux et rivières drainant un territoire de 53,7 km<sup>2</sup> couvrant la zone d'étude suite à l'aménagement du parc éolien. Les principales rivières drainant le parc éolien sont la rivière du Barrage, la rivière du Loup et le ruisseau de la Montagne Noire. L'étude comporte les étapes suivantes :

- Dériver les courbes intensité-durée-fréquence (IDF) des fortes pluies pouvant affecter la région;
- Modéliser un sous-bassin représentatif de la zone d'étude avant et après l'implantation du parc éolien; et
- Estimer le risque d'érosion qui résultera de l'aménagement.

Comme les plus fortes crues pouvant affecter la zone d'étude proviennent de fortes pluies survenant en été ou en automne, les courbes IDF permettent d'estimer l'importance des précipitations pouvant affecter la zone d'étude pour des périodes de retour allant de 2 ans à 100 ans.

.../2



Monsieur François Tremblay  
Saint-Laurent Énergies  
Le 27 avril 2010

page 2

Le sous-bassin retenu pour la modélisation est celui de la rivière du Barrage, car c'est celui qui comprendra le plus grand nombre d'éoliennes (aire décapée de près de 50 ha) et qui impliquera la construction de plus de 23 km de chemin d'accès.

La modélisation du sous-bassin de la rivière du Barrage (superficie de 16 km<sup>2</sup>) montre que les débits de crue sont peu modifiés par la construction. Ainsi, le débit de pointe de la crue de 100 ans passe de 75,0 m<sup>3</sup>/s avant aménagement à 77,2 m<sup>3</sup>/s après aménagement. Compte tenu du niveau de précision des mesures de débit en rivière qui est de l'ordre de 10%, ces changements seront imperceptibles. Les raisons du faible écart sont dues à deux facteurs principaux:

- La superficie des aires décapées et des routes d'accès ne représente que 2,1% de la superficie totale de la zone d'étude; **et**
- les aires décapées et les routes d'accès dues à l'aménagement sont concentrées aux limites des sous-bassins versants ou au sommet des collines, donc assez éloignées du cours d'eau principal. La principale composante de l'écoulement est alors l'écoulement de surface à travers un sous-bois allant de léger à dense.

En raison de la faible superficie affectée par les travaux, les risques d'érosion additionnelle dus à l'aménagement seront imperceptibles. L'érosion des sols pourrait cependant être plus apparente au moment de la construction, lors du décapage des sols. Le phénomène sera toutefois de courte durée, considérant les travaux de végétalisation prévus lors de la phase d'aménagement. Par ailleurs, l'encadrement des travaux de construction par l'application des normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État, et les bonnes pratiques en découlant, permettra de prévenir et d'atténuer les impacts liés à l'érosion des sols.

La construction du parc éolien ne modifiera pas le transport de sédiments déjà présents dans le lit des rivières car celui-ci n'est pas touché par les travaux. Par contre la charge sédimentaire de surface provenant du reste du bassin versant sera légèrement augmentée suite au décapage d'une partie du sol, particulièrement pendant la période de construction. Ces sédiments de surface sont généralement fins (silt et argile) et sont transportés par suspension. Cette composante est essentiellement liée au risque d'érosion et comme ce risque n'augmentera que légèrement, il en sera de même du transport de sédiments.



Monsieur François Tremblay  
Saint-Laurent Énergies  
Le 27 avril 2010

page 3

## **INTRODUCTION**

Saint-Laurent Énergies envisage la construction d'un parc éolien dans la municipalité régionale de comté (MRC) du Granit, à mi-chemin entre les villes de Lac-Mégantic et de Saint-Georges-de-Beauce, à l'intérieur des limites municipales de Saint-Robert-Bellarmin et de Saint-Ludger. Le domaine longe la frontière étatsunienne et a une superficie de 53,7 km<sup>2</sup> (5374 ha), bien que les surfaces occupées par les composantes du projet ne représentent qu'une fraction de ce territoire. L'implantation du parc éolien entraînera des modifications au milieu physique de la zone d'étude, ce qui risque de perturber le régime d'écoulement sur le bassin versant. Cette étude a pour objectifs :

- d'estimer les débits de la principale rivière pouvant être affectée par le projet pour des périodes de récurrence allant de 2 à 100 ans ;
- de modéliser l'écoulement sur le sous-bassin principal se trouvant dans la région d'implantation des éoliennes ;
- évaluer le potentiel d'érosion dû à l'implantation du parc éolien.

