



**MEMPHRÉMAGOG  
CONSERVATION INC.**

**Profil physico-chimique de l'eau du lac Memphrémagog, saison estivale  
2016**

Étude effectuée par la patrouille du MCI 2016

Rapport rédigé par Anaïs Messier, coordonnatrice de la patrouille  
Révision par Ariane Orjikh, directrice générale

Le 13 octobre 2016

## Table des matières

<b>Liste des figures .....</b>	<b>ii</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>ii</b>
<b>Liste des acronymes.....</b>	<b>iii</b>
<b>Glossaire.....</b>	<b>iii</b>
<b>Liste des documents connexes .....</b>	<b>iv</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>5</b>
Oxygène dissous.....	5
Conductivité .....	6
pH.....	6
Transparence.....	7
<b>Protocole .....</b>	<b>7</b>
Matériel.....	7
Marche à suivre.....	8
Fréquence .....	10
Résultats de transparence.....	11
Discussion à propos de la transparence .....	14
Résultats des profils physico-chimiques .....	14
Station M73 – Rivière Magog, décharge du lac.....	14
Station M90 – Baie de Magog .....	16
Station M91 – Centre du lac .....	18
Station M92 – Baie Fitch sud-ouest.....	20
Station M93 – Baie Fitch nord-est.....	22
Station M94 – Frontière É.-U. ....	24
Station M95 – Baie Sargent.....	26
Station M96 – Baie Fitch au large.....	28
Station M246 – Pointe Spinney .....	30
Station M249 – Bassin sud, É.-U.....	32
Discussion à propos des paramètres physico-chimiques.....	34
<b>Conclusion .....</b>	<b>35</b>
<b>Références .....</b>	<b>37</b>

## Liste des figures

Figure 1 : Diagramme de classement du niveau trophique des lacs selon la transparence Source : MDDELCC (2014b).....	7
Figure 2: Sonde à oxygène et disque de Secchi. ....	8
Figure 3: Localisation des stations d'échantillonnage sur le lac Memphrémagog. ....	9
Figure 4: Feuille de données pour la température, l'oxygène dissous, la conductivité et la transparence. ....	9
Figure 5 : Calendrier des sorties 2016.....	10
Figure 6 : Variation de la transparence (m) pour les stations du lac Memphrémagog lors de l'été 2016 (à l'exception de la station M73).....	13
Figure 7 : Profils physico-chimiques pour la station M73 au courant de l'été 2016.....	15
Figure 8 : Profils physico-chimiques pour la station M90 au courant de l'été 2016.....	17
Figure 9 : Profils physico-chimiques pour la station M91 au courant de l'été 2016.....	19
Figure 10 : Profils physico-chimiques pour la station M92 au courant de l'été 2016.....	21
Figure 11 : Profils physico-chimiques pour la station M93 au courant de l'été 2016.....	23
Figure 12 : Profils physico-chimiques pour la station M94 au courant de l'été 2016.....	25
Figure 13 : Profils physico-chimiques pour la station M95 au courant de l'été 2016.....	27
Figure 14 : Profils physico-chimiques pour la station M96 au courant de l'été 2016.....	29
Figure 15 : Profils physico-chimiques pour la station M246 au courant de l'été 2016.....	31
Figure 16 : Profils physico-chimiques pour la station M249 au courant de l'été 2016.....	33
Figure 17 : Données de conductivité aux 10 stations en 2014, 2015 et 2016.....	35

## Liste des tableaux

Tableau 1: Normes de concentration d'oxygène dissous selon la température de l'eau. ....	5
Tableau 2: Données de transparence recueillies pour les 10 stations du lac Memphrémagog en 2016.....	11

## Liste des acronymes

MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques
OD	Oxygène dissous

## Glossaire

<b>Eutrophe :</b>	Se dit des eaux riches en matières nutritives. Un lac eutrophe est un lac relativement peu profond, aux bords plats et recouverts d'une large ceinture de végétation aquatique, aux fonds couverts d'une vase riche en matières organiques et facilement putrescible.
<b>Hypolimnion :</b>	Couche inférieure d'un lac stratifié qui est située au-dessous du métalimnion, où l'eau est froide et sur laquelle les conditions atmosphériques n'agissent pas.
<b><i>In situ</i> :</b>	Sur place.
<b>Mésotrophe :</b>	Qualificatif des lacs de type intermédiaire entre les lacs oligotrophes et les lacs eutrophes.
<b>Métalimnion :</b>	Couche intermédiaire d'un lac stratifié qui est située entre l'épilimnion ainsi que l'hypolimnion et où la température de l'eau diminue rapidement avec la profondeur.
<b>Oligotrophe :</b>	Qualificatif se rapportant à une masse d'eau pauvre en matières nutritives et contenant de nombreuses espèces d'organismes aquatiques, chacune d'elles étant représentée en nombre relativement faible.

## Liste des documents connexes

Toutes les données brutes relatives à ce rapport sont disponibles sur demande. Pour ce faire, veuillez-vous adresser à [info@memphremagog.org](mailto:info@memphremagog.org).

1. Station\_M73.xls
2. Station\_M90.xls
3. Station\_M91.xls
4. Station\_M92.xls
5. Station\_M93.xls
6. Station\_M94.xls
7. Station\_M95.xls
8. Station\_M96.xls
9. Station\_M246.xls
10. Station\_M249.xls

## Introduction

Situé au sud de l'Estrie et traversé par la frontière séparant le Canada des États-Unis, le lac Memphrémagog est la plus grande étendue d'eau de la région. Plus de 170 000 personnes consomment l'eau venant du lac. On y observe une biodiversité riche composée de plusieurs espèces animales et végétales en situation précaire. La panoplie d'activités récréatives qu'il offre, telle que la baignade, la planche à voile, la promenade en bateau et la pêche, en fait un pôle touristique important de la région des Cantons de l'Est. Durant l'été 2016, une campagne d'échantillonnage a été réalisée afin de caractériser l'eau selon 5 paramètres mesurés *in situ*, soit la température, l'oxygène dissous (concentration et saturation), la conductivité, le pH et la transparence. C'était le quatrième suivi annuel du genre à être effectué. Ces résultats, combinés aux résultats des paramètres physico-chimiques déterminés en laboratoire par le Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques (MDDELCC), permettront d'évaluer l'état général de la qualité de l'eau du lac Memphrémagog.

## Oxygène dissous

L'oxygène dissous (OD) est la quantité d'oxygène présent en solution dans l'eau à une certaine température donnée. Il sert à la respiration des organismes aquatiques qui ont besoin d'une quantité minimale d'OD pour survivre. Selon le MDDELCC, afin d'assurer la protection de la vie aquatique, les concentrations en OD devraient suivre les normes répertoriées dans le tableau 1. Il est à noter que ces critères sont pour la qualité de l'eau de surface et qu'ils ne s'appliquent pas nécessairement aux eaux profondes.

**Tableau 1: Normes de concentration d'oxygène dissous selon la température de l'eau.** Source : MDDELCC (2014a)

Température (°C)	Concentration d'oxygène dissous			
	Biote d'eau froide		Biote d'eau chaude	
	% de saturation	mg/l	% de saturation	mg/l
0	54	8	47	7
5	54	7	47	6
10	54	6	47	5
15	54	6	47	5
20	57	5	47	4
25	63	5	48	4

La concentration de l'eau en OD est influencée par sa température : plus la température de l'eau est faible, plus elle peut contenir de l'oxygène. Ainsi, une faible concentration en OD

dans la partie profonde du lac (l'hypolimnion) est souvent liée à une forte décomposition de la matière organique provenant d'une biomasse élevée d'algues et de plantes aquatiques (MDDELCC, 2014b). Les apports en éléments nutritifs, tels que l'azote et le phosphore, contenus entre autres dans les rejets organiques produits par l'activité humaine, tels que les déchets industriels, agricoles et urbains, diminuent la quantité d'OD en augmentant la biomasse des plantes aquatiques et la dégradation bactérienne des matières organiques. Les lacs eutrophes sont caractérisés par un manque d'oxygène dans l'hypolimnion (MDDELCC, 2014b). Une diminution de l'OD peut avoir des impacts négatifs sur l'écosystème des lacs puisque plus la concentration en OD est faible, plus la biodiversité diminue. Enfin, sans OD, le phosphore contenu dans les sédiments peut être libéré via des processus chimiques complexes. Celui-ci devient alors disponible pour les végétaux aquatiques qui l'utilisent pour proliférer, ce qui augmente la quantité de matière organique à décomposer.

### Conductivité

La conductivité de l'eau est la capacité d'une eau à conduire l'électricité. La conductivité augmente avec la teneur en solides dissous. Elle donne une bonne indication des changements de la composition des eaux, et spécialement de leur concentration en minéraux (MDDELCC, 2014c). Lorsque des changements notables de conductivité sont observés dans un lac, c'est le signe d'une augmentation des apports de substances dissoutes provenant du bassin versant. Cependant, il est difficile de dire si les matières qui provoquent un changement proviennent de minéraux naturels ou de polluants et c'est pourquoi seule une analyse en laboratoire indique avec précision la nature des minéraux dissous dans le lac. La plage de variation habituelle est de 20,0 à 339,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (MDDELCC, 2014c).

### pH

Le pH indique l'équilibre entre les acides et les bases d'un plan d'eau et est une mesure de la concentration des ions hydrogène en solution. Le pH se mesure sur une échelle de 0 à 14. Un pH de 7 indique une eau neutre; les valeurs inférieures à 7 indiquent des conditions acides, et les valeurs supérieures à 7 sont caractéristiques de conditions alcalines. Le pH influence la toxicité de plusieurs éléments en régissant un grand nombre de réactions chimiques (MDDELCC, 2014c). La plage de variation habituelle est de 6,3 à 8,3 unités de pH (MDDELCC, 2014c). Le MDDELCC établit les critères de pH pour la protection de la vie aquatique entre 6,5 et 9,0 (MDDELCC, 2014a). Dans les eaux naturelles peu soumises aux activités humaines, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature géologique du sous-sol. Les pluies acides, les rejets d'eaux usées et les eaux de drainage des forêts de conifères (acides) peuvent le faire varier.

