

Claude Paulin

Association du lac Tomcod
471 Chabot
Saint-François-Xavier de
Brompton, Qc. J0B2V0

Téléphone : 819 845-1246
url : www.associationdulactomcod.org

RAPPORT D'ÉTAPE SAISON 2017

Projet pilote de traitement des cyanobactéries par ultrason



Table des matières

Rappel du projet.....	2
1- Les appareils.....	3
2- Installation et contraintes.....	4
3- Observations visuelles.....	5
4- Analyses et lectures.....	6
5- Graphiques et commentaires.....	8
Conclusion.....	16

Rappel du projet

Le petit lac Saint-François souffre depuis plusieurs années d'une surcharge de phosphore et d'azote causant de façon récurrente des périodes de fleurs d'eau de cyanobactéries. En 2014, l'Association du lac Tomcod, après avoir effectué des recherches sur les expériences visant à réduire la prolifération des cyanobactéries, déposait un projet en ce sens auprès de la municipalité. Une résolution municipale permettait à l'Association d'entreprendre des démarches auprès du MDDELCC pour l'obtention d'un certificat d'autorisation. Le certificat et son protocole de suivi furent accordés en juin 2017.

La technologie retenue consiste en un traitement au moyen d'ondes ultrasoniques calibrées de façon à altérer les vésicules des cyanobactéries de manière à empêcher leur déplacement dans la colonne d'eau et ainsi provoquer leur décès. Les essais en laboratoire sont concluants, mais la plupart d'entre eux suggèrent des tests in situ, à moyen ou long terme, afin de vérifier l'efficacité du traitement.

La technologie ultrasonique pour le contrôle des cyanobactéries existe depuis plusieurs années, les appareils se sont améliorés et peuvent être autonomes, grâce à la miniaturisation des composantes électroniques et leur faible consommation en électricité.

1-Les appareils

Dès que le certificat fut octroyé, les démarches ont été



entreprises avec la compagnie Biobac (biobac.ca) afin de commander les trois appareils de type **quatro-db** de la compagnie *AlgaeControl.US LLC*. Ces appareils autonomes seront ancrés au fond du lac comme indiqué au protocole. Les appareils sont calibrés pour émettre des ultrasons à 185 décibels (dB) sur 360 degrés à une fréquence de 2 024 pulsations (période d'émission de 0,4 seconde et pause de 0,6 seconde) par cycle de 34 minutes initié aléatoirement. Le

fournisseur mentionne que cette conception rend très peu probable l'émission synchronisée des pulsations entre les appareils, ce qui réduirait en pratique considérablement le risque d'amplification du son dans les aires de superposition des zones traitées par chacun des appareils et la perte associée de l'efficacité du traitement. L'appareil émet des ultrasons sur deux bandes de fréquences, soit une première allant de 24 à 58 kHz et une deuxième allant de 195 à 205 kHz.

Puisque ces appareils proviennent des États-Unis, nous estimons les coûts relatifs aux taux de change, à la livraison et aux douanes particulièrement élevés. De ce fait, la compagnie Biobac a négocié l'achat des composantes principales, soit le contrôleur et le diffuseur d'ultrason. L'ensemble du montage fut effectué au Québec avec des produits disponibles localement. Puisque l'entreprise est située à Sherbrooke, nos bénévoles se sont chargés de la livraison jusqu'à Saint-François-Xavier. Sur place, le technicien de Biobac a procédé à l'installation finale et les appareils ont été mis en place.