## **DESCRIPTION DE LA ZONE D'ÉTUDE**

### **GÉOLOGIE ET COUVERT FORESTIER**

Le secteur à l'étude est situé dans l'unité de paysage mont Mégantic et son relief est généralement constitué de coteaux et de collines aux versants de pente faible à modérée pouvant atteindre 700 mètres d'altitude.

Le substrat rocheux est composé surtout de roches sédimentaires (grès, shale, ardoise). Le till épais occupe les vallées et les versants des collines. Le till est mince sur les sommets et laisse paraître des affleurements rocheux. Au total, les dépôts de till de différentes épaisseurs occupent plus de 98 % de la surface du site à l'étude. La productivité forestière est généralement bonne dans les zones de dépôts épais, puisque le drainage est bon et que le niveau d'éléments nutritifs du sol semble suffisant. Les dépôts minces (moins d'un mètre) ou très minces (moins de 50 cm) ont pour leur part un drainage rapide et un niveau moindre d'éléments nutritifs, ce qui limite la productivité des sites.

Les affleurements rocheux couvrent une faible proportion des sommets des collines présentes sur le site du projet. La végétation arborescente est limitée et circonscrite sur les microsites au sol meuble. Les autres strates de végétation sont en grande partie composées de lichens et de certaines espèces d'herbacées aptes à résister à des périodes de sécheresse prolongées. Le tableau 1 donne les types de végétation retrouvés sur la zone d'étude.



Monsieur François Tremblay  
Saint-Laurent Énergies  
Le 27 avril 2010

page 4

## RÉSEAU DE DRAINAGE

Situé à la frontière entre le Canada et les États-Unis, le domaine du parc éolien est drainé vers le nord en direction de la rivière Chaudière. À cet endroit, la frontière Canada-États-Unis correspond à la ligne de partage des eaux entre le fleuve Saint-Laurent et la rivière Kennebec, qui traverse le Maine et se jette dans l'océan Atlantique.

Les eaux de surface du domaine se dirigent vers trois sous-bassins. Ils s'écoulent notamment par de petits cours d'eau dont près de 70 % sont considérés comme intermittents. La figure 1 illustre l'emplacement des cours d'eau et la limite des sous-bassins.