## Transparence

La transparence mesure l'ampleur de la turbidité de l'eau causée par la présence de fines matières en suspension, comme du limon, de l'argile, des organismes vivants et des matières organiques. Les eaux turbides deviennent plus chaudes à mesure que les particules en suspension absorbent les rayons solaires, de sorte que la teneur en oxygène baisse (l'eau chaude renferme moins d'oxygène que l'eau froide). Moins il y a de lumière, moins il y a de photosynthèse, ce qui a pour effet de réduire davantage la concentration d'oxygène. Les matières en suspension dans l'eau turbide peuvent obstruer les branchies des poissons, réduire les taux de croissance et la résistance aux maladies et empêcher le développement des oeufs et des larves. Quand elles se déposent, les particules qui étaient en suspension étouffent les oeufs de poissons et d'insectes. Enfin, une turbidité élevée est souvent associée à des quantités élevées de microorganismes pathogènes comme des virus, des parasites et certaines bactéries. Il y a un lien entre la transparence de l'eau et le niveau trophique (voir figure 1) et les lacs eutrophes sont caractérisés par une faible transparence de leur eau. (Orjikh, 2014)

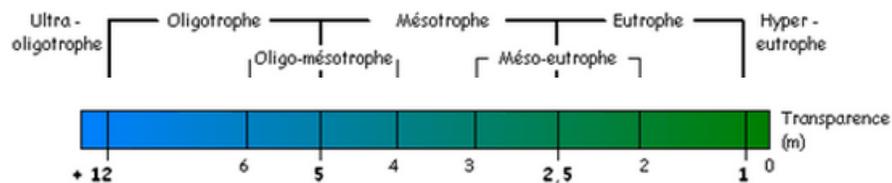


Figure 1 : Diagramme de classement du niveau trophique des lacs selon la transparence  
Source : MDDELCC (2014b).

## Protocole

### Matériel

La température, l'oxygène dissous, la conductivité et le pH ont été mesurés à l'aide d'une sonde à oxygène multi-paramètre YSI modèle 650 MDS, tandis que la transparence a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi (figure 2).

- Disque de Secchi
- Oxymètre
- Fiche pour la prise des mesures
- Crayon
- GPS

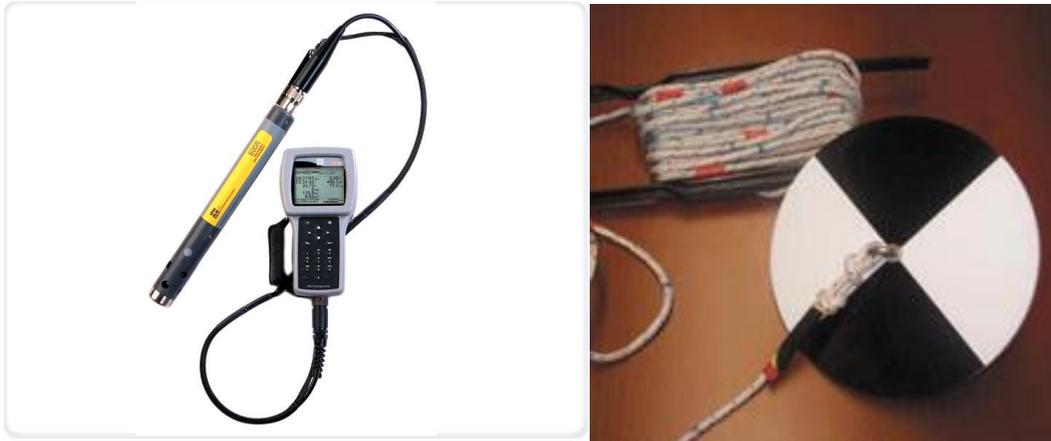


Figure 2: Sonde à oxygène et disque de Secchi.

### Marche à suivre

1. Éviter les journées venteuses et pluvieuses.
2. Calibrer l'oxymètre avant de partir.
3. À l'aide du GPS localiser la station d'échantillonnage (voir figure 3).
4. Ancrer l'embarcation à la station.
5. Pour faciliter la mesure de transparence, s'installer dos au soleil afin de ne pas avoir de rayons aveuglants.
6. Descendre doucement le disque de Secchi jusqu'à le perdre de vue. Le remonter et le descendre pour trouver le point exact de disparition.
7. Noter la profondeur et remonter le disque.
8. Prendre la profondeur du lac à l'aide du profondimètre.
9. Descendre la sonde à chaque mètre de profondeur. Une fois la profondeur désirée atteinte, laisser le capteur se stabiliser. Prendre les mesures de température, en degrés Celsius ( $^{\circ}\text{C}$ ), d'oxygène dissous, en milligramme par litre (mg/L) et en pourcentages de saturation (%), la conductivité en micro-Siemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) et le pH. Noter le tout sur la feuille de données (voir figure 4). Poursuivre la prise de mesure jusqu'à un mètre avant l'atteinte du fond de l'eau ou à la profondeur permise par le câble (200 pieds).
10. Remplir le reste des informations demandées sur la feuille de prise de données. (Orjikh, 2014)
11. Recommencer les étapes 3 à 10 pour chaque station d'échantillonnage (voir figure 3).

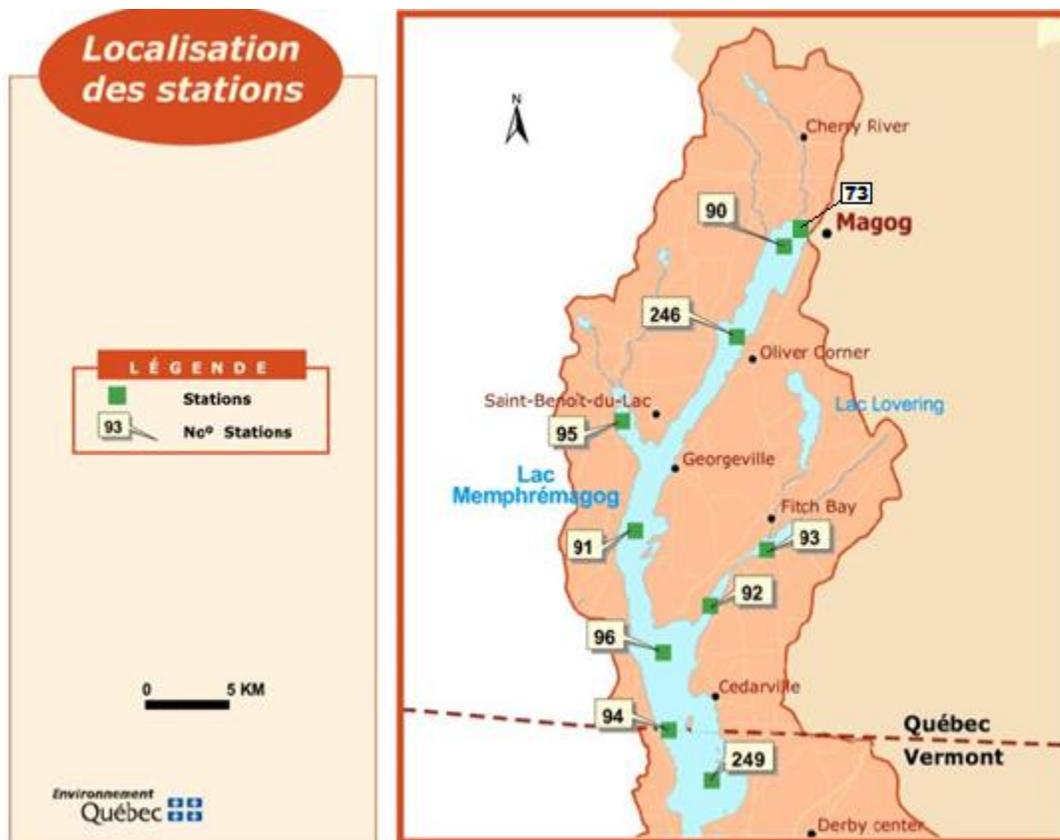


Figure 3: Localisation des stations d'échantillonnage sur le lac Memphrémagog.

**Caractérisation physique/chimique de l'eau**

Lac: Memphrémagog    Station: \_\_\_\_\_    Transparence Secchi (m): \_\_\_\_\_  
 Observ: MCI    Date: \_\_\_\_\_  
 Climat: \_\_\_\_\_    Heure: \_\_\_\_\_

Odeur: normale     Couleur normale     Matières en suspension normal     Cyanobactéries: oui     Prof max (m): \_\_\_\_\_  
 autre     autre     élevé     non

Profondeur (m)	Température	Oxygène dissous (mg/L)	Oxygène dissous (%)	Conductivité (µS/cm)

Figure 4: Feuille de données pour la température, l'oxygène dissous, la conductivité et la transparence.

## Fréquence

Un total de six sorties a été effectué en 2016, dont voici les dates en orange :

Mai								Juin								Juillet								Août							
Sem	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim	Sem	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim	Sem	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim	Sem	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim
17							1	22			1	2	3	4	5	26					1	2	3	31	1	2	3	4	5	6	7
18	2	3	4	5	6	7	8	23	6	7	8	9	10	11	12	27	4	5	6	7	8	9	10	32	8	9	10	11	12	13	14
19	9	10	11	12	13	14	15	24	13	14	15	16	17	18	19	28	11	12	13	14	15	16	17	33	15	16	17	18	19	20	21
20	16	17	18	19	20	21	22	25	20	21	22	23	24	25	26	29	18	19	20	21	22	23	24	34	22	23	24	25	26	27	28
21	23	24	25	26	27	28	29	28	27	28	29	30				30	25	26	27	28	29	30	31	35	29	30	31				
22	30	31																													

Septembre								Octobre								
Sem	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim	Sem	Lun	Mar	Mer	Jeu	Ven	Sam	Dim	
35				1	2	3	4	39							1	2
36	5	6	7	8	9	10	11	40	3	4	5	6	7	8	9	
37	12	13	14	15	16	17	18	41	10	11	12	13	14	15	16	
38	19	20	21	22	23	24	25	42	17	18	19	20	21	22	23	
39	26	27	28	29	30			43	24	25	26	27	28	29	30	
								44	31							

Figure 5 : Calendrier des sorties 2016

La température, l'oxygène dissous, la conductivité et la transparence ont été mesurés lors des six sorties.

## Présentation des résultats et discussion

### Résultats de transparence

Voici les données de transparence recueillies pour chaque station lors des six sorties de 2016, sous forme de tableau et de graphique. Seules les données de transparence de la station M73 ne sont pas représentées à la figure 6, étant donné que la médiane correspond au fond de l'eau à cette station.