2-Installation et contraintes

Des bénévoles de l'Association se sont chargés de la mise à l'eau aux endroits prévus dans le protocole. Les appareils ont été ancrés au moyen de blocs de bétons et de câbles en acier galvanisé assurant ainsi leur stabilité. L'installation s'est faite le 5 juillet, mais les appareils ont été mis en fonction le 11 juillet, soit après le premier prélèvement d'eau du 10 juillet. Comme des lampes témoins nous permettent de voir en tout temps le fonctionnement des appareils, nous avons pu constater que l'un d'eux a cessé de fonctionner le 20 juillet. Nous sommes allés le remorquer sur la berge, puis avons avisé le technicien. Il y avait un défaut dans un câble d'alimentation des panneaux solaires ; la réparation effectuée sur place et, le 22 juillet, l'appareil était de nouveau en place et fonctionnel. La semaine suivante, j'ai proposé un remplacement des appareils puisque sans mesures précises, il était difficile d'évaluer les distances. À l'aide du GPS d'un téléphone intelligent, nous avons alors mesuré les distances en fonction du rayon d'action des ultrasons, pour pouvoir assurer une couverture maximale de la surface du lac.

Dès la mise en place des appareils, nous avons eu un problème majeur causé par les fientes des oiseaux. Avant la mise à l'eau, des fils de pêche avaient été installés au-dessus des panneaux solaires. Nous avons réalisé que ce dispositif était inefficace et un nettoyage quotidien de la surface des panneaux solaires était nécessaire. Quelques essais et erreurs nous ont permis de trouver la solution qui consistait à placer un filet de nylon avec une tige de 12 pouces au centre pour former une sorte de dôme, rendant la surface instable pour les oiseaux. Cette solution a

réglé le problème de manière efficace et permanente.



3- Observations visuelles

Le protocole nous impose un suivi visuel de l'état du lac, et des fiches ont été remplies lorsqu'il y avait des conditions particulières. Dans ce cas-ci, la présence de cyanobactéries fut comptabilisée.

Suivi visuel d'une fleur d'eau d'algues bleu-vert - Fiche de collecte de données

Nom du plan d'eau _____ Numéro de sortie _____ Date et heure _____
 Municipalité _____ Nom des observateurs _____
 Nom de l'organisme _____

Zone touchée	Catégorie	Couleur				Description
		verte	turquoise	rouge	autre	
	Catégorie 1	<input type="checkbox"/>				
Emplacement	Catégorie 2a	<input type="checkbox"/>				Dense <input type="checkbox"/> Très dense <input type="checkbox"/>
	Catégorie 2b (écume)	<input type="checkbox"/>				Dépôts sur la rive <input type="checkbox"/> Entassée près de la rive <input type="checkbox"/> Plus au large <input type="checkbox"/>
	Transparence (m)	Commentaires				
	Photos					

2017/06/04 : cat : 1 dépôt vert le long des rives et sillons vert au large. Transparence 0,57 m

2017/07/10 : pas d'algues visibles à l'œil nu

2017/07/24 : cat : 1 vert localisé du côté est du lac dans une baie.

2017/08/01 : cat : 2a dense et vert concentration plus élevée à l'ouest du lac. Transparence 0,53 m

2017/08/07 : cat : 2a et 2 b bloom sur toute la surface du lac. Pluie et vent très fort la veille. Transparence 0,33 m

2017/08/21 : cat : 1 vert sous forme de particules en suspension partout sur le lac sans accumulation sur les rives.

2017/09/19 aucune algue visible. Transparence 1,4 m

2017/10/17 aucune algue visible. Transparence 1,6 m

Nous avons aussi porté notre attention sur les plantes aquatiques, car depuis trois ou quatre ans, l'apparition du myriophylle à épis a été observée à quelques endroits peu profonds. Cependant, sa présence se fait sentir surtout en juin et juillet, alors qu'en août et septembre elle semble régresser.

4- Analyses et lectures

Les analyses imposées par le protocole doivent comprendre 12 prélèvements exécutés de mai à octobre inclusivement. Pour la première saison, nous avons ajusté le nombre de prélèvements en fonction du début du projet, soit le 10 juillet. La compagnie Lab Environex nous a proposé une offre de service pour les trois ans du projet. Les prélèvements se font le lundi et sont envoyés le jour même. Les résultats nous sont transmis par courriel et par accès client sur le site de l'entreprise.

