

Annexes

Annexe 1 : Méthodes utilisées et limites de détection.....	118
Annexe 2 : Pourcentages de saturation en oxygène dissous des stations E1 à E9 en fonction des saisons	121
Annexe 3 : Critères de qualité de l'eau de surface au Québec - Sommaire des effets létaux du pH sur les poissons.....	123
Annexe 4 : Matrice de corrélation de Spearman de l'ACP sur les données de la colonne d'eau.	124

Annexe 1 : Méthodes utilisées et limites de détection

		Méthode utilisée		Limite de détection de la méthode	
Eau	Alcalinité	MA. 315 – Alc-Aci 1.0 méthode titrimétrique automatisée		8 mg/L	
	Sulfates	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016
		Non dosé	MA. 300 – Ions 1.3 méthode par chromatographie ionique	Non dosé	0,15 mg/L
	Phosphore total (trace)	MA. 303 – P 5.2 Méthode colorimétrique automatisée et procédures adaptées pour le phosphore de faible concentration et à l'état de trace		0,6 µg/L	
		Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016
	Azote ammoniacal	SM 4500-NH3	MA300-N 2.0 méthode colorimétrique automatisée avec le salicylate de sodium	0,03 mg/L	0,05 mg/L
	Nitrates	MA. 300 – Ions 1.3 méthode par chromatographie ionique		0,05 mg/L	
	Nitrites				
	Azote Kjeldahl	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016
		SM 4500 Norg	MA. 300 – NTPT 2.0 digestion acide – méthode colorimétrique automatisée	Non indiqué	0,30 mg/L
	Carbone organique dissous	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016
		MA. 300 – C 1.0 Méthode par détection infrarouge	SM 21 5310-B	0,20 mg/L	Non indiqué
	Chlorophylle a	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016
		MA. 800 – Chlor. 1.0 Méthode par fluorométrie	Non dosé	0,04 µg/L	Non dosé
Hydrocarbures pétroliers C10-C50	MA. 400 – HYD. 1.1 Dosage par chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme		0,1 mg/L		
Hydrocarbures aromatiques polycycliques	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	
	MA. 400 – HAP 1.1 Dosage par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse	MA 403-HPA 4.1 dosage par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse	0,05 µg/L	entre 0,001 et 0,007 µg/L	

Sauf précision, les méthodes indiquées sont communes aux différentes campagnes d'échantillonnage.
Les limites de détection indiquées sont celles indiquées dans le document de référence de la méthode concernée.

		Méthode utilisée		Limite de détection de la méthode		
		Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	Printemps 2015	Automne 2015, Hiver 2016	
Eau	Éléments métalliques	Mercur	MA. 203 – Mercure méthode par spectrométrie d'émission au plasma d'argon et détection par spectrométrie de masse	MA. 200 – Mét. 1.2 méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon	0,01 µg/L	0,06 µg/L
		Aluminium	MA. 203 – Mét.Tra. ext. 1.0 méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon		0,5 µg/L	5 µg/L
		Arsenic			0,09 µg/L	0,2 µg/L
		Bore			0,3 µg/L	40 µg/L
		Baryum			0,03 µg/L	7 µg/L
		Béryllium			0,010 µg/L	0,2 µg/L
		Cadmium			0,006 µg/L	0,2 µg/L
		Cobalt			0,008 µg/L	0,5 µg/L
		Chrome			0,04 µg/L	0,5 µg/L
		Cuivre			0,07 µg/L	1 µg/L
		Fer			0,5 µg/L	20 µg/L
		Molybdène			0,01 µg/L	5 µg/L
		Nickel			0,05 µg/L	1 µg/L
		Plomb			0,03 µg/L	1,0 µg/L
		Sélénium			0,3 µg/L	1,0 µg/L
		Strontium			0,3 µg/L	10,0 µg/L
		Vanadium			0,10 µg/L	0,5 µg/L
		Zinc			0,7 µg/L	5 µg/L
		Argent			0,003 µg/L	0,5 µg/L
		Antimoine			0,005 µg/L	1,0 µg/L
		Uranium			0,006 µg/L	0,1 µg/L
		Manganèse			0,03 µg/L	1,0 µg/L
			Bismuth		Non dosé	
	Calcium		100,0 µg/L			
	Étain		5 µg/L			
	Magnésium		50 µg/L			

Sauf précision, les méthodes indiquées sont communes aux différentes campagnes d'échantillonnage.

Les limites de détection indiquées sont celles indiquées dans le document de référence de la méthode concernée.