Tableau 2: Données de transparence recueillies pour les 10 stations du lac Memphrémagog en 2016

#### M73 - Rivière Magog, décharge du lac

Date	Transparence* (m)
12 mai	2,0
1er juin	2,0
23 juin	2,0
9 août	2,0
2 septembre	1,5
6 octobre	1,2
Médiane	2,0

\*Correspond au fond

#### M94 - Frontière É-U

Date	Transparence (m)
12 mai	2,75
1er juin	4,0
23 juin	4,25
9 août	4,5
2 septembre	4,5
6 octobre	5,25
Médiane	4,38

#### M90 - Baie de Magog

Date	Transparence* (m)
12 mai	4,0
1er juin	4,25
23 juin	5,0
9 août	6,25
2 septembre	5,5
6 octobre	7,0
Médiane	5,25

#### M95-Baie Sargent

Date	Transparence (m)
12 mai	3,5
1er juin	4,0
23 juin	5,5
9 août	5,0
2 septembre	5,0
6 octobre	7,0
Médiane	5,0

**M91-Centre du lac**

Date	Transparence (m)
12 mai	3,00
1er juin	4,00
23 juin	4,00
9 août	5,50
2 septembre	6,00
6 octobre	5,50
<b>Médiane</b>	<b>4,75</b>

**M96-Baie Fitch au large**

Date	Transparence (m)
12 mai	3,0
1er juin	3,75
23 juin	3,5
9 août	4,25
2 septembre	4,0
6 octobre	4,5
<b>Médiane</b>	<b>3,87</b>

**M92 - Baie Fitch sud-ouest**

Date	Transparence (m)
12 mai	2,5
1er juin	3,5
23 juin	3,75
9 août	5
2 septembre	4,5
6 octobre	5,5
<b>Médiane</b>	<b>4,12</b>

**M246 - Pointe Spinney**

Date	Transparence (m)
12 mai	3,25
1er juin	4,4
23 juin	4,5
9 août	5,5
2 septembre	6,0
6 octobre	6,25
<b>Médiane</b>	<b>5,00</b>

**M93- Baie Fitch nord-est**

Date	Transparence (m)
12 mai	1,5
1er juin	2,5
23 juin	2,3
9 août	0,75
2 septembre	1,0
6 octobre	1,25
<b>Médiane</b>	<b>1,38</b>

**M249 - Bassin sud, É-U**

Date	Transparence (m)
12 mai	3,3
1er juin	3,5
23 juin	3,75
9 août	4,0
2 septembre	3,5
6 octobre	4,75
<b>Médiane</b>	<b>3,63</b>

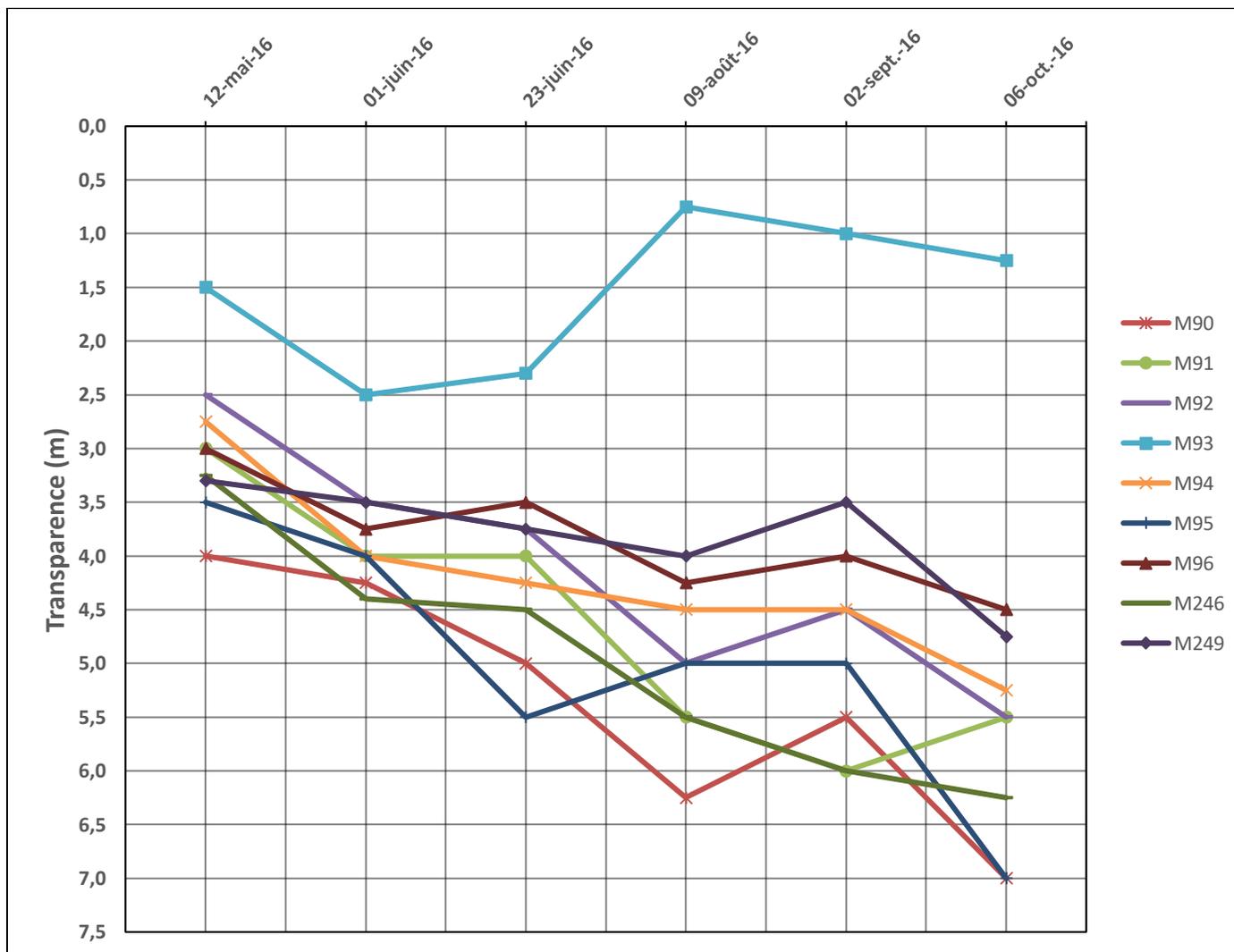


Figure 6 : Variation de la transparence (m) pour les stations du lac Memphrémagog lors de l'été 2016 (à l'exception de la station M73)

## Discussion à propos de la transparence

Les stations M90-Baie de Magog, M91-Centre du lac, M92-Baie Fitch Sud-Ouest, M94-Frontière É-U, M95-Baie Sargent et M246-Pointe Spinney ont des médianes allant de 4,12 et 5,25. Cela correspond à un stade oligo-mésotrophe selon les critères du MDDELCC pour la transparence (voir figure 1). Les stations M96-Baie Fitch au large et M249-Bassin sud, É-U ont des médianes de transparence d'environ 3,75m et seraient donc qualifiées de mésotrophes. Enfin, la station M93-Baie Fitch nord-est a une médiane de transparence de 1,38m, ce qui correspond au stade eutrophe. La mesure de transparence ne peut être analysée pour la station M73-Rivière Magog, décharge du lac, puisque la médiane des mesures correspond en fait au fond du lac.

Par rapport à 2015, il est possible de noter au moins une légère augmentation de la transparence à toutes les stations analysées, excepté à M93-Baie Fitch nord-est, où la médiane de la transparence est plutôt passée de 2,0m en 2015 à 1,38m en 2016. Le niveau de l'eau relativement bas relié à un couvert de neige quasi-absent à l'hiver précédent et à une faible quantité de précipitations durant l'été pourrait être un facteur de diminution de la transparence, combiné au passage fréquent de bateaux à moteur dans ce secteur peu profond.

La transparence a connu une stabilité ou une très légère augmentation en 2016 par rapport à 2002, à 7 stations sur le lac. Elle est en baisse aux stations M93-Baie Fitch nord-est et M96-Baie Fitch au large. (Simoneau, 2004)

De manière générale, la transparence a augmenté au fil de l'été 2016, sauf à la station M93-Baie Fitch nord-est. Les mesures prises au mois d'octobre 2016 sont relativement élevées, ce qui a certainement contribué à hausser la médiane de la transparence de cette année. En effet, en 2015, aucune mesure n'avait été effectuée à cette période de l'année. Aussi, le faible volume de précipitations enregistré en 2016 pourrait être en lien avec une réduction de l'apport en matières dissoutes au lac et donc une transparence plus grande.

## Résultats des profils physico-chimiques

### Station M73 – Rivière Magog, décharge du lac

La profondeur à cette station est de 2m seulement. La température maximale enregistrée le 9 août est de 25,16 °C. La médiane de la concentration en oxygène dissous est de 9,58 mg/l et la médiane de la saturation en oxygène dissous est de 110,45%. Ces résultats sont comparables à ceux des deux années précédentes, mais légèrement plus élevés que ceux de 2013 (Orjikh, 2014 et Roy, 2013). La médiane de la conductivité est de 149 µS/cm.

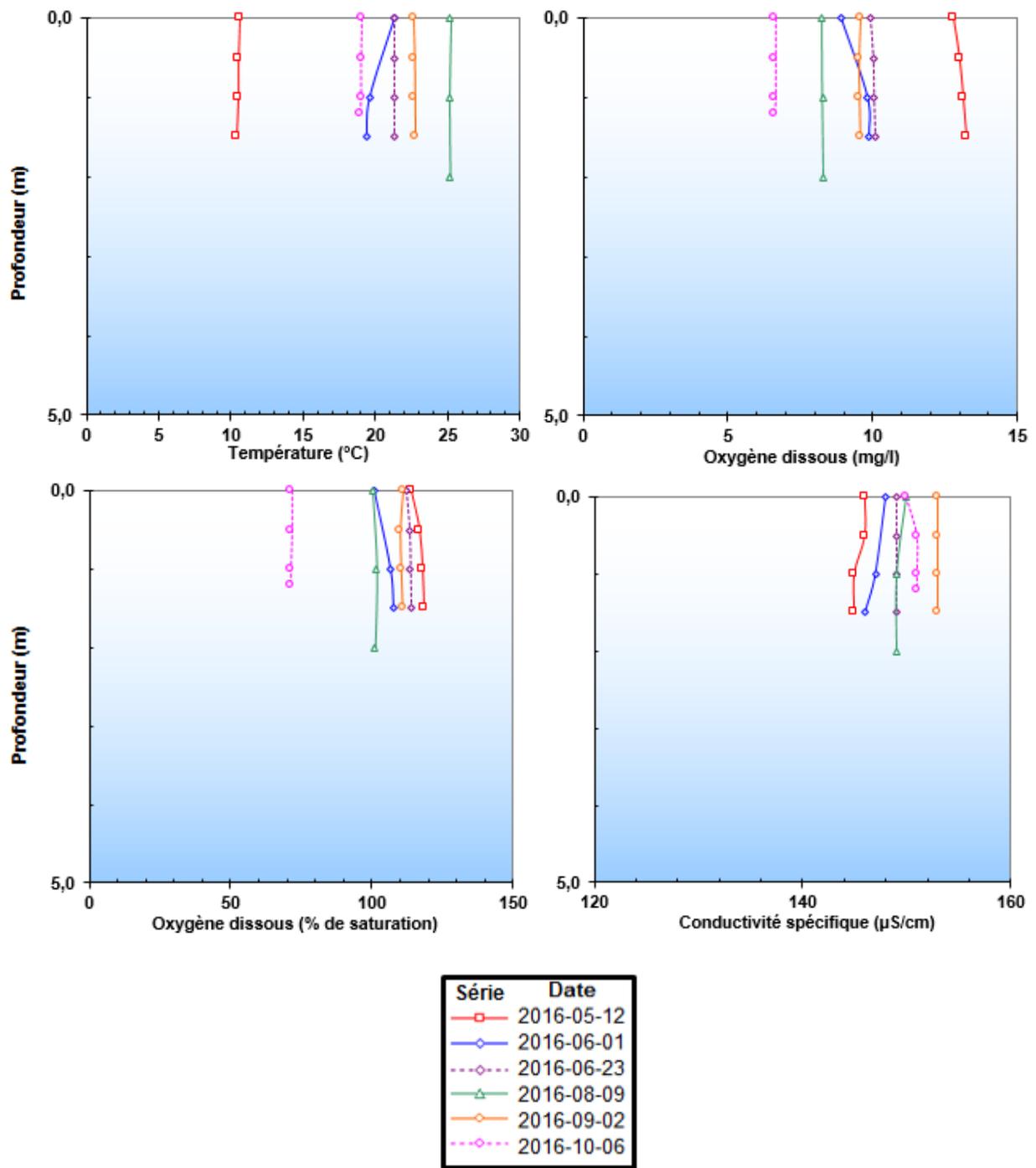


Figure 7 : Profils physico-chimiques pour la station M73 au courant de l'été 2016

