

Résultats des profils physicochimiques dans la zone de profondeur maximale du lac Thomas 2008, 2009 et 2010 avec la multisonde YSI mod. 6600

Projet d'étude en cours :

Utilisation des isotopes stables pour la détection des effets de l'hypoxie sur les réseaux trophiques lacustres

En lac, la présence d'hypoxie réduit considérablement l'habitat préférentiel (zone de croissance optimale) de plusieurs espèces de poissons. Par exemple, une zone d'habitat dans le lac peut combiner une bonne température, le bon niveau d'oxygène dissous, tout en ayant une nourriture de qualité.

Il a été démontré que l'hypoxie cause une baisse de diversité et d'abondance des proies benthiques et il y a possibilité d'interaction prédateur proie augmentée (moins de refuges). De plus, la zone profonde du lac procure une stabilité énergétique (nourriture) pour le poisson en offrant une déposition de matière organique dont se nourrissent plusieurs invertébrés détritivores (proies), mais son accès devient plus difficile pour plusieurs espèces de poissons en présence d'hypoxie.

Par rapport à cette problématique, notre objectif est d'estimer la position trophique des communautés de poissons de plusieurs lacs ayant un gradient d'hypoxie à l'aide d'une analyse isotopique du carbone, du soufre et de l'azote. Ces traceurs largement utilisés en écologie, nous permettront d'estimer la longueur et la position de la chaîne alimentaire de plusieurs espèces de poissons, à savoir qui mange qui dans le lac. Nous prédisons une chaîne alimentaire raccourcie et un signal isotopique du soufre des poissons démontrant un détachement avec la zone benthique détritique en présence d'hypoxie.

Travaux exécutés

Nous avons vérifié à plusieurs reprises la physicochimie du lac Thomas de 2008 à 2010. Quatre paramètres ont été mesurés lors de nos visites : la température, l'oxygène dissous (O_2), le pH et la conductivité. De plus, la concentration en carbone organique dissous (COD) et phosphore totale a été analysée pour le mois de mai et août 2010. Nous avons également effectué une pêche expérimentale et récolté des invertébrés (zoobenthos). Différentes mesures morphométriques ont pu être estimées avec la carte bathymétrique fournie par l'association du lac Thomas (**Tableau 1**).

Température et Oxygène dissous

Les résultats de **température** nous indiquent que le lac était stratifié thermiquement lors de nos visites estivales, c'est-à-dire que le lac avait une zone de température chaude en surface, une zone d'eau froide en profondeur et une zone de mélange entre les deux. (**Fig. 1**).

Ensuite, un paramètre très important est l'**oxygène dissous**, car il permet le maintien des organismes à respiration aérobie dans l'eau. La principale source d' O_2 dans l'eau du lac est fournie par l'air de l'atmosphère et dans une moindre mesure par la photosynthèse des algues microscopiques.

Au mois de mai, le lac contenait un niveau d' O_2 minimum suffisant pour le maintien de la plupart des organismes aquatiques ($>5\text{mg/l } O_2$) (**courbe bleu foncée, Fig. 2**). Cela indique que toute la colonne d'eau du lac s'est bien mélangée lors du brassage automnal et printanier. Par contre, les taux de O_2 étaient sous cette valeur minimum ($>3\text{mg/l } O_2$) à partir de la zone

de 13m de profondeur environ, lors de nos visites du mois d'août et septembre (**autres courbes, Fig. 2**). Cela s'explique principalement par la respiration bactérienne, lors de la dégradation de la matière organique dans la zone profonde et par la morphométrie du lac (profondeur moyenne/superficie). Il faut tenir compte que la strate d'eau profonde et froide demeure isolée de l'O₂ de l'atmosphère, lorsque que le lac est stratifié et voit donc graduellement sa concentration en O₂ s'abaisser. Selon la littérature, des valeurs de O₂ entre 1-3mg/l sont considérées comme hypoxiques et celles inférieures à 1 mg/l comme anoxique (Carignan, 2008).