### Tableau 1 Superficies des différents types de végétation

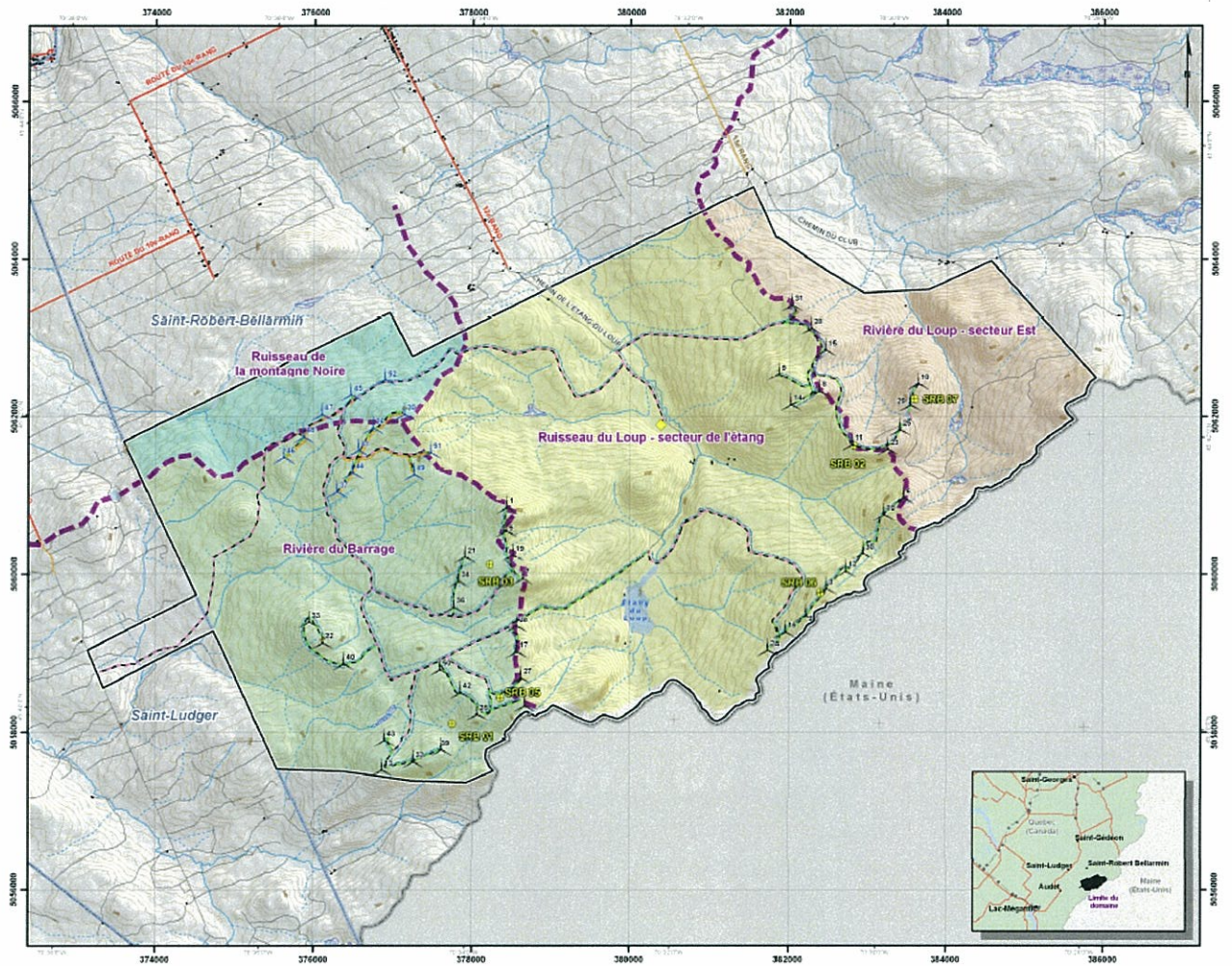
(tiré de l'étude d'impact sur l'environnement réalisée par Hélimax)

Forêt de feuillus	43,8%
Forêt mixte	36,5%
Forêt de résineux	6,0%
Terrains perturbés sans couvert forestier	12,8%
Terrains improductifs	0,4%
Étendues d'eau	0,5%
Total	100,0%



**Figure 1 Zone d'étude**

(tiré de l'étude d'impact sur l'environnement réalisée par Hélimax)





Monsieur François Tremblay  
Saint-Laurent Énergies  
Le 27 avril 2010

page 6

Le plus grand sous-bassin est celui de la rivière du Loup qui draine la majeure partie du domaine (64 %). Le principal tributaire, nommé le ruisseau du Loup, débute plus ou moins à l'étang du Loup, un plan d'eau d'environ 20 ha qui repose en amont d'une vallée large et profonde. La pente de l'écoulement varie de forte, autour de l'étang, à faible plus à l'aval. Le secteur est du domaine s'écoule également vers la rivière du Loup, mais en transitant par plusieurs petits ruisseaux de forte pente.

Le deuxième sous-bassin en importance englobe la partie ouest (29 %) dont les eaux se dirigent vers la rivière du Barrage qui termine sa course non loin dans la rivière Samson. Possédant une pente d'écoulement plus douce et régulière, ce sous-bassin abrite aussi un petit étang de 1,3 ha près des sommets en direction de l'étang du Loup.

Troisième sous-bassin en importance (7 %), le coin nord-ouest du domaine est drainé par deux ruisseaux qui contournent la montagne Noire avant de se jeter directement dans la rivière Samson. Ses caractéristiques sont similaires au sous-bassin décrit ci-devant, quoique la densité du réseau semble plus faible.

Un peu à l'image des plans d'eau peu abondants, le domaine abrite peu de milieux humides principalement à cause de son relief accidenté. Les milieux humides occupent une superficie totale de 7,5 ha, soit moins de 0,14 % du domaine.