Afin de nous assurer d'effectuer les prélèvements toujours aux mêmes endroits, nous avons identifié 4 points de prélèvement indiqués au tableau ci-dessous :

Petit lac Saint-François (Tomcod) RSVL: 510	
Prélèvement composite provenant des 4 postes identifiés, à toutes les 2 semaines de Mai à Octobre inclusivement.	
Détails des postes de prélèvement	
	Bouée no:3
Bouée no:1	lat:45N32,15 lon:72E2,33
lat: 45N32,1 lon:72O1,56	face à la plateforme du parc
Face à la maison jaune et bleu	profondeur: 1,5m
profondeur: 1,8 m	vase: +2,4m
vase: 0,30cm	Prise des prélèvements: 1m
prise des prélèvements: 1m	
	Bouée no:4
Bouée no:2	lat:45N31,55 lon:72E2,6
lat:45N32,23 lon:72O2,57	Face au rivage de roches visibles
Face 193 Ch Dion sfxb	
	Profondeur: 2,3m
profondeur: 2,3 m	vase: +2,4m
vase: 0cm	Prise des prélèvements: 1m
prise des prélèvements: 1m	



Par ailleurs, des bouées ont été placées à ces endroits de manière à faciliter la prise d'échantillon. La prise d'échantillon se fait le matin et la cueillette par le courrier en après-midi. Nous rappelons que ce sont des échantillons composites, c'est-à-dire un mélange de quatre prélèvements aux endroits indiqués. Les résultats d'analyses et de lectures in situ sont comptabilisés sous forme de tableau :

PROGRAMME DE SUIVI : CONTRÔLE DES CYANOBACTÉRIES 2017													
VARIABLES	Mai	mai	Juin	juin	Juillet	juillet	Août	août	Sept.	sept.	Oct.	Oct.	Oct.
Date	15	30	15	30	10	24	7*	21	5	19	2	17	22
Cyanobactéries cel/ml	x	x	x	x	81	x	351	x	680	x	1	x	1
cyanotoxines	x	x	x	x	oui	x	oui	x	oui	x	non	x	non
phosphore total mg/l	0	0	0	0	0,118	0,113	0,135	0,252	0,358	0,258	0,226	0,072	0,079
Chlorophylle a ug/l	0	0	0	0	20,6	22,5	239	188	86,6	18,6	1,66	36	23
COD	0	0	0	0	0	0	11,2	x	11	x	10,3	x	8,3
Jour 08h00 et 16h00													
TDS(ppm)jour	0	0	0	0	98	111	109	118	116	116	123	119	183
PH jour	0	0	0	0	8,1	8,9	9,3	9,6	9	8,2	8,2	8,5	8,2
température@jour	0	0	0	0	22,3	24,1	20,5	21,6	17,3	21,8	16	12,6	12,8
OD (mg/l)jour	0	0	0	0	15,83	14,6	12,9	14,4	13,5	7,5	6,8	13,03	11,8
COND(us/cm)jour	0	0	0	0	197	221	216	231	237	238	249	266	327
Nuit 18h00 et 21h00													
TDS (ppm)soir	0	0	0	0	99	105	109	105	98	111	124	118	126
PH soir	0	0	0	0	8,6	9	9,8	10,1	9	8,4	7,8	8,2	7,8
température @ soir	0	0	0	0	23	22,8	22,3	23,1	17,8	22,4	17,1	12,8	13,7
OD (mg/l) soir	0	0	0	0	15	13,4	16	16,4	12,3	7,44	8,1	14,3	10,9
COND(us/cm) soir	0	0	0	0	199	223	215	212	193	226	248	232	252
Secchi Transec 1	0,62	0,00	0,60	0,00	0,60	0,65	0,33	0,43	0,45	1,40	1,92	1,62	2,0f
Secchi Transec 2	0,60	0,00	0,60	0,00	0,68	0,65	0,37	0,45	0,44	1,35	1,89	1,55	2,04f
Secchi Transec 3	0,60	0,00	0,60	0,00	0,64	0,62	0,31	0,38	0,42	1,35	1,90	1,63	2,00
Secchi Transec 4	0,60	0,00	0,60	0,00	0,70	0,55	0,35	0,44	0,41	1,16	1,77f	1,77f	1,93f