Plusieurs organismes aquatiques, tels que les invertébrés benthiques et les poissons pourraient éprouver de la difficulté à survivre dans ces zones, lorsque les conditions d'O₂ deviennent limitantes.

Par exemple, l'omble de fontaine (truite mouchetée) requiert un habitat bien oxygéné, c'est-à-dire au dessus de 5mg/l. Cette espèce va fuir activement les zones moins oxygénées (valeurs d'O₂ sous 4mg/l) et on rapporte dans plusieurs études expérimentales que des valeurs sous 1.9mg/l d'O₂ leur seront fatales (Scott et Crossman, 1974; Davis, 1976). Au mois d'août 2010, il y avait seulement la strate d'eau entre 6 et 9m qui combinait la température idéale et la concentration en O₂ pour les exigences de l'omble de fontaine (**en turquoise, Fig. 3**). Durant la période estivale, la truite mouchetée cherchera à rester dans la strate d'eau inférieure à 20°C. C'est pour cette raison que la température et l'oxygène dissous demeurent deux paramètres très importants au niveau de l'habitat de ce poisson. Les poissons capturés lors de nos pêches expérimentales, comme l'achigan, le crapet et la perchaude tolèrent mieux les zones d'hypoxies, car ils peuvent se réfugier dans une zone de température plus élevée près des berges.

Acidité de l'eau (pH)

Pour le **pH**, les valeurs obtenues dans la colonne d'eau de la zone de profondeur maximale sont près de la neutralité (pH 7) avec une moyenne de 6.77 ± 0.76 . Cette valeur est semblable à plusieurs lacs de la région.

Conductivité

La **conductivité** moyenne des lacs naturels dans la région du Bouclier canadien varie entre 40 et 80 $\mu\text{s/cm}$. Elle donne une indication approximative de la concentration en ions (Ca, Mg, Na, K, bicarbonate, sulfate et Cl). L'unité de conductivité est en μ siemens/cm². Cela représente la vitesse à laquelle un courant électrique se déplace dans un cm². La moyenne de conductivité du lac Thomas avec $71 \pm 6.2\mu\text{s/cm}$ se situe dans la moyenne. Elle est cependant plus élevée près du fond au mois d'août. La valeur de conductivité au fond du plan d'eau est influencée par les conditions d'anoxie, dont la présence active les processus de relargages d'éléments comme le phosphore qui est accumulé dans les sédiments (Masson *et al.* 2001).

Analyses de concentration de COD et PT

Nous avons vérifié la transparence avec le disque de Secchi et récolté un échantillon d'eau dans la zone profonde à un mètre de profondeur, au mois de mai et en août 2010. Le disque était visible à 5.2m en moyenne (**Tableau 2**). Les résultats d'analyses d'eau pour le COD et le PT sont de 4.03 ± 0.26 mg/l et de 9.29 ± 4.90 $\mu\text{g/l}$ respectivement. Le DIC (carbone inorganique dissous; donne une valeur de l'argile dissous) était de 1.31 ± 0.22 mg/l. Pour le PT, il est à noter que l'échantillon du mois de mai était de $4.38\mu\text{g/l}$, tandis que celle du mois d'août était plus élevée avec $14.19\mu\text{g/l}$. Cette augmentation du phosphore total durant la

saison estivale est possiblement liée à la formation d'anoxie et par les activités anthropiques estivales autour du lac.