### **Station M90 – Baie de Magog**

La profondeur maximale mesurée à cette station est de 17,3m La température maximale enregistrée le 9 août est de 25,45 °C. Des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCC ont été notées à partir de 14m de profondeur les 2 septembre et 6 octobre. Ce phénomène avait été observé à une reprise en 2015 et en 2013, mais à des profondeurs inférieures, soit environ 11m (Roy, 2013).

Outre ces différences, les profils d'oxygène dissous sont comparables à ceux des dernières années, avec une diminution de la concentration dans l'hypolimnion de plus en plus marquée à mesure que l'été avance (Orjikh, 2014 et Roy, 2013).

La médiane de la conductivité est de 148  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

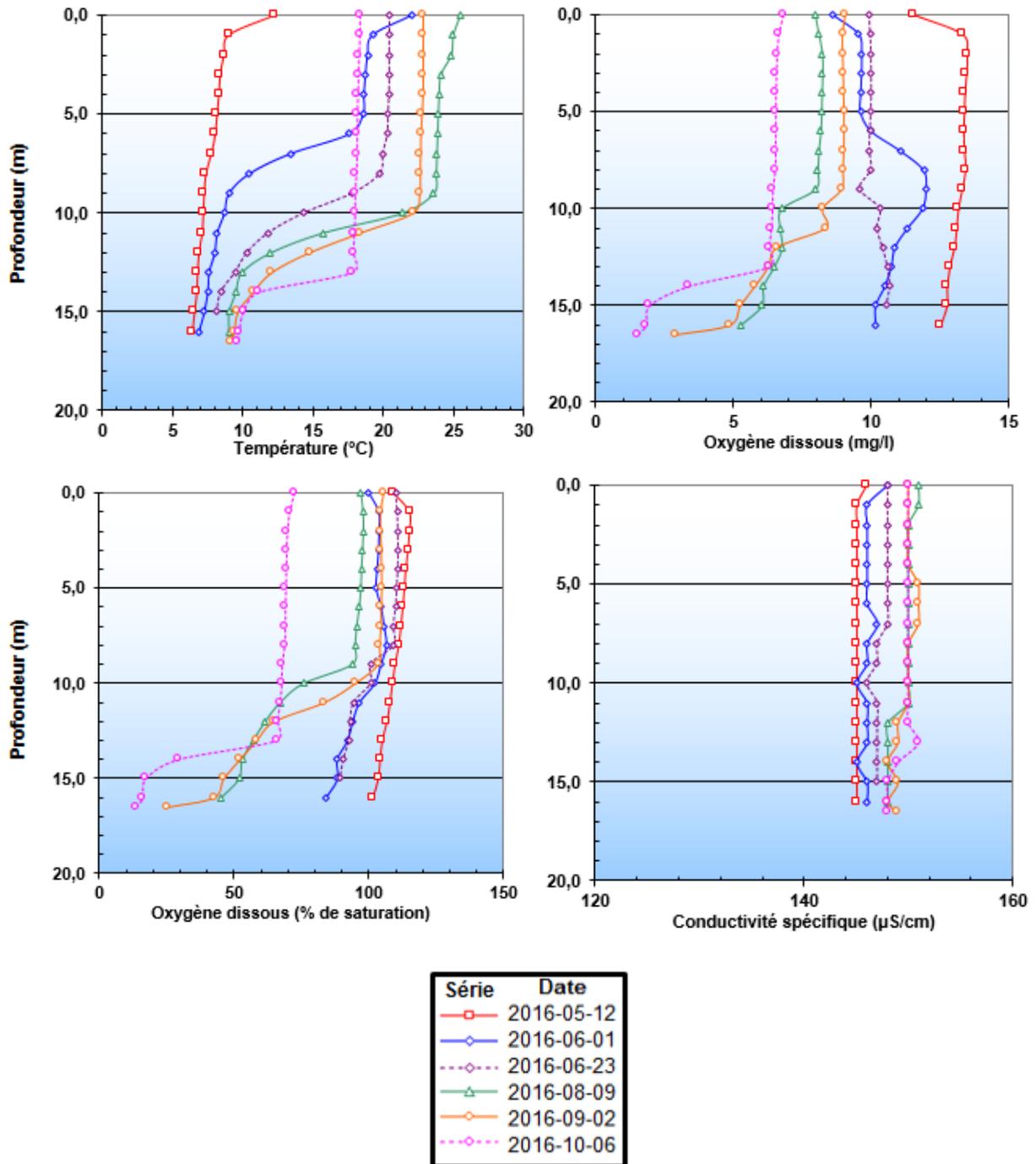


Figure 8 : Profils physico-chimiques pour la station M90 au courant de l'été 2016

### Station M91 – Centre du lac

Cette station est la plus profonde du lac Memphrémagog, avec 107m. Ainsi, les mesures ont pu être prises au maximum à la moitié de la profondeur totale. La température maximale enregistrée est de 23,47°C le 9 août.

Des mesures d'oxygène dissous inférieure aux normes du MDDELCC ont été faites à 12m de profondeur le 9 août, ainsi qu'entre 14 et 24m et entre 42 et 45m de profondeur le 6 octobre. La baisse en oxygène dissous qui a été enregistrée entre 42 et 45m est associée à une augmentation de la conductivité, qui est soudainement passée de 149  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à 151  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à cette même profondeur.

Au fur et à mesure que l'été avance, on peut observer une baisse soudaine de l'oxygène dissous dans le métalimnion suivie d'une augmentation. Ce phénomène est expliqué par la forte présence d'organismes qui consomment l'oxygène et qui flottent à cette profondeur, comme le zooplancton (Orjikh, 2014). Cette chute de l'oxygène dissous était particulièrement prononcée le 9 août (5,88 mg/L et 60,2% de saturation en oxygène dissous) et le 6 octobre (4,44 mg/L et 40,8% de saturation). Les occasions où des seuils aussi bas ont été atteints, à cette profondeur, à la station M91, ont été rares dans les 4 dernières années. En effet, une situation semblable avait été observée la dernière fois en juillet et août 2013.

La médiane de la conductivité est de 147  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

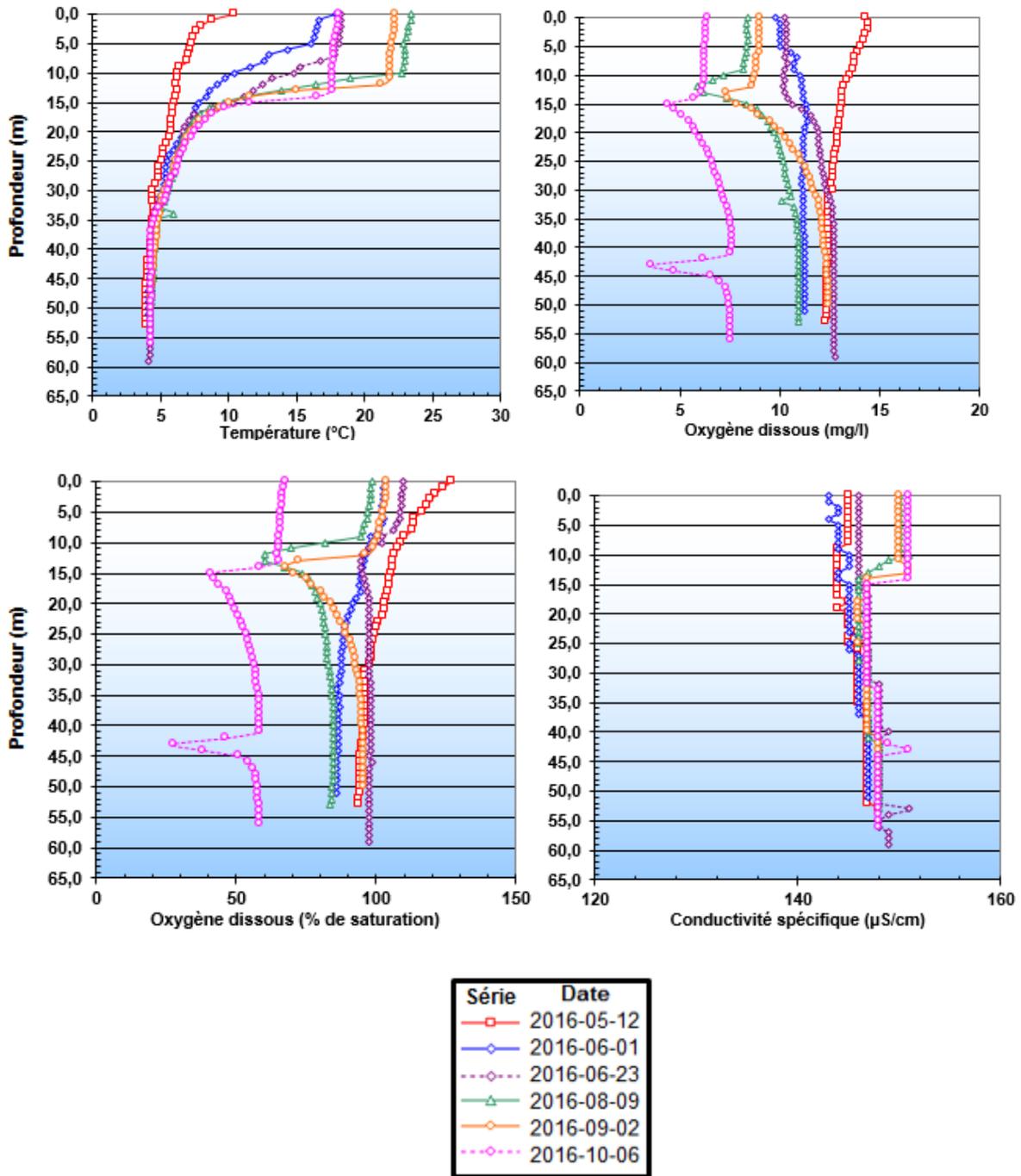


Figure 9 : Profils physico-chimiques pour la station M91 au courant de l'été 2016

### Station M92 – Baie Fitch sud-ouest

La profondeur maximale observée à cette station est d'environ 17,5m. La température maximale qui y a été observée est de 24,00°C le 9 août.