## **MÉTHODOLOGIE**

L'atteinte des objectifs implique une comparaison des conditions d'écoulement avant et après l'implantation du parc éolien. La méthodologie comportera donc les étapes suivantes :

- Description des changements apportés à la zone d'étude suite à l'implantation du parc éolien ;
- Définir les courbes intensité-durée-fréquence des pluies dans la zone d'étude ;
- Modéliser l'écoulement sur le principal sous-bassin de la zone d'étude avant l'implantation du parc éolien ;
- Modéliser l'écoulement sur le principal sous-bassin de la zone d'étude après l'implantation du parc éolien ;
- Estimer les débits de crue pour diverses périodes de récurrence avant et après aménagement ;
- Évaluer le risque d'érosion.





## CHANGEMENTS DUS À L'IMPLANTATION DU PARC ÉOLIEN

D'après les informations contenues dans l'étude d'impact pour le projet à l'étude, le parc comprendra 40 éoliennes de 2 MW chacune et pourrait inclure 12 éoliennes supplémentaires planifiées dans le cadre d'une deuxième phase. Les éoliennes seront distribuées sur l'ensemble du domaine, mais n'occuperont en fait qu'une faible superficie de celui-ci.

Le projet nécessitera la construction de nouveaux chemins et en utilisera également certains déjà existants qui devront être améliorés. Le réseau électrique sera en partie souterrain et en partie aérien, et convergera vers le poste de raccordement situé dans le secteur sud du domaine.

Le tableau 2 résume les principales caractéristiques du parc éolien de Saint-Robert-Bellarmin. Le nombre d'éoliennes présenté dans ce tableau correspond au nombre total prévu si la proposition formulée lors du 3<sup>ème</sup> appel d'offres est acceptée. La prise en compte du nombre maximal d'éoliennes conduit à une analyse dont les résultats seront conservateurs.

**Tableau 2 Caractéristiques du projet**

	Durant construction	Après construction
Superficie du domaine	53,7 km <sup>2</sup>	53,7 km <sup>2</sup>
Nombre d'éoliennes	52	52
Nouveaux chemins d'accès	19,88 km	19,88 km
Amélioration de chemins existants	27,77 km	27,77 km

Le tableau 3 donne les superficies des sous-bassins versants ainsi que les aires décapées et les longueurs des chemins d'accès sur chaque sous-bassin. La superficie totale des aires décapées représente 2,1% de la superficie totale de la zone d'étude.

**Tableau 3 Aires décapées sur chaque sous-bassin**

Bassin versant	Aire (km <sup>2</sup> )	Aire décapée (ha)	Chemins d'accès	
			Longueur (km)	Aire (ha)
Rivière du Barrage	16,0	20,0	23,00	29,43
Ruisseau de la Montagne Noire	3,6	4,0	3,2	3,34
Ruisseau du Loup secteur de l'étang	25,4	20,0	18,4	23,97
Rivière du Loup secteur Est	8,7	7,0	3,0	5,18
Total	53,7	51,0	47,6	61,9

Les informations montrées sur la figure 1 et au tableau 3 indiquent que le sous-bassin de la rivière du Barrage sera celui le plus affecté par les modifications à son milieu physique car c'est celui qui recevra le plus grand nombre d'éoliennes. C'est donc celui qui a été retenu pour l'étude du ruissellement présentée ci-dessous