Détails particuliers : date 7* indique un bloom d'algues
 Cyanobactéries : 81*, 351*, 680* type Anabena produisant des cyanotoxines
 Secchi transec1 : 2,04 f, le disque touche le fond du lac

Quant aux lectures, elles ont été réalisées au même endroit que les prélèvements du RSVL. Aux dates prévues pour les prélèvements, les lectures des paramètres se sont faites en même temps. Une deuxième sortie dans la même journée était nécessaire pour les lectures de soir. Nous respectons les heures indiquées au



tableau. L'Association a fait l'achat d'appareils de mesures auprès d'un fournisseur spécialisé. Ces outils facilitent le travail des bénévoles, car ils sont précalibrés et portatifs. Les mesures recueillies sont compilées sur le tableau comme indiqué ci-haut, nous verrons plus loin dans ce rapport, les

résultats sous forme de graphiques, afin d'illustrer la variation des données dans le temps.

Graphiques et commentaires

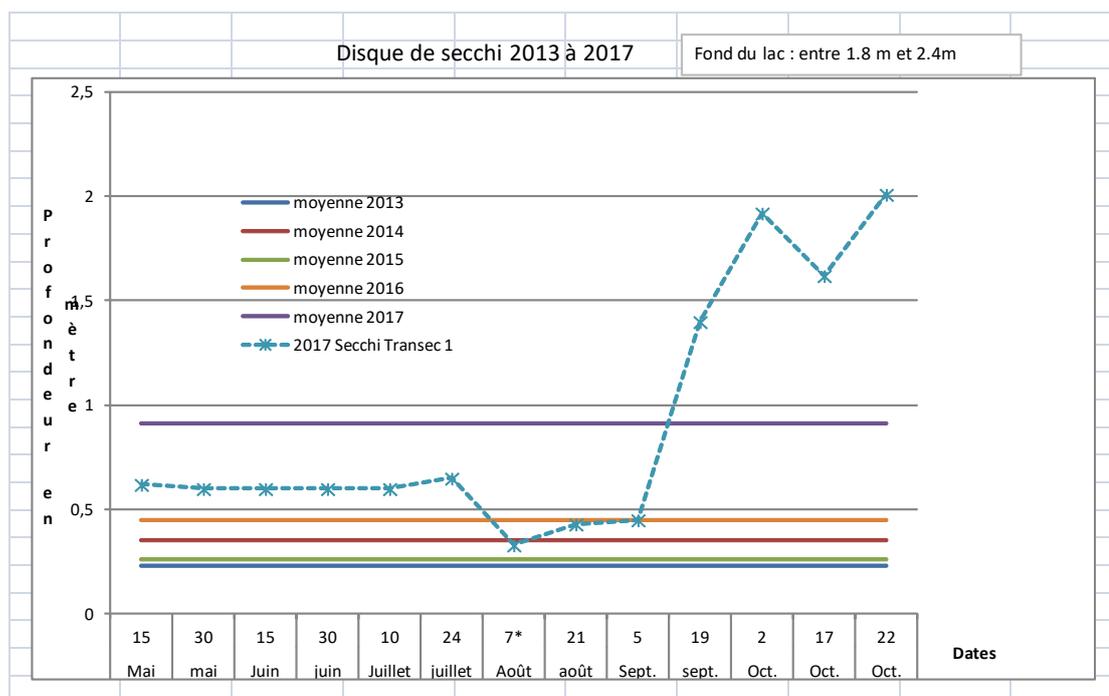
Les données présentées sous forme graphique servent surtout à montrer la variation des conditions réelles de l'eau durant la durée de l'expérience. De plus afin de vérifier l'effet des oiseaux sur le lac nous avons procédé à trois prélèvements destinés à évaluer les coliformes fécaux. Les résultats indiquent une influence négligeable de la présence de la faune sur le lac.