		Méthode utilisée		Limite de détection de la méthode		
Sédiments	Phosphore total	MA. 300 – NTPT 2.0 digestion acide – méthode colorimétrique automatisée		200 mg/kg		
	Carbone organique total	Printemps 2015	Automne 2015	Printemps 2015	Automne 2015	
		Méthode (O-5101-83) poids sec, four à induction	MA. 310 – CS 1.0 méthode par combustion et dosage par spectrophotométrie infrarouge	0,01 % g/g	0,07 % g/g	
	Hydrocarbures pétroliers C ₁₀ -C ₅₀	MA. 400 – HYD. 1.1 dosage par chromatographie en phase gazeuse couplée à un détecteur à ionisation de flamme		30 mg/kg		
	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	MA. 400 – HAP 1.1 dosage par chromatographie en phase gazeuse couplée à un spectromètre de masse		0,01 mg/kg		
	Éléments métalliques	Mercur	MA. 200 – Mét. 1.2 méthode par spectrométrie de masse à source ionisante au plasma d'argon		0,03 mg/kg	
		Aluminium			15 mg/kg	
		Arsenic			0,2 mg/kg	
		Bore			10 mg/kg	
		Baryum			2 mg/kg	
		Béryllium			0,1 mg/kg	
		Bismuth			Non indiqué	
		Cadmium			0,25 mg/kg	
		Calcium			15 mg/kg	
		Cobalt			1,0 mg/kg	
		Chrome			1,0 mg/kg	
		Cuivre			2,0 mg/kg	
Étain		0,5 mg/kg				
Fer		10 mg/kg				
Magnésium		3 mg/kg				
Molybdène	0,5 mg/kg					
Nickel	1,0 mg/kg					
Plomb	1,0 mg/kg					
Sélénium	0,7 mg/kg					
Strontium	3 mg/kg					
Uranium	0,2 mg/kg					
Vanadium	1,0 mg/kg					
Zinc	4 mg/kg					

Sauf précision, les méthodes indiquées sont communes aux différentes campagnes d'échantillonnage.
Les limites de détection indiquées sont celles indiquées dans le document de référence de la méthode concernée.

Annexe 2 : Pourcentages de saturation en oxygène dissous des stations E1 à E9 en fonction des saisons

Printemps 2015			Été 2015			Automne 2015			Hiver 2016		
Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)	Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)	Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)	Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)
E1	1	95,9	E1	1	93,1	E1	1	90,0	E1	1	93,8
E1	3	94,3	E1	3	90,8	E1	3	87,8	E1	3	89,6
E1	5	92,9	E1	5	89,9	E1	5	86,7	E1	5	87,1
E1	7	92,0	E1	7	89,7						
E1	9	91,3	E1	9	82,3	E2	1	86,7	E2	1	104,0
E1	11	89,7	E1	11	79,7	E2	3	85,7	E2	3	99,4
E1	13	88,9	E1	13	79	E2	5	85,3	E2	5	94,2
E1	15	88,3	E1	15	79,1	E2	7	85,1	E2	7	87,4
						E2	9	84,8	E2	9	84,6
E2	1	95,6	E2	1	91,9	E2	11	84,7	E2	11	83,0
E2	3	94,3	E2	3	91,6	E2	13	84,5	E2	13	82,2
E2	5	93,1	E2	5	91,4	E2	15	84,2			
E2	7	92,5	E2	7	90,7	E2	17	84,0	E3	1	143,3
E2	9	91,2	E2	9	86	E2	19	83,8	E3	3	134,4
E2	11	91,4	E2	11	82,2	E2	21	83,7	E3	5	126,8
E2	13	91,2	E2	13	80,8				E3	7	100,9
E2	15	91,0	E2	15	79,6	E3	1	86,4	E3	9	93,6
E2	17	90,4	E2	17	79,2	E3	3	84,1	E3	11	86,6
						E3	5	83,7	E3	13	82,2
E3	1	94,8	E3	1	93,6	E3	7	83,2			
E3	3	94,1	E3	3	90,8	E3	9	82,9	E4	1	99
E3	5	92,4	E3	5	90,4	E3	11	82,7	E4	3	98,5
E3	7	90,5	E3	7	90	E3	13	82,5	E4	5	95,2
E3	9	89,2	E3	9	88,2	E3	15	82,4	E4	7	88,7
E3	11	88,7	E3	11	82,2	E3	17	82,1	E4	9	83,2
E3	13	88,4	E3	13	79,6				E4	11	80,9
						E4	1	86,8	E4	13	79,7
E4	1	96,2	E4	1	96,4	E4	3	85,2	E4	15	79,2
E4	3	95,5	E4	3	97,2	E4	5	84,6	E4	17	78,1
E4	5	91,3	E4	5	95,7	E4	7	84,3			
E4	7	90,2	E4	7	92	E4	9	84,0	E5	1	88,5
E4	9	88,9	E4	9	89,7	E4	11	84,0	E5	3	81,9
E4	11	88,3	E4	11	85,4	E4	13	83,9	E5	5	78,6
E4	13	87,9	E4	13	80,4	E4	15	83,7			
E4	15	87,6	E4	15	78,9	E4	17	83,5	E6	1	93,4
E4	17	87,3	E4	17	78,4				E6	3	92,5
E4	19	87,0	E4	17,5	78,4	E5	1	85,9	E6	5	89,0
E4	21	86,3				E5	3	85,2	E6	7	85,9
			E5	1	94,1	E5	5	84,7	E6	9	83,0
E5	1	96	E5	3	92,7				E6	11	79,7
E5	3	94,7	E5	5	91,7	E6	1	85,8	E6	13	74,7
E5	5	93,8	E5	6,5	90,9	E6	3	83,6			
E5	6,5	92,8				E6	5	82,9			
			E6	1	95,4	E6	7	82,5			
E6	1	97,8	E6	3	93,2	E6	9	82,2			
E6	3	96,9	E6	5	90,4	E6	11	81,8			
E6	5	96,2	E6	7	88,7	E6	13	81,2			
E6	7	94,6	E6	9	85						
E6	9	90,3	E6	11	78,4						
E6	11	88,5	E6	13	76,1						
E6	13	87,6									
E6	15	86,5									