Des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCC ont été mesurées à partir de 15m de profondeur le 9 août, à partir de 8m le 2 septembre et à partir de 10m le 6 octobre.

À ces mêmes dates, une situation s'approchant de l'anoxie a été notée dans les derniers mètres, la valeur la plus basse atteinte étant 0,13mg/L et 0,9% de saturation en oxygène dissous à 16m, le 6 octobre. Cette situation est caractéristique des lacs eutrophes et peut entraîner un relargage du phosphore à partir des sédiments et augmenter de façon significative la quantité de nutriments disponibles pour la production primaire (plantes aquatiques, algues, cyanobactéries, etc.) (Orjikh, 2014).

Des profils d'oxygène dissous semblables, avec une baisse importante en profondeur, ont été observés en 2015 et en 2014 lors de cinq sorties sur six, et en 2013, lors de deux sorties sur six. (Orjikh, 2014 et Roy, 2013)

La médiane pour la conductivité est de 147,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Ce paramètre présente plus de variations à cette station qu'aux autres. En effet, au fil de l'été, une conductivité croissante est observée avec la profondeur, avec un maximum de 210  $\mu\text{S}/\text{cm}$  enregistré à 16m le 6 octobre.

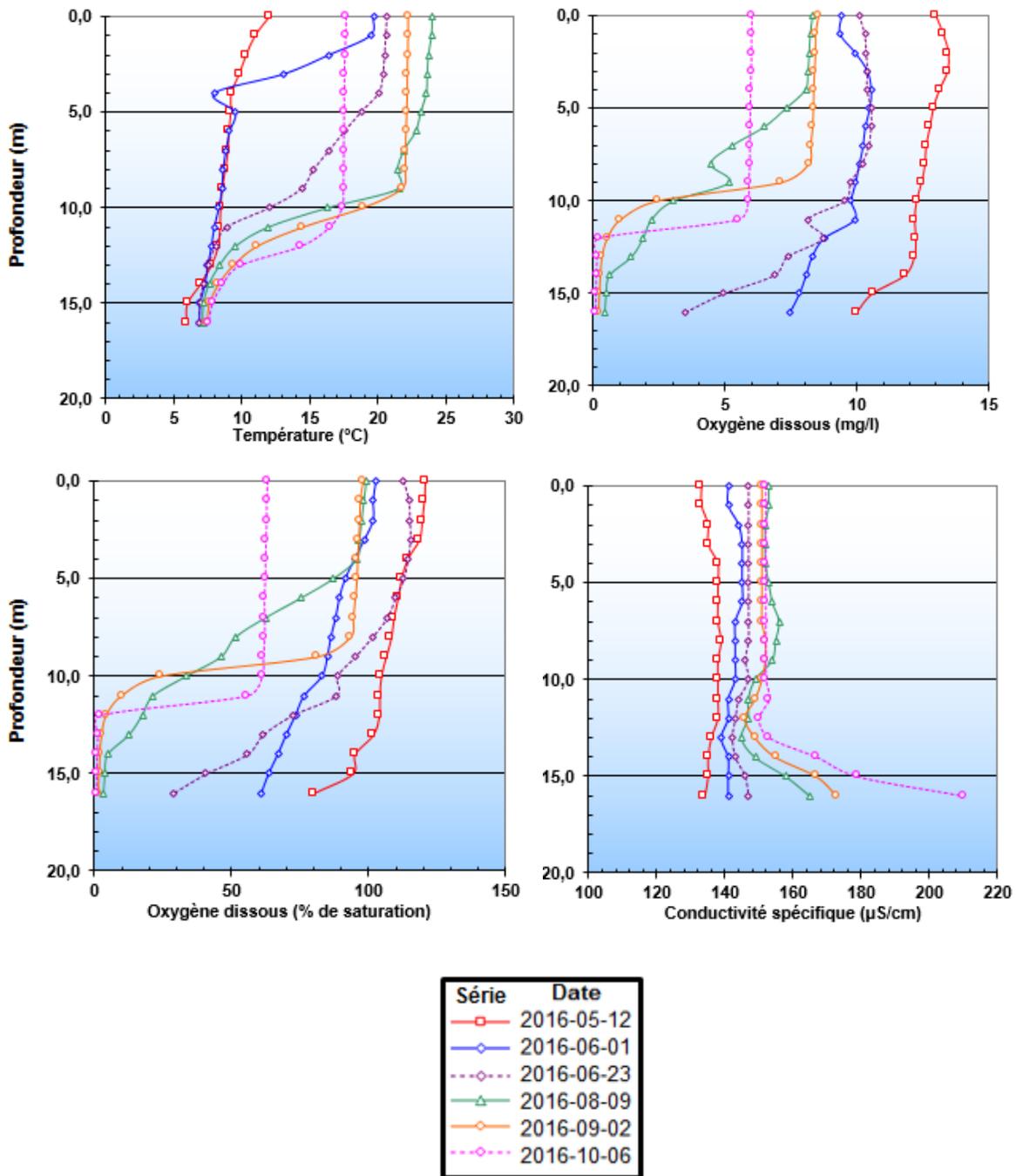


Figure 10 : Profils physico-chimiques pour la station M92 au courant de l'été 2016

### Station M93 – Baie Fitch nord-est

La profondeur maximale à cette station est de 3,9m. La température maximale mesurée est de 25,13°C le 9 août. Étant donné la faible profondeur de cette station, la concentration en oxygène dissous est relativement constante en fonction de la profondeur. Par contre, on peut observer à certains moments une baisse importante et soudaine d'oxygène à proximité du fond étant donné qu'à cet endroit, l'oxygène est consommé par les bactéries qui décomposent la matière organique.

Des teneurs en oxygène dissous très légèrement inférieures aux normes du MDDELCC ont été mesurées à 3,5m de profondeur le 1<sup>er</sup> juin et le 6 octobre. Le même phénomène avait été constaté en 2015 et en 2014, à la même profondeur (Orjikh, 2014).

La médiane pour la conductivité est de 129,0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Bien que cette donnée se situe dans la plage de variation habituelle, il est intéressant de noter la nette augmentation graduelle de la conductivité au cours de l'été. Le minimum mesuré à la première sortie était de 106  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alors qu'il était de 130  $\mu\text{S}/\text{cm}$  à la dernière sortie de 2016. La même tendance avait été observée en 2015 et en 2014, mais les médianes de saison avaient alors été de 106  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et 111  $\mu\text{S}/\text{cm}$  respectivement. Cela pourrait être le signe d'un certain changement dans la quantité de matières dissoutes provenant du bassin versant de la baie Fitch nord-est à mesure que la saison avance. Toutefois, comme mentionné plus haut, il est difficile de confirmer la nature de ces solides dissous. De plus, il n'est pas possible de tirer de conclusion claire quant à l'augmentation de la conductivité avec les années, l'écart entre les résultats n'étant pas significatif.

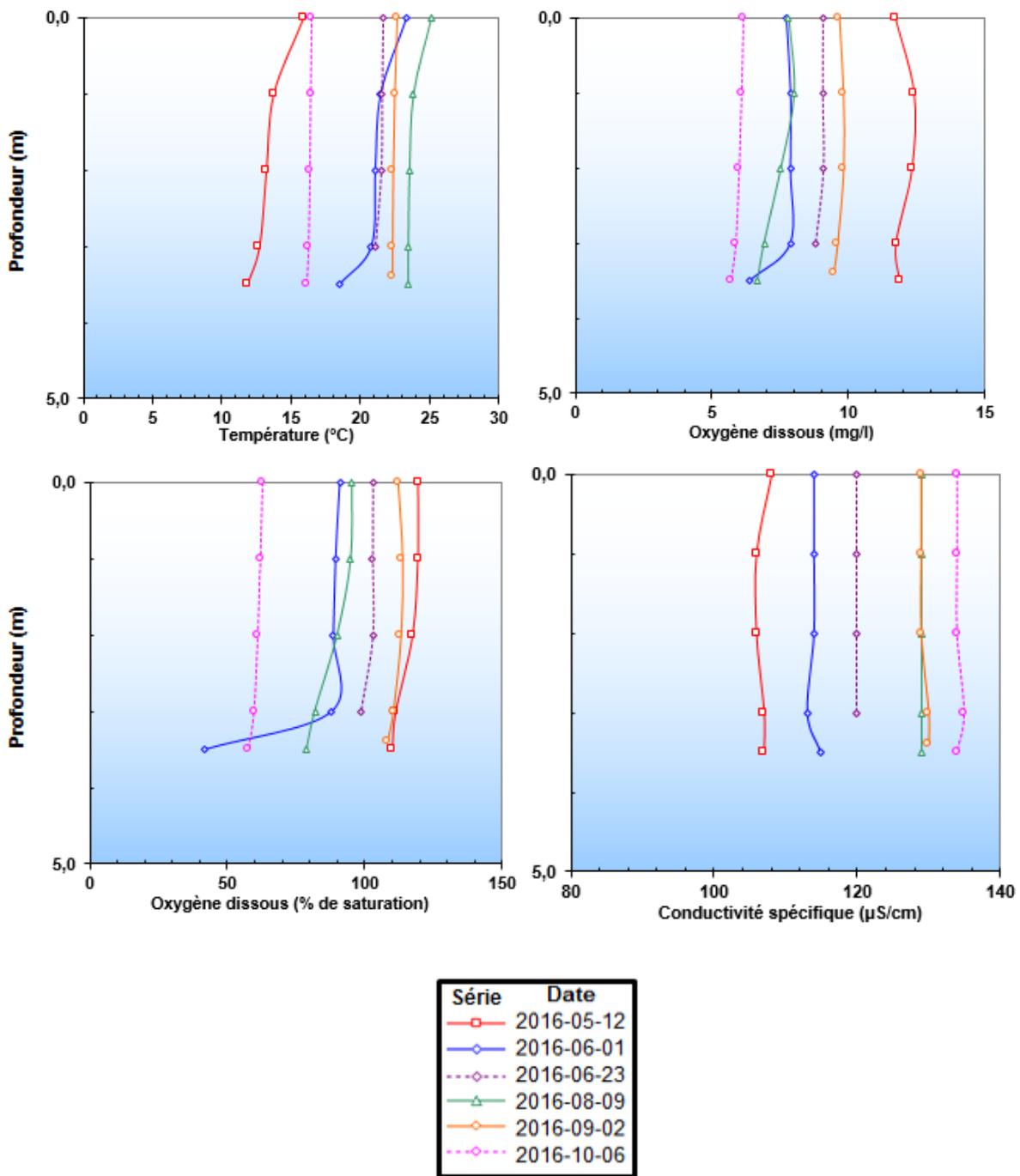


Figure 11 : Profils physico-chimiques pour la station M93 au courant de l'été 2016

### **Station M94 – Frontière É.-U.**

La profondeur maximale observée à cette station est de 9,5m. La température maximale enregistrée est de 23,20°C le 9 août.