Nos échantillons d'eau ont été mis sur la glace et à l'obscurité sur place et ont été filtrés (2µm) le jour même, puis envoyé sans délai au laboratoire de l'UQAM (Masson *et al.* 2001). Dans plusieurs de nos lacs à l'étude, des différences de résultats ont été remarquées en comparaison avec les résultats du réseau de surveillance de lac RSVL. **Compte tenu du peu d'échantillons d'eau que nous avons fait analyser durant la saison 2010, il faudrait demeurer prudent avant d'interpréter et comparer ces résultats avec ceux du RSVL.**

Capture de poissons et invertébrés

Afin de bien connaître et d'avoir des échantillons de la faune aquatique du lac Thomas, nous avons à effectuer une pêche expérimentale et récolter des représentants du zoobenthos. Pour les poissons, les perchaudes étaient l'espèce la plus fréquemment observée dans nos filets, suivi de l'achigan à petite bouche, du crapet de roche et du meunier noir. Au total, 4 espèces de poissons différents ont été capturées dans nos filets, sans toutefois avoir fait de capture d'omble de fontaine (**Tableau 3**). Nous savions qu'elle avait étéensemencée, il y a plusieurs années (MRNF, pêcheurs locaux...), alors il est fort probable que cette espèce ne s'est pas implantée d'une façon permanente au lac.

Les invertébrés qui constituent le zoobenthos ont un rôle très important dans la chaîne alimentaire du lac pour le recyclage de la matière organique et alimenter plusieurs organismes aquatiques. Au lac Thomas, nous avons récolté plus de 11 familles d'invertébrés, en grandes majorités des larves d'insectes. (**Tableau 3**).

Conclusion

Il est primordial de continuer d'accumuler des données dans le temps, afin de vérifier l'évolution de l'état trophique du lac (vieillessement) pour être en mesure de faire des comparaisons à moyen ou long terme. Par contre, il faut garder en tête que ces données peuvent varier légèrement selon la date, le temps, l'heure, l'endroit et le protocole. De plus, il importe de garder une vision la plus large possible de l'écosystème lacustre en considérant plusieurs indicateurs. Par exemple, il est recommandé de considérer les changements au niveau du bassin versant et prendre en compte les variations climatiques interannuelles dans l'interprétation des résultats.

Il est fort possible que la morphométrie (ratio profondeur moyenne/superficie) du lac Thomas influence la création de la zone d'hypoxie estivale. En plus, il est fort probable que les activités humaines dans le bassin versant du lac contribuent à augmenter les entrées de nutriments et de matière organique dans le plan d'eau, ce qui pourrait avoir amplifié le déficit d'oxygène dans la zone profonde. Nul doute que les nombreux efforts de protection seront bénéfiques pour cet écosystème.

Nous pouvons voir que l'habitat préférentiel de l'omble de fontaine est restreint à une strate d'environ 3m pendant la période estivale. De plus, l'accès aux invertébrés benthiques de la zone profonde devient plus difficile pour cette espèce de poisson. Cela doit être considéré, dans l'éventualité d'un projet d'aménagement de l'habitat de l'omble de fontaine. Un aspect souvent négligé dans les projets de conservations de l'écosystème d'un lac ce sont les poissons. Par exemple, les poissons jouent un rôle non négligeable dans le maintien et la stabilité de l'écosystème du lac par leur position élevée dans la chaîne alimentaire. Par leurs modes alimentaires spécifiques, certaines espèces contribuent à maintenir la qualité et à la

transparence de l'eau. Le lac Thomas est sans aucun doute l'un des très beaux lacs à protéger et à conserver dans la région de Lanaudière, d'où l'importance de maintenir sa surveillance. La conclusion de l'étude est attendue pour le printemps 2012.

Mathieu Langevin, biologiste, *Bsc.* Maîtrise en sciences de l'environnement, Université du Québec à Trois-Rivières Centre de recherche sur les interactions bassin versants-écosystèmes aquatiques (*RIVE*). Courriel : mathieu.langevin@uqtr.ca