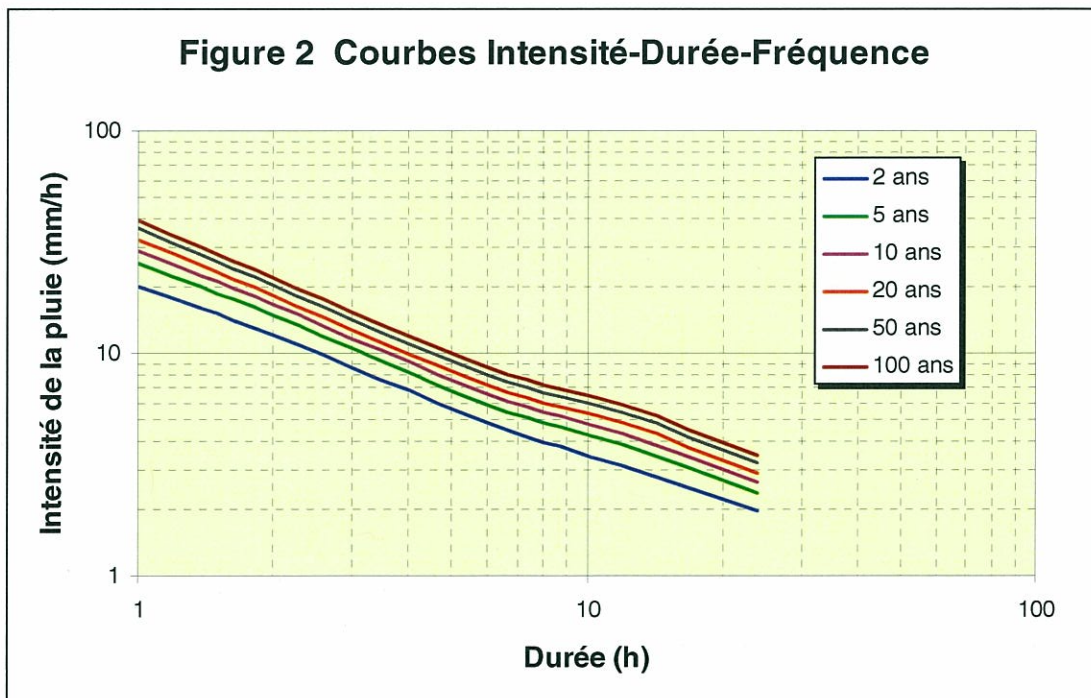


## COURBES INTENSITÉ-DURÉE-FRÉQUENCE

Les courbes intensité-durée-fréquence pour la zone d'étude ont été établies à partir des courbes présentées dans l'Atlas de la fréquence des pluies au Canada<sup>1</sup>. Ces courbes donnent une estimation de l'intensité de la pluie, en mm/h, pour des pluies de durées variant de 1 h à 24 h et pour des périodes de récurrence de 2 à 100 ans. Les courbes IDF apparaissent sur la Figure 2 et les valeurs sont données au tableau 4.

## MODÉLISATION DU SOUS-BASSIN RIVIÈRE DU BARRAGE

Il importe de modéliser le sous-bassin avant et après aménagement de manière à exposer les conséquences de l'implantation du parc éolien sur le ruissellement. Le logiciel HEC-HMS de l'U.S. Army Corps of Engineers a été utilisé pour les simulations car il est très efficace pour modéliser l'écoulement sur de petits bassins versants en tenant compte du couvert végétal et de l'occupation des sols. Le logiciel offre diverses méthodes pour étudier l'écoulement en période de crue et celle retenue est l'hydrogramme unitaire basé sur la méthode des numéros de courbe (curve number) développée par le Soil Conservation Service (SCS) de l'U.S. Department of Agriculture<sup>2</sup>.



<sup>1</sup> Hogg, W.D. et Carr, D.A., 1985. Atlas de la fréquence des pluies au Canada. Publication du Programme climatologique canadien.

<sup>2</sup> Natural Resources Conservation Service, 1997. National Engineering Handbook, Part 630 Hydrology, U.S. Dept. of Agriculture.



**Tableau 4 Intensité-Durée-Fréquence des pluies**

Durée (h)	I (mm/h)					
	Période de récurrence (ans)					
	2	5	10	20	50	100
1	20.0	25.3	28.8	32.2	36.6	39.8
2	12.0	14.7	16.4	18.1	20.3	21.9
6	4.8	5.8	6.5	7.2	8.0	8.7
12	3.1	3.8	4.3	4.8	5.4	5.9
24	2.0	2.4	2.6	2.9	3.2	3.5

La méthode de l'hydrogramme unitaire nécessite l'évaluation du temps de parcours de l'écoulement qui représente le temps entre le moment où une goutte de pluie touche le sol et le moment où elle arrive à l'exutoire. Le temps de parcours dépend des caractéristiques physiques du terrain, telles que la pente, la longueur d'écoulement et la rugosité de la surface. Ces mêmes caractéristiques varient avec la nature de la surface et c'est pourquoi une pondération tenant compte des différentes composantes d'un sous-bassin est établie. Les pentes et longueurs d'écoulement ont été estimées à l'aide d'un SIG (ArcGIS) et la rugosité selon le jugement de l'hydrologue. Tel que mentionné précédemment, la superficie de l'aire modifiée par l'aménagement est très faible par rapport à l'ensemble de la zone d'étude, ce qui signifie qu'il faut s'attendre à des écarts faibles entre les paramètres hydrologiques avant et après aménagement. C'est ce que confirme le tableau 5, qui présente ces paramètres pour le sous-bassin Rivière du Barrage. Le numéro de courbe retenu pour le sous-bassin est 79 et ce numéro est valable avant et après l'aménagement.