Printemps 2015			Eté 2015			Automne 2015			Hiver 2016		
Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)	Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)	Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)	Station	Profondeur (m)	Oxygène dissous (%)
E7	1	96,5	E7	1	95,2	E7	1	86,7	E7	1	105
E7	3	96,1	E7	3	93,9	E7	3	85,4	E7	3	97,8
E7	5	91,9	E7	5	90,3	E7	5	84,8	E7	5	94,8
E7	7	90,5	E7	7	90	E7	7	84,4	E7	7	85,3
E7	9	90,0	E7	9	88,9	E7	9	84,1	E7	9	83,1
E7	11	89,7	E7	11	84,2	E7	11	84,0	E7	11	82,6
E7	13	88,8	E7	13	80,4	E7	13	83,6			
E7	15	88,4	E7	15	79,4	E7	15	83,5	E8	1	98,7
E7	17	88,2	E7	17	79,3	E7	17	83,2	E8	3	95,2
E7	19	87,6	E7	19	78,7	E7	19	82,9	E8	5	92,7
E7	21	87,1	E7	21	78,6	E7	21	82,7	E8	7	88,6
E7	23	86,7	E7	23	78,5	E7	23	82,4	E8	9	84,5
E7	25	86,3	E7	25	78	E7	25	82,3	E8	11	82,9
E7	27	86,0	E7	27	77,9	E7	27	84,2	E8	13	81,6
E7	29	85,50	E7	29	77,9	E7	29	77,4	E8	15	80,0
									E8	17	79,1
									E8	19	77,5
E8	1	96,5	E8	1	94,6	E8	1	85,2			
E8	3	96,3	E8	3	93,4	E8	3	84,7			
E8	5	95,9	E8	5	93,2	E8	5	83,8	E9	1	178,0
E8	7	94,6	E8	7	92,8	E8	7	83,5	E9	3	168,7
			E8	9	87,7	E8	9	83,1	E9	5	159,1
						E8	11	82,9	E9	7	113,8
E9	1	94,8							E9	9	95,5
E9	3	94,2	E9	1	92				E9	11	87,9
E9	5	93,3	E9	3	90,9	E9	1	86,9	E9	13	85,4
E9	7	92,5	E9	5	90,5	E9	3	86,6	E9	15	82,7
E9	9	91,5	E9	7	90,8	E9	5	85,8	E9	17	80,6
E9	11	90,8	E9	9	84,1	E9	7	85,4	E9	19	79,6
E9	13	90,4	E9	11	81	E9	9	85,1	E9	21	79,3
E9	15	89,8	E9	13	81	E9	11	84,9	E9	23	78,7
E9	17	89,7	E9	15	79,9	E9	13	84,7	E9	25	77,4
E9	19	89,3	E9	17	80	E9	15	84,6	E9	27	77,0
E9	21	88,9	E9	19	79,5	E9	17	84,3	E9	29	76,5
E9	23	88,3	E9	21	79,2	E9	19	84,1			
E9	25	88,1	E9	23	79,3	E9	21	83,9			
E9	27	87,8	E9	25	78,8	E9	23	83,4			
E9	29	87,3	E9	27	79,4	E9	25	83,2			
			E9	29	78,9	E9	27	80,8			
						E9	29	76,2			

Annexe 3 : Critères de qualité de l'eau de surface au Québec - Sommaire des effets létaux du pH sur les poissons