Figures

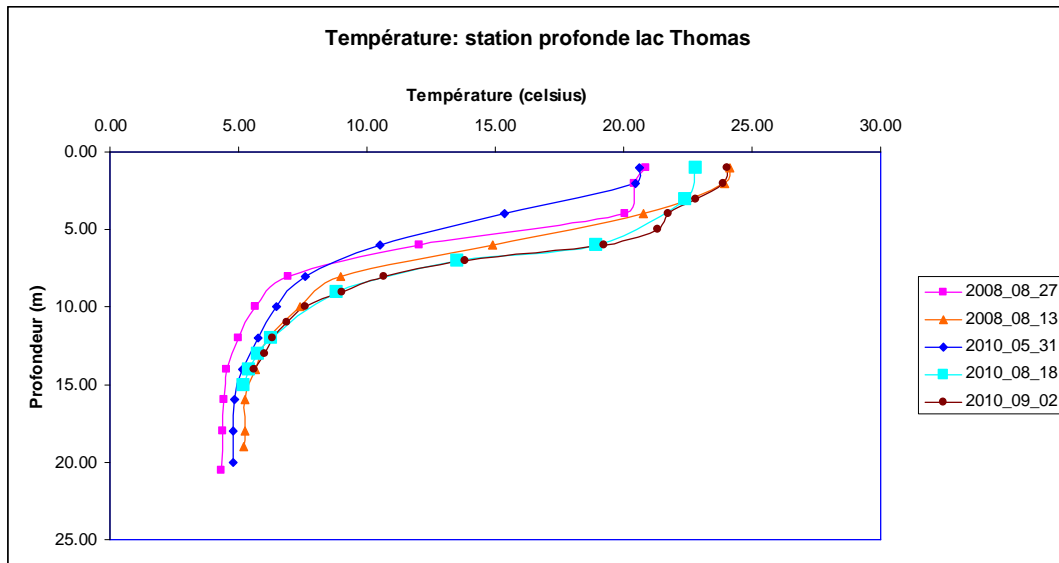


Figure 1. Évolution de la température dans la zone de profondeur maximale au lac Thomas de 2008 à 2010.

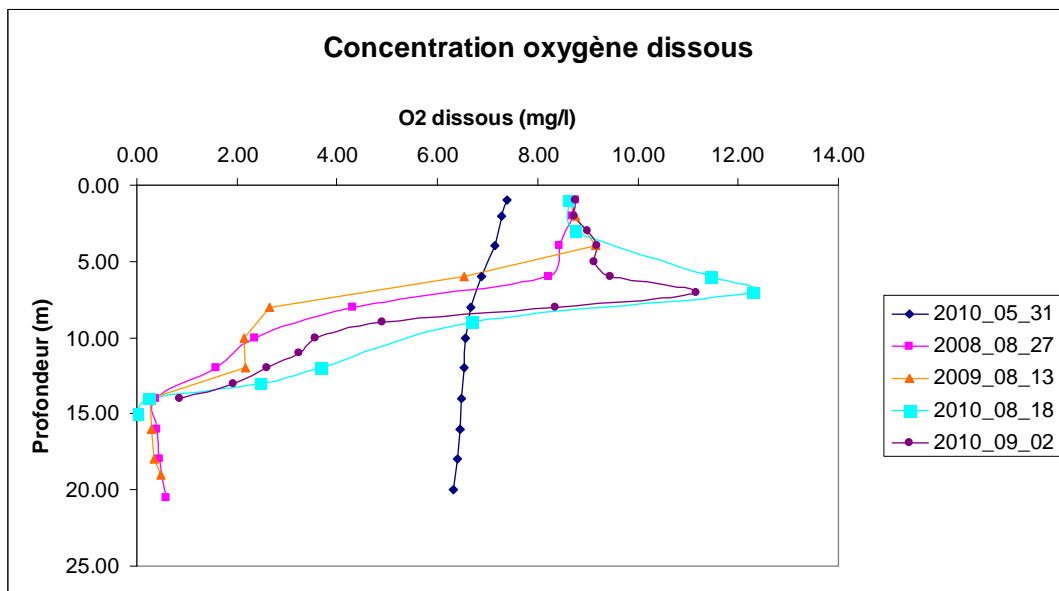


Figure 2. Concentration en O₂ dissous dans la zone profonde du lac Thomas de 2008 à 2010.