**Tableau 5 Paramètres hydrologiques avant et après aménagement**

Paramètres	Sous-bassin Riv. Du Barrage	
	Avant	Après
<b>Aménagement du parc éolien</b>		
Écoulement de surface (surface plane)		
1. Type de végétation	Sous-bois léger à dense	
2. Coefficient de Manning, n	0.60	0.59
3. Longueur d'écoulement (pi)	300.0	300.0
4. Pluie journalière de récurrence 2 ans (po)	1.9	1.9
5. Pente, S (ft/ft)	0.0437	0.0437
6. Temps de parcours, T <sub>1</sub> (h)	1.14	1.13
$T_1 = \frac{0.007 \times (n \times L)^{0.8}}{P_2^{0.5} \times S^{0.4}}$		
Écoulement concentré peu profond		
1. Type de végétation	Sous-bois léger à dense	
2. Longueur d'écoulement (pi)	1743.7	1743.7
3. Pente, S (ft/ft)	0.0437	0.0437
4. Vitesse de l'écoulement (pi/s)	3.4	3.4
5. Temps de parcours, T <sub>2</sub> (h)	0.14	0.14
$T_2 = \frac{L}{3600 \times V}$		
Écoulement en rivière		
1. Rayon hydraulique (Rh) (pi)	1.00	1.00
2. Pente, S (ft/ft)	0.0437	0.0437
3. Coefficient de Manning, n	0.035	0.035
4. Vitesse de l'écoulement (pi/s)	8.9	8.9
	<b>v (m/s)</b>	
	<b>2.7</b>	<b>2.7</b>
5. Longueur d'écoulement (pi)	15750.3	15750.3
6. Temps de parcours, T <sub>3</sub> (h)	0.49	0.49
$V = \frac{1.49 \times Rh^{2/3} \times S^{1/2}}{n}$		
Temps de concentration		
1. Temps de Concentration (h)	1.78	1.76



## MODÉLISATION DE L'ÉCOULEMENT

Le logiciel HEC-HMS a été utilisé pour simuler l'écoulement avant et après aménagement sur le sous-bassin rivière du Barrage en appliquant des pluies de récurrence allant de 2 à 100 ans, tel que définies à la Section 5.0 et en utilisant les paramètres hydrologiques montrés au Tableau 5. L'hétérogramme de la pluie retenu est celui de Type 1 recommandé par le Soil Conservation Service. Le tableau 6 donne le débit de pointe pour chacune de ces tempêtes.

Tableau 6 Débits de pointe sur la rivière du Barrage

Riv. Du Barrage	Débits de pointe (m <sup>3</sup> /s)					
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Avant aménagement	30.2	41.0	48.8	56.5	66.9	75.0
Après aménagement	31.8	42.8	50.7	58.5	69.1	77.2

Même si le bassin de la rivière du Barrage risque d'être le plus perturbé par les changements provenant de l'implantation du parc éolien, les débits de pointe estimés avant et après l'aménagement varient peu et les changements dans l'hydrologie du cours d'eau devraient être imperceptibles.

Une explication pour les faibles changements notés vient du fait que les chemins d'accès et les aires décapées se trouvent souvent aux limites des sous-bassins ou au sommet des collines, et donc à une distance maximale du cours d'eau principal. Le principal changement se fait alors sentir sous forme d'écoulement de surface plane qui est la première composante de l'écoulement présentée au tableau 5. Comme le même principe s'appliquera aux autres sous-bassins, et en supposant une homogénéité des caractéristiques physiques et hydrologiques, il faut s'attendre à ce que les changements au débit de pointe avant et après l'implantation du parc éolien seront tout aussi imperceptibles. Il en résulte aussi que les rivières dans lesquelles les sous-bassins débouchent, soit les rivières Samson et du Loup, ne seront pratiquement pas affectées par les aménagements.