Intervalle de pH	Effet
3,0 – 3,5	Il est peu vraisemblable qu'un poisson puisse survivre plus de quelques heures dans cet intervalle bien qu'il soit possible de trouver certaines plantes et certains invertébrés à des pH inférieurs.
3,5 – 4,0	Cet intervalle est léthal aux salmonidés. Il existe des indications montrant que la chatte de l'est, la tanche, la perche fluviatile et le brochet peuvent survivre dans cet intervalle, vraisemblablement après une période d'acclimatation à des concentrations non létales légèrement plus élevées, mais la limite inférieure de cet intervalle peut encore être létale à la chatte de l'est.
4,0 – 4,5	Vraisemblablement nocif aux salmonidés, à la tanche, à la brème, à la chatte de l'est, à la dorade et à la carpe commune qui ne sont pas acclimatés à de faibles pH, bien que leur résistance dans cet intervalle augmente avec leur taille et leur âge. Les poissons peuvent s'acclimater à ces valeurs, mais de la perche, la brème, la chatte de l'est et le brochet, seul ce dernier peut se reproduire.
4,5 – 5,0	Vraisemblablement nocif aux œufs et à l'alevin des salmonidés, ainsi qu'aux adultes particulièrement dans des eaux douces contenant de faibles concentrations de calcium, de sodium et de chlorure. Peut être nocif à la carpe commune.
5,0 – 6,0	Nocivité improbable pour toutes les espèces, à moins que la concentration de l'anhydride carbonique libre soit supérieure à 20 mg/l ou que l'eau contiennent des sels de fer fraîchement précipités sous forme d'hydroxyde ferrique dont la toxicité exacte est inconnue. La limite inférieure de cet intervalle peut être nocive aux salmonidés non acclimatés si les concentrations de calcium, de sodium et de chlorure sont faibles ou si la température de l'eau est basse, et peut aussi être nuisible à la reproduction de la chatte de l'est.
6,0 – 6,5	Vraisemblablement non nocif aux poissons à moins que la concentration de l'anhydride carbonique libre dépasse 100 mg/L.
6,5 – 9,0	Non nocif aux poissons, bien que la toxicité d'autres poissons puisse être modifiée par des changements à l'intérieur de cet intervalle.
9,0 – 9,5	Vraisemblablement nocif aux salmonidés et à la perche fluviatile, si cet intervalle persiste.
9,5 – 10,0	Léthal aux salmonidés sur une longue période, mais tolérable sur une courte période. Peut être nocif aux stades de développement de certaines espèces.
10,0 – 10,5	Tolérable par la chatte de l'est et les salmonidés sur une courte période mais léthal sur une longue période.
10,5 – 11,0	Rapidement léthal aux salmonidés. Une exposition prolongée à la limite supérieure de cet intervalle est létale à la carpe, à la tanche, à la dorade et au brochet.
11,0 – 11,5	Rapidement léthal à toutes les espèces.

Source Alabaster et Lloyd 1982 (tiré de CCMRE 1987)

Annexe 4 : Matrice de corrélation de Spearman de l'ACP sur les données de la colonne d'eau

Variables	pH	Oxygène dissous	Température	Chlorophylle <i>a</i> sonde	Phosphore total	Carbone organique dissous	Conductivité	Baryum	Strontium	Aluminium	Zinc	Fer
pH	1	-0,29	-0,241	0,045	-0,237	0,751	-0,71	0,718	0,713	0,746	0,721	0,686
Oxygène dissous	-0,29	1	-0,081	0,683	0,658	-0,18	0,231	-0,134	-0,118	-0,2	-0,278	-0,1
Température	-0,241	-0,081	1	-0,492	-0,016	-0,426	0,548	-0,553	-0,606	-0,318	-0,457	-0,585
Chlorophylle <i>a</i> sonde	0,045	0,683	-0,492	1	0,358	0,058	-0,171	0,265	0,3	0,119	0,184	0,301
Phosphore total	-0,237	0,658	-0,016	0,358	1	-0,298	0,335	-0,328	-0,24	-0,276	-0,215	-0,261
Carbone organique dissous	0,751	-0,18	-0,426	0,058	-0,298	1	-0,763	0,778	0,78	0,672	0,673	0,75
Conductivité	-0,71	0,231	0,548	-0,171	0,335	-0,763	1	-0,799	-0,824	-0,628	-0,786	-0,792
Baryum	0,718	-0,134	-0,553	0,265	-0,328	0,778	-0,799	1	0,958	0,903	0,833	0,967
Strontium	0,713	-0,118	-0,606	0,3	-0,24	0,78	-0,824	0,958	1	0,88	0,79	0,965
Aluminium	0,746	-0,2	-0,318	0,119	-0,276	0,672	-0,628	0,903	0,88	1	0,79	0,878
Zinc	0,721	-0,278	-0,457	0,184	-0,215	0,673	-0,786	0,833	0,79	0,79	1	0,819
Fer	0,686	-0,1	-0,585	0,301	-0,261	0,75	-0,792	0,967	0,965	0,878	0,819	1
<i>Les valeurs en gras sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha=0,05</i>												