Des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCC ont été mesurées une seule fois, soit à 9m, le 9 août. Concernant cette caractéristique, les profils d'oxygène dissous sont comparables à ceux des trois années précédentes (Orjikh, 2014 et Roy, 2013).

Le 2 septembre 2016, le profil physico-chimique ne montrait déjà plus de signe de stratification de la colonne d'eau. À cette date, la température était constante dans toute la colonne d'eau, avec une différence de 0,01°C entre la surface et le fond. Un phénomène semblable avait été observé en 2013, à la fin août. Il est possible que cette station soit plus affectée par les vents que celles qui sont plus profondes et qu'ainsi la stratification y soit moins stable.

La médiane de la conductivité est de 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . On note une augmentation des valeurs de conductivité enregistrées au fil de la saison, mais peu de changements significatifs selon la profondeur.

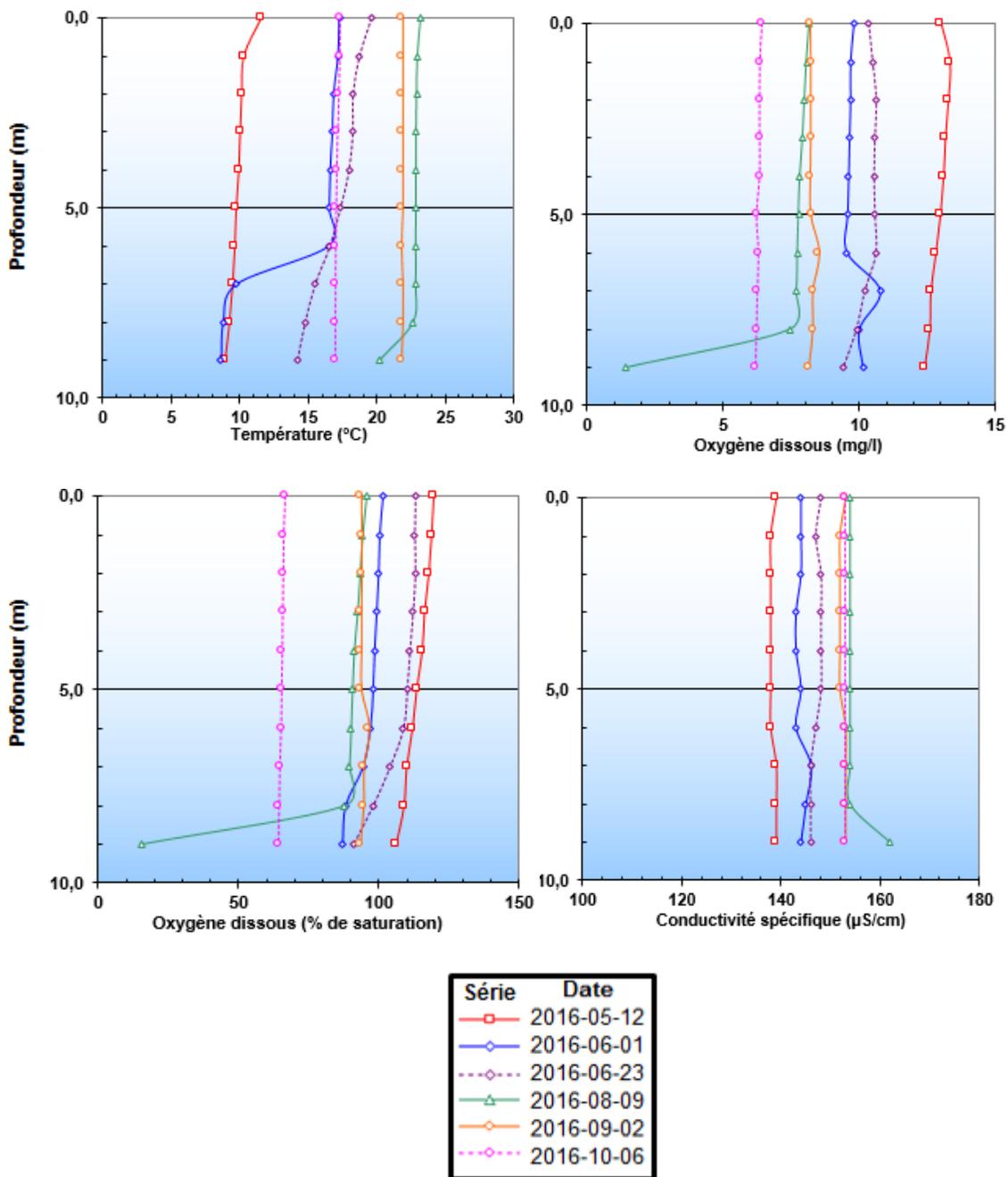


Figure 12 : Profils physico-chimiques pour la station M94 au courant de l'été 2016

### Station M95 – Baie Sargent

La profondeur maximale à cette station est de 33,0m. La température maximale enregistrée est de 23,88°C le 9 août.

Au fur et à mesure que l'été avance, on peut observer une baisse soudaine suivie d'une augmentation de l'oxygène dissous dans le métalimnion à cause de la présence d'organismes qui consomment l'oxygène et qui flottent à cette profondeur. Cela est représentatif des lacs mésotrophes.

Des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCCC ont été enregistrées le 6 octobre à partir de 15m de profondeur, jusqu'au fond. De telles valeurs avaient été observées 2014 et en 2013, au mois d'août, mais seulement dans le métalimnion (Orjikh, 2014 et Roy, 2013). C'est la première fois qu'une baisse d'oxygène est notée sur une aussi grande proportion de la colonne d'eau (environ 50%), mais c'est aussi la première fois que des mesures sont prises en octobre. Outre cette différence, les profils d'oxygène dissous de 2016 sont comparables avec ceux des trois années précédentes.

La médiane de la conductivité est de 147µS/cm.

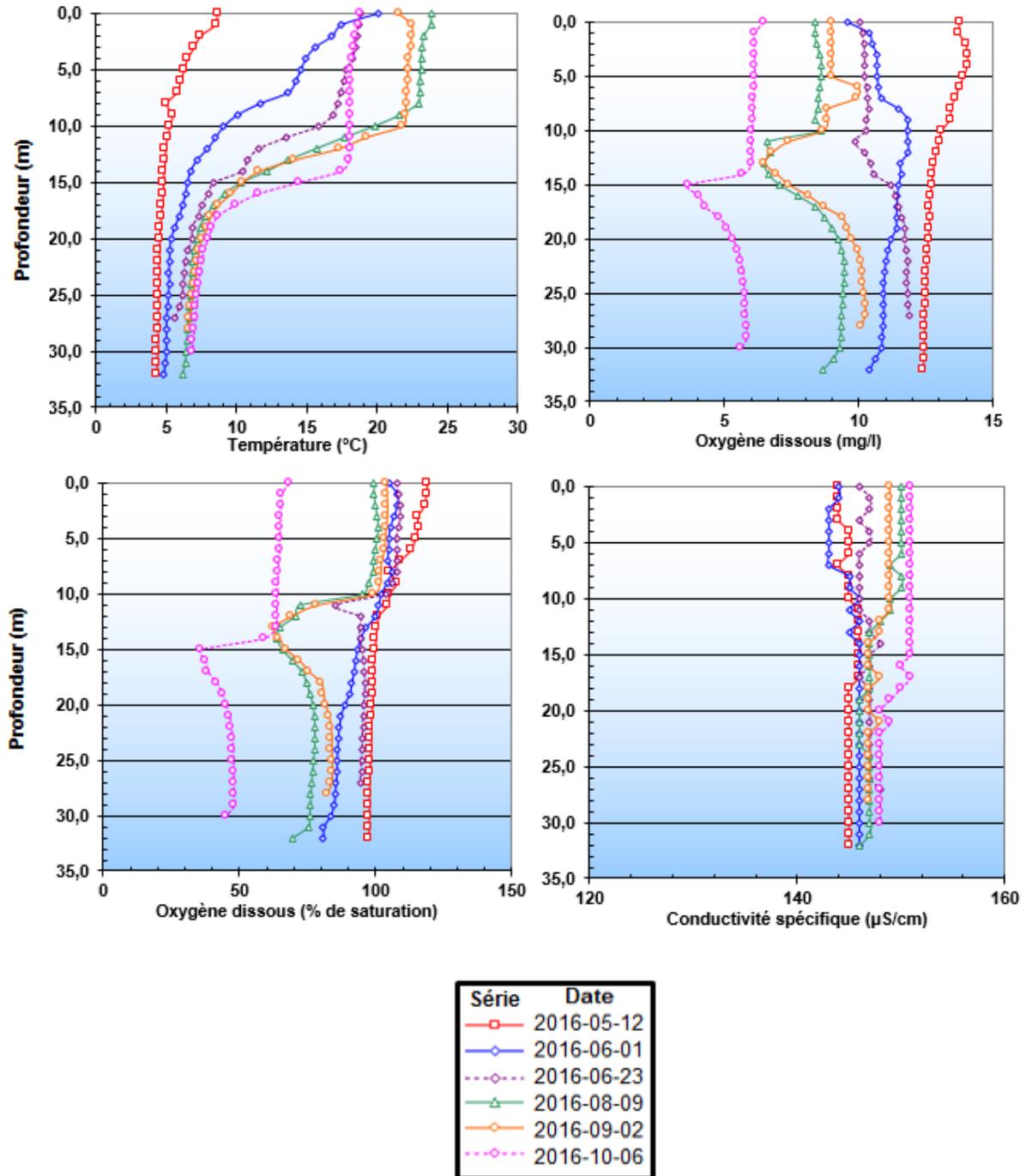


Figure 13 : Profils physico-chimiques pour la station M95 au courant de l'été 2016

### Station M96 – Baie Fitch au large

La profondeur maximale observée à cette station est de 9,5m. La température maximale observée est de 23,76°C le 9 août.

Des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCC ont été enregistrées à partir de 8m de profondeur le 9 août uniquement. Au mois de septembre, le profil physico-chimique ne montrait déjà plus de signe de stratification de la colonne d'eau. Cela n'avait pas été observé aussi clairement dans les dernières années. Bien que cette situation rappelle celle observée à la station M94 – Frontière des États-Unis, il est moins probable que les vents soient la cause de l'instabilité de la stratification à la station M96, étant donné que celle-ci est davantage à l'abri. Toutefois, les moyennes de températures relativement élevée de l'été 2016 pourraient être en lien avec ce phénomène.