## RISQUE D'ÉROSION

Les sols sur lesquels reposeront les infrastructures sont principalement constitués de dépôts glaciaires peu sujets à l'instabilité. De plus, avec les méthodes de construction appropriées qui seront déterminées suite à la caractérisation géotechnique, la construction des chemins d'accès et les travaux d'excavation nécessaires à la mise en place des assises en béton des éoliennes n'affecteront pas la stabilité du sol en place. Il est en effet prévu de construire les chemins d'accès selon les méthodes préconisées par le *Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État* (RNI). Selon ce guide, les eaux de ruissellement seront contrôlées et dirigées vers des bassins de sédimentation avant d'être retournées vers des zones de végétation. Cette façon de procéder permettra de contrôler les débits de pointe et de limiter tout risque d'érosion hydrique.



Monsieur François Tremblay  
Saint-Laurent Énergies  
Le 27 avril 2010

page 12

Une fois la réfection ou la construction des chemins d'accès terminée, seuls les sites de travail nécessaires au montage des éoliennes seront utilisés par la machinerie. Les déplacements répétés d'engins lourds sur chacun des 52 sites pourraient entraîner le compactage et l'orniérage des substrats mis en place pour l'aménagement de l'aire de travail. Les substrats en place sur ces sites ne sont généralement pas sensibles et offrent un bon comportement géotechnique. Suite aux travaux d'érection des éoliennes, les superficies non requises seront remises en état et végétalisées afin de prévenir l'érosion des sols.

Il existe une équation permettant d'estimer le taux d'érosion d'une surface de sol. Il s'agit de la « Revised Universal Soil Loss Equation » (RUSLE)<sup>3</sup>. Cette relation a été développée principalement pour des sols agricoles mais le principe est applicable à d'autres couverts végétaux. L'équation est la suivante :

$$A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$$

dans laquelle  $A$  est le taux d'érosion par unité de surface et de temps ;  $R$  est le facteur d'érosivité de la pluie ;  $K$  est le facteur d'érodabilité du sol ;  $L$  est un facteur dépendant de la longueur de la pente du sol ;  $S$  est un facteur tenant compte de la pente du sol ;  $C$  est un facteur tenant compte du type et de la gestion du sol ; et  $P$  est un facteur tenant compte du type de labour ou de terrassement.

Une interprétation qualitative de l'équation peut être donnée. Ainsi, de tous les facteurs énumérés ci-dessus, certains ne subissent aucun changement suite à l'implantation des éoliennes. Par exemple, le facteur  $R$  ne dépend que de l'intensité de la pluie et ne changera pas. De même, la longueur,  $L$ , et la valeur de la pente,  $S$ , ne seront pratiquement pas modifiées par l'aménagement si ce n'est que le terrain sera arasé pour la construction des éoliennes, ce qui aura pour effet de diminuer très légèrement la valeur de  $L$ . De même, le facteur  $C$  ne sera modifié que par le pourcentage de sol décapé par rapport à la superficie totale (2,1%). Il reste les facteurs  $K$  et  $P$  qui pourraient être modifiés en raison du terrassement dans les zones décapées. Cependant, une grande partie des zones décapées seront revégétalisées et, encore une fois, seule une infime partie du territoire sera affectée.

Comme les routes seront construites selon des normes strictes limitant le potentiel d'érosion, il est raisonnable de supposer que l'aménagement n'augmentera pas de façon perceptible le risque d'érosion une fois le projet complété. De fait, une légère augmentation de l'érosion se fera sentir surtout au moment de la construction, lors du décapage du sol et avant sa végétalisation mais elle sera de brève durée. Elle se traduira par une légère augmentation de la turbidité de l'eau de ruissellement dans les ruisseaux. Une bonne conception des bassins de sédimentation prévus permettra de limiter cet effet. L'impact au niveau des rivières sera faible dû à l'effet de dilution dans un cours d'eau à plus grand débit.

---

<sup>3</sup> Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., McCool, D.K. et Yoder, D.C., 1997. "Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)". Agriculture Handbook No. 703, U.S. Department of Agriculture – Agricultural Research Service, Washington, DC.