Figures (suite)

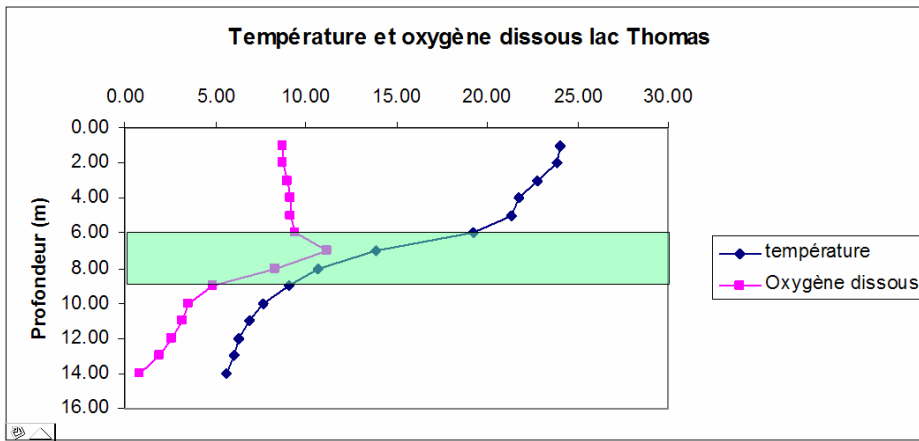


Figure 3. Zone d'habitat préférentiel (en turquoise) de l'Ombre de fontaine au lac Thomas, en fonction de la température et de l'oxygène dissous au mois d'août 2010.

Tableau 1. Paramètres morphométriques du lac Thomas.

Superficie (m ²)	Volume (m ³)	Prof. max. (m)	Prof. moy. (m)	Long.berge (m)
476 232	3 110 370	22	6.53	6.96

Tableau 2. Résultats des analyses d'eau. DOC= dissolved organic carbon (mg/l); DIC= dissolved inorganic carbon (mg/l) ; PT= Phosphore total (ug/l); écart-type ().

DOC	DIC	PT	Secchi
4.03 (0.26)	1.31 (0.22)	9.29 (4.9)	5.2 (0.25)

Tableau 2. Résultats de la pêche expérimentale au lac Thomas en 2010.

Date	Lac	Heure	Prof.(m)	Espèce	Code MRNF	Taille (apro) N	Macrophytes	Fond	Échantillons
2010-06-16	Thomas	08:45	2.00	achigan petite bouche	MIDO	petit	1 peu	boue/roche	0
2010-06-16	Thomas	11:00-14	2.00	achigan petite bouche	MIDO	508	1 très peu	roche/bois	1
2010-06-16	Thomas	11:00-14	2.00	achigan petite bouche	MIDO	495.3	1 très peu	roche/bois	1
2010-06-16	Thomas	08:45	2.00	crapet roche	AMRU		1 peu	boue/roche	1
2010-06-16	Thomas	11:00-14	2.00	meunier noir	CACO	431.8	1 très peu	roche/bois	1
2010-06-16	Thomas	08:45	2.00	perchaude	PEFL	150-300	18 peu	boue/roche	18
2010-10-02	Thomas	10:30	1.00	achigan petite bouche	MIDO	50-150	5 peu	sable/boue/ro	0
2010-10-02	Thomas	11:00-14	2.00	achigan petite bouche	MIDO	150-250	4 peu	roche	2
2010-10-02	Thomas	11:00-14	2.00	perchaude	PEFL	130-230	68 peu	roche	20

Tableau 3. Invertébrés récoltés au fond du lac Thomas, saison 2010.