Outre cette déstratification hâtive, les profils d'oxygène dissous sont comparables avec ceux des trois années précédentes (Orjikh, 2014 et Roy, 2013).

La médiane de la conductivité est de 149  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

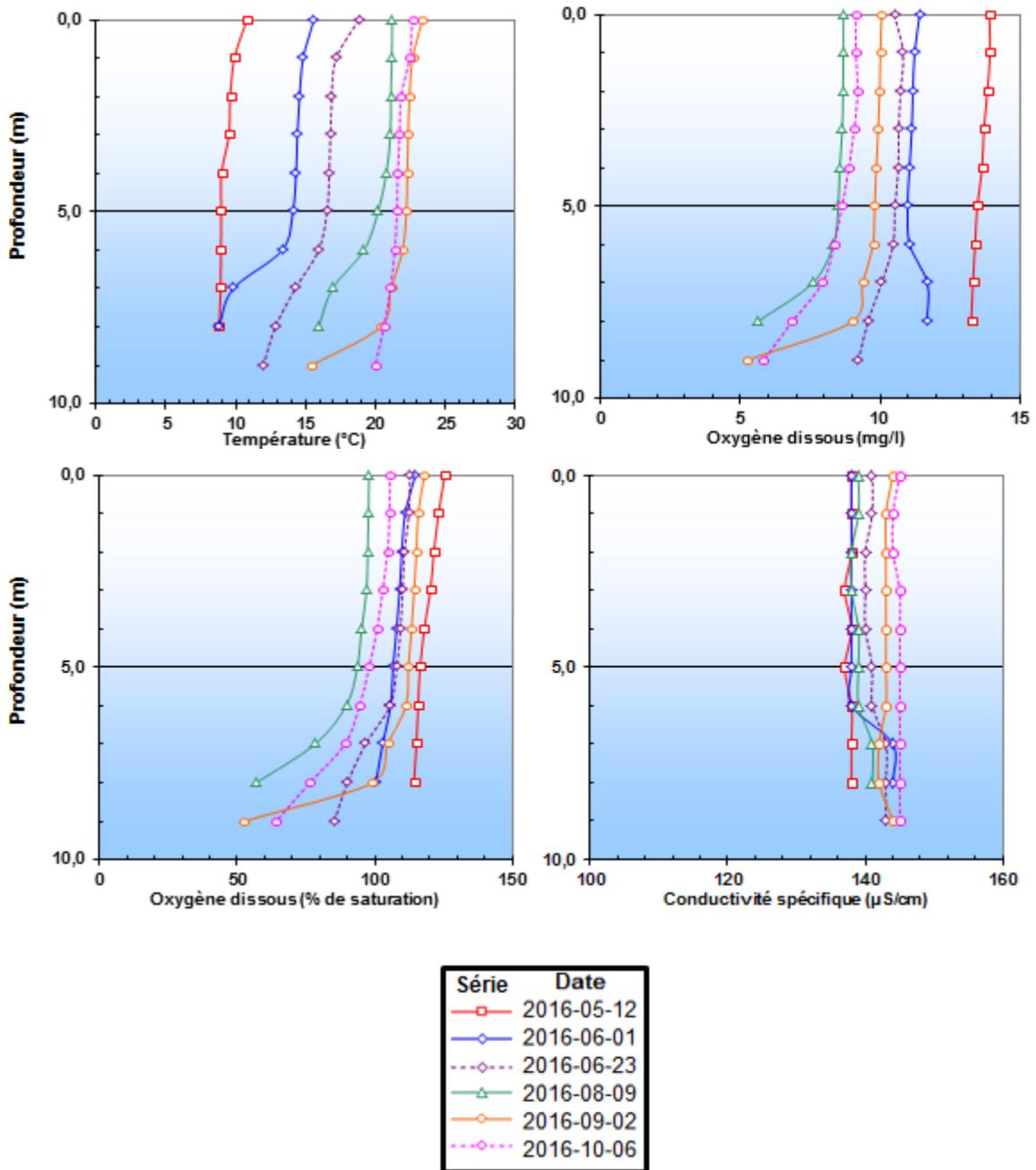


Figure 14 : Profils physico-chimiques pour la station M96 au courant de l'été 2016

### Station M246 – Pointe Spinney

La profondeur maximale à cette station est d'environ 22m. La température maximale enregistrée est de 24,90°C le 9 août.

Des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCC ont été mesurées à partir de 16m le 9 août, à partir de 14m le 2 septembre et à partir de 13m le 6 octobre. Considérant cela, les profils d'oxygène dissous de 2016 sont comparables à ceux des trois années précédentes et caractéristiques des lacs mésotrophes (Orjikh, 2014 et Roy, 2013). Toutefois, une situation se rapprochant de l'anoxie a été notée pour la première fois le 6 octobre 2016, avec un minimum enregistré au fond de 0,62 mg/L et 4,9% de saturation en oxygène dissous.

La médiane de la conductivité est de 148  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

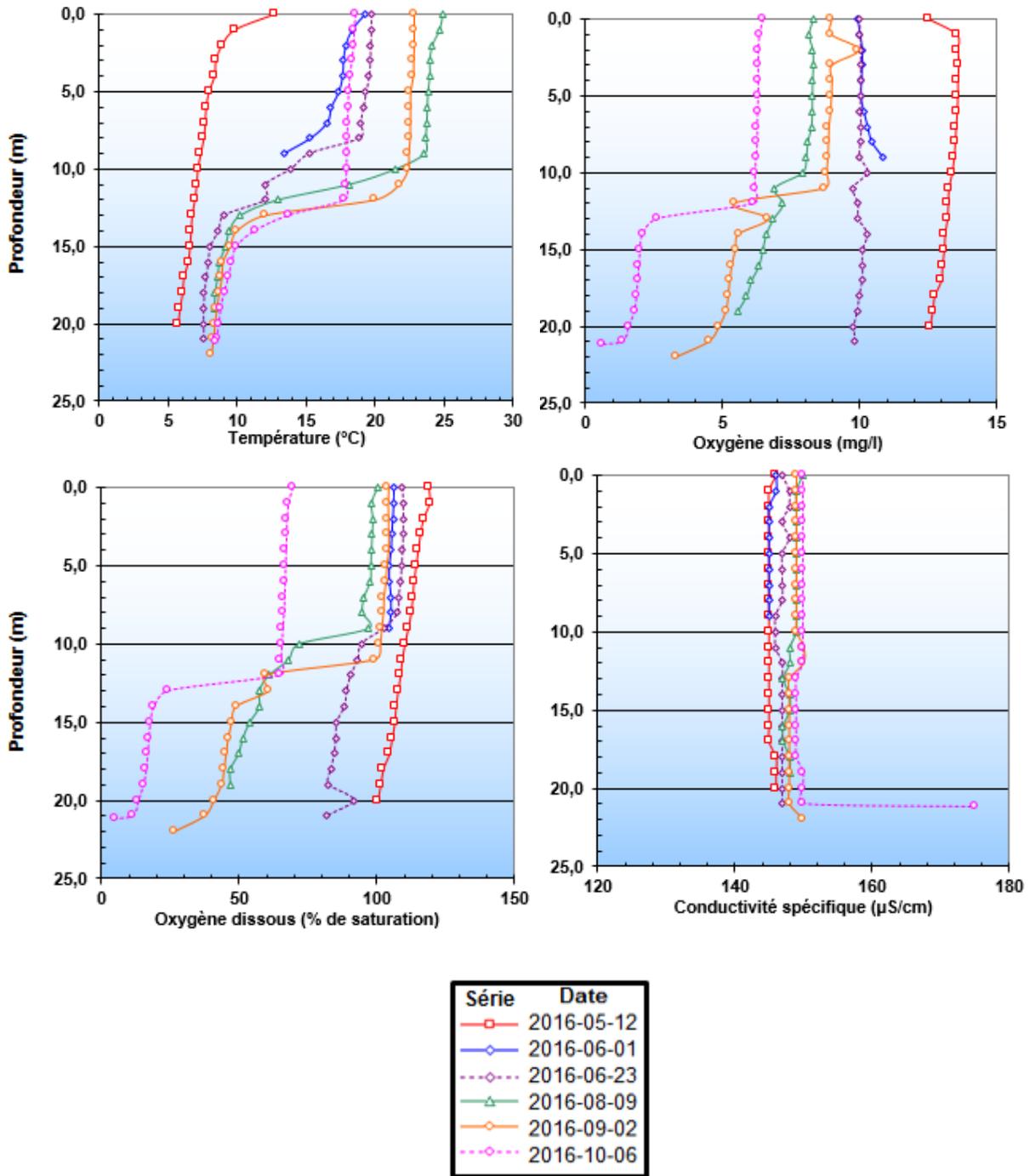


Figure 15 : Profils physico-chimiques pour la station M246 au courant de l'été 2016

### **Station M249 – Bassin sud, É.-U.**

La profondeur maximale observée à cette station est d'environ 9,5m. La température maximale enregistrée en surface est de 22,97°C le 9 août.

À aucune occasion des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCC ont été mesurées, alors que ça avait été le cas à quelques reprises dans les trois années précédentes (Orjikh, 2014 et Roy, 2013). D'ailleurs, en 2016, le profil physico-chimique de la station M249 a montré très peu de signes évidents de stratification, excepté à la sortie du 23 juin. Pour cette station aussi, l'exposition aux vents ainsi que les températures relativement élevées et constantes ont pu favoriser le brassage de la colonne d'eau.

La médiane de la conductivité est de 152  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Il est possible d'observer une augmentation de la conductivité au fil de la saison. En effet, le minimum atteint le 12 mai était de 140  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , alors qu'il était de 153  $\mu\text{S}/\text{cm}$  le 6 octobre.