• Coliformes fécaux

- Juillet 2017 coliformes 24 ufc/100ml
- Aout 2017 coliformes 53 ufc/100ml
- Septembre 2017 coliformes 23 ufc/100ml
- **La limite maximale imposée pour la baignade est 200 ufc/ml**

• Disque de Secchi

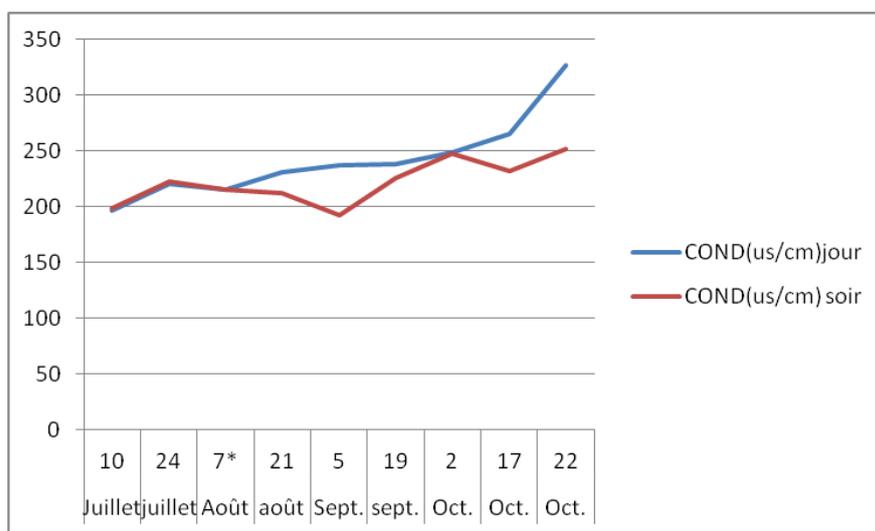
Le disque de Secchi est probablement l'outil le plus utile et le moins coûteux pour évaluer la transparence de l'eau. La clarté de l'eau est associée à sa qualité, car elle présente moins de particules en suspension et moins de turbidité. Le tableau nous montre 4 lectures du disque suivant une ligne imaginaire sur la partie la plus longue du lac. Le graphique ici-bas nous montre le tracé du transec 1, ainsi que la moyenne des lectures fournies au RSVL depuis 2013 jusqu'à aujourd'hui.



- **Conductivité**

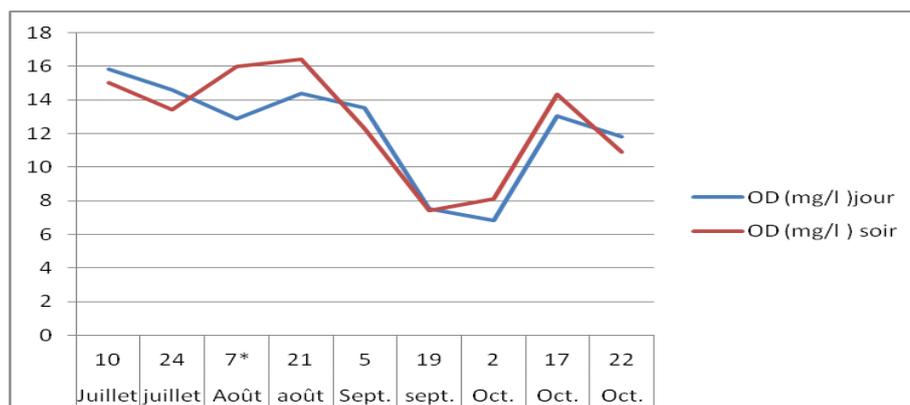
La conductivité est la mesure de la capacité d'une eau à conduire un courant électrique.

La conductivité varie en fonction de la température. Elle est liée à la concentration et à la nature des substances dissoutes. En général, les sels minéraux sont de bons conducteurs par opposition à la matière organique qui conduit peu.