Lacs	Organismes	Mode d'alimentation	Zone du lac
Thomas	hyallela (gamarre)	détritivore	littorale
Thomas	chironomidés (diptère)	détritivore	littorale; sub-littorale; profonde
Thomas	oligochètes (vers)	détritivore	littorale; sub-littorale; profonde
Thomas	planorbidés (gasteropode)	déchetteur	littorale
Thomas	physidés (moules)	filtreur	littorale; sub-littorale; profonde
Thomas	limnephilidés (trichoptère)	détritivore	littorale; sub-littorale
Thomas	ephemerellidés (éphémère)	déchetteur	littorale; sub-littorale
Thomas	calopterygidés (demoiselle)	prédateur	littorale; sub-littorale
Thomas	sialidés (mégaloptère)	prédateur	littorale; sub-littorale
Thomas	gomphidés (libellule)	prédateur	littorale
Thomas	chaoboridés	prédateur (zooplancton)	profonde

Références

Carignan R. (2008). Évolution de l'état des lacs de la municipalité de Saint-Hippolyte entre 1998 et 2007. UDM, Station de biologie des Laurentides. PDF, 60p.

Masson S. B. Pinel-Alloul, P. East et P. Magnan. (2001). Annexe au programme de surveillance des écosystèmes aquatiques du parc national de la Mauricie. Groupe de recherche en limnologie et en environnement aquatique pour les Parcs Canada, Service de conservation des écosystèmes, Québec. 212 p.

Scott, W. B. et E. J. Crossman. (1974). Poissons d'eau douce du Canada, traduction française de «Freshwater fishes of Canada». Ministère de l'Environnement, Service des pêches et des sciences de la mer, Ottawa. 1026 p.

Annexe

Données brutes

Lac	Date	Heure	Station	Z	T°C eau	pH	DO	DO%	Conductivité	Zmax	condition
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	1	20.62	7.39	7.91	87.9	0.039	21.0	
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	2	20.44	7.29	7.76	86.1	0.039		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	4	15.36	7.14	8.82	88.6	0.028		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	6	10.51	6.88	8.48	76	0.04		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	8	7.59	6.67	7.29	61	0.041		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	10	6.47	6.55	6.12	49.8	0.042		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	12	5.75	6.52	5.66	46.1	0.043		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	14	5.13	6.47	5.13	40.3	0.044		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	16	4.84	6.44	4.45	34.7	0.046		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	18	4.82	6.41	4.18	32.6	0.047		
Thomas	31/05/2010	10:50	Th100	20	4.79	6.31	3.96	30.9	0.049		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	1.00	22.80	7.45	8.61	100.00	0.067	21.5	
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	3.00	22.39	7.45	8.76	100.80	0.067		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	6.00	18.94	7.01	11.45	122.80	0.070		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	7.00	13.52	6.84	12.28	118.20	0.070		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	9.00	8.81	6.39	6.70	57.70	0.072		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	12.00	6.25	6.23	3.68	29.70	0.072		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	13.00	5.76	6.20	2.45	19.30	0.075		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	14.00	5.41	6.17	0.23	1.70	0.079		
Thomas	18/08/2010	14:50	Th100	15.00	5.21	6.34	0.00	0.00	0.092		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	1.00	24.01	7.79	8.76	104.20	0.064	20.0	
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	2.00	23.90	7.70	8.72	103.60	0.064		vent léger, soleil
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	3.00	22.80	7.69	9.00	105.20	0.064		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	4.00	21.75	7.73	9.19	104.10	0.064		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	5.00	21.31	7.57	9.12	102.70	0.064		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	6.00	19.23	6.91	9.44	101.90	0.067		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	7.00	13.84	6.71	11.17	107.80	0.069		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	8.00	10.68	6.40	8.34	75.80	0.072		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	9.00	9.04	6.18	4.89	42.40	0.075		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	10.00	7.61	6.07	3.57	29.80	0.075		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	11.00	6.87	6.00	3.23	26.50	0.076		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	12.00	6.33	6.00	2.59	21.30	0.077		nuageux, 23°C
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	13.00	6.03	6.05	1.94	15.70	0.078		
Thomas	02/09/2010	13:30	Th100	14.00	5.62	6.01	0.86	6.90	0.081		

Emplacement d'échantillonnage (étoile rouge); (position : N46°23'25.9"W73°14'06.4").