Monsieur François Tremblay  
Saint-Laurent Énergies  
Le 27 avril 2010

page 13

## TRANSPORT DE SÉDIMENT

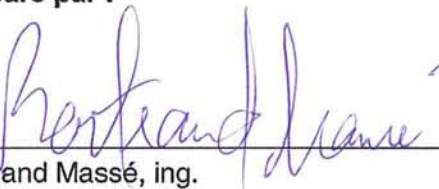
Le transport de sédiment en rivière comporte deux composantes :

- le transport de sédiments déjà présents dans le lit de la rivière (« bed sediment load »); **et**
- le transport de sédiments provenant de l'extérieur et entraînés par le ruissellement de surface (« wash load »).

La construction du parc éolien ne modifiera pas la première composante car le lit des rivières n'est pas touché. Par contre la charge sédimentaire provenant du bassin sera légèrement augmentée suite au décapage d'une partie du sol, particulièrement pendant la période de construction. Ces sédiments de surface sont généralement fins (silt et argile) et sont transportés par suspension. Cette composante est essentiellement liée au risque d'érosion et comme ce risque n'augmentera que légèrement, il en sera de même du transport de sédiments.

Espérant le tout à votre entière satisfaction, veuillez agréer Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

**Préparé par :**



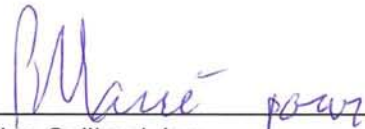
---

Bertrand Massé, ing.

Hydraulicien senior

SNC-Lavalin inc., division Énergie

**Révisé par :**



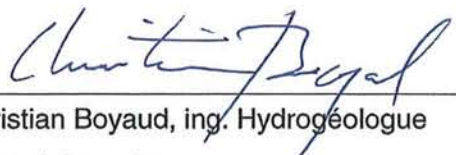
---

Christian Guillaud, ing.

Hydraulicien senior

SNC-Lavalin inc., division Énergie

**Vérfié par :**



---

Christian Boyaud, ing. Hydrogéologue

Chargé de projet

SNC-Lavalin inc., division Environnement

## AVIS

---

Ce document fait état de l'opinion professionnelle de SNC-Lavalin inc., division Environnement (ci-après appelée « SNC-Lavalin Environnement ») quant aux sujets qui y sont abordés. Elle a été formulée en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Le document doit être interprété dans le contexte du « Contrat pour Étude hydrologique évaluant l'impact de l'aménagement du parc éolien sur les bassins versants du secteur » daté du 18 mars 2010 (le « Contrat ») intervenu entre SNC-Lavalin Environnement et Saint-Laurent Énergies (le « Client ») ainsi que de la méthodologie, des procédures et des techniques utilisées, des hypothèses de SNC-Lavalin Environnement ainsi que des circonstances et des contraintes qui ont prévalu lors de l'exécution de ce mandat. Ce document n'a pour raison d'être que l'objectif défini dans le Contrat, et est au seul usage du Client, dont les recours sont limités à ceux prévus dans le Contrat. Il doit être lu comme un tout, à savoir qu'une portion ou un extrait isolé ne peut être pris hors contexte.

Pour la préparation de ce document, SNC-Lavalin Environnement a suivi une méthodologie et des procédures et a pris les précautions appropriées en se basant sur ses compétences professionnelles en la matière et avec les précautions qui s'imposent. Cependant, l'exactitude de ces estimations ne peut être garantie. À moins d'indication contraire expresse, SNC-Lavalin Environnement n'a pas contre-vérifié les hypothèses, données et renseignements en provenance d'autres sources (dont le Client, les autres consultants, laboratoires d'essai, fournisseurs d'équipements, etc.) et sur lesquels est fondée son opinion. SNC-Lavalin Environnement n'en assume nullement l'exactitude et décline toute responsabilité à leur égard.

À l'exception des dispositions du Contrat, SNC-Lavalin Environnement décline en outre toute responsabilité envers le Client et les tiers en ce qui a trait à l'utilisation (publication, renvoi, référence, citation ou diffusion) de tout ou partie du présent document, ainsi que toute décision prise ou action entreprise sur la foi dudit document.