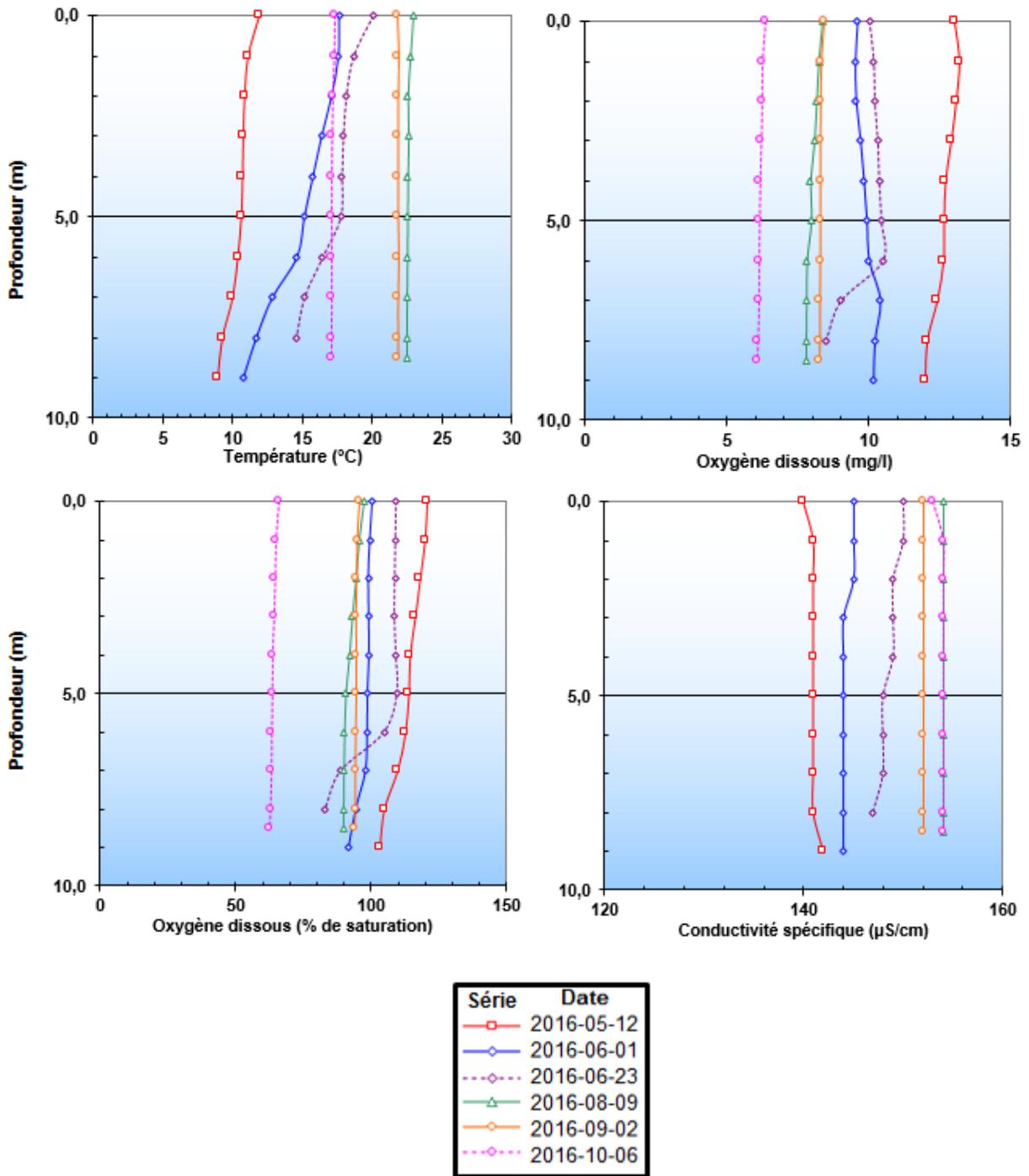


Figure 16 : Profils physico-chimiques pour la station M249 au courant de l'été 2016

## Discussion à propos des paramètres physico-chimiques

Huit des 10 stations se sont retrouvées au moins à une occasion avec des teneurs en oxygène dissous inférieures aux normes du MDDELCC près du fond. Le phénomène a aussi été observé dans le métalimnion, à la station M91-Centre du lac uniquement. Quant à la station M249-Bassin sud, É.-U, c'est la première fois depuis 2013 qu'elle ne connaît pas de déficit en oxygène dissous.

La station M95-Baie Sargent est l'endroit où une telle baisse d'oxygène a été notée sur une plus grande proportion de la colonne d'eau (environ 50%), le 6 octobre, alors qu'elle n'avait pas connu de déficit auparavant en 2016, ni dans les années précédentes.

Les stations les plus problématiques concernant le niveau d'oxygène dissous et les situations d'anoxie semblent être M92-Baie Fitch sud-ouest et M246-Pointe Spinney. La première a été en déficit important d'oxygène dissous près du fond une bonne partie de la saison, en 2016 autant que par les années précédentes. C'est la station où les teneurs en oxygène dissous les plus basses de 2016 ont été enregistrées avec 0,13mg/L et 0,9% de saturation en oxygène dissous à 16m, le 6 octobre. En 2015, les valeurs les plus basses, soit 0,62mg/l et 6,2% de saturation en oxygène dissous, avaient été enregistrées à M93-Baie Fitch nord-est. Pour ce qui est de la Pointe Spinney, les baisses en oxygène dissous vers le fond se sont faites de plus en plus marquées au fil de la saison 2016, tout comme au cours des saisons 2013 à 2015. En 2015, cela avait atteint 50% de la colonne d'eau. Une première situation se rapprochant de l'anoxie y a été observée cette année.

Les trois stations ayant une profondeur de 9,5m ont seulement connu une brève période de stratification thermique en 2016. La stratification des stations plus profondes semble s'être produite un peu plus près du fond, par rapport à ce qui était observé dans les années précédentes. Cela laisse supposer que le lac Memphrémagog a subi plus fortement l'influence des vents et des températures constantes et élevées de l'été 2016 que lors des saisons précédentes.

Les résultats pour la conductivité à chacune des stations se trouvent dans la plage de variation habituelle. Comme le montre la figure 17, les médianes sont supérieures, pour la grande majorité, à celles obtenues en 2014 et en 2015. Les plus grandes différences sont notées aux stations M94-Frontière É-U et M96-Baie Fitch au large. Cette variation ne peut être attribuable à la température, puisque la sonde mesure la conductivité spécifique (établie pour une température de 25 °C). Cela pourrait être en lien avec des changements dans l'acidité de l'eau, qui influence la conductivité, et/ou une augmentation des apports en solides dissous entre 2014 et 2016. L'ajout d'une sortie d'échantillonnage en octobre a aussi pu augmenter les médianes de conductivité.

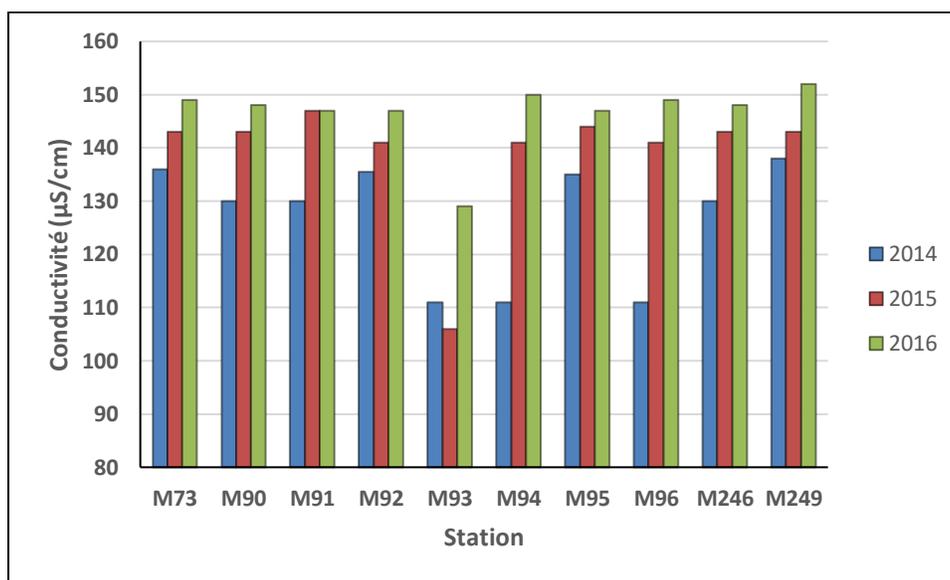


Figure 17 : Données de conductivité aux 10 stations en 2014, 2015 et 2016

## Conclusion

La campagne d'échantillonnage de l'été 2016 montre que la qualité de l'eau du lac Memphrémagog aux 10 stations, en regard des paramètres mesurés, présente quelques différences par rapport aux années précédentes. Ces différences sont entre autres attribuables au fait qu'en 2016, une sortie d'échantillonnage a été réalisée à l'automne. La transparence médiane s'est légèrement améliorée dans la majorité des secteurs. La conductivité médiane a augmenté partout depuis 2014, sans toutefois dépasser les plages de variation normale, ce qui en fait un paramètre à surveiller. La station M93-Baie Fitch nord-est affiche les résultats les moins positifs en termes de transparence de l'eau, tandis que la station M92-Baie Fitch au large est la plus préoccupante concernant le déficit en oxygène dissous près du fond.

Afin d'optimiser le suivi de tous les paramètres dans les prochaines années, quatre suggestions sont émises :

1. Poursuivre les sorties au mois de septembre et octobre, avant le brassage automnal. Cela permettrait de mieux comparer les données, celles-ci étant prises à la même période chaque année.
2. Utiliser un profondimètre précis pour connaître la profondeur exacte à chacune des stations. En observant les graphiques contenus dans le présent rapport, il est possible

de constater que les données prises dans le dernier mètre de profondeur sont souvent révélatrices.

3. Continuer à mesurer la conductivité de l'eau, au moins de façon périodique, afin de suivre l'évolution de ce paramètre et surveiller l'augmentation des valeurs médianes annuelles.
  
4. Traiter les mesures de transparence prises dans le cadre de l'échantillonnage pour le MDDELCC en plus de celles effectuées lors des sorties de mesure d'oxygène dissous, pour augmenter le nombre et la représentativité des données.

## Références

MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques) (2014a). *Critères de qualité de l'eau de surface*. [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/details.asp?code=S0365](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/details.asp?code=S0365) (Page consultée le 28 août 2014).

MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques) (2014b). *Le Réseau de surveillance volontaire des lacs : les méthodes*. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/rsvl/methodes.htm> (Page consultée le 31 août 2014).

MDDELCC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les Changements climatiques) (2014c). *Signification environnementale et méthode d'analyse des principaux paramètres de la qualité de l'eau*. [http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco\\_aqua/rivieres/annexes.htm](http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/rivieres/annexes.htm) (Page consultée le 31 août 2014).

Orjikh, A. (2014). Profil physico-chimique de l'eau du lac Memphrémagog, saison estivale 2014. Memphrémagog Conservation Inc. (MCI), 32p.

Roy, A. (2014). *Programme d'échantillonnage des tributaires de la MRC de Memphrémagog*, MRC de Memphrémagog, 147 p.

Roy, C. (2013). Teneur en oxygène dissous du lac Memphrémagog, saison estivale 2013. Memphrémagog Conservation Inc. (MCI), 50 p.

Simoneau, M. (2004). *Qualité des eaux du lac Memphrémagog, 1996-2002*, Québec, ministère de l'Environnement, Direction du suivi de l'état de l'environnement, envirodoq no ENV/2004/0265, rapport no QE/149, 17 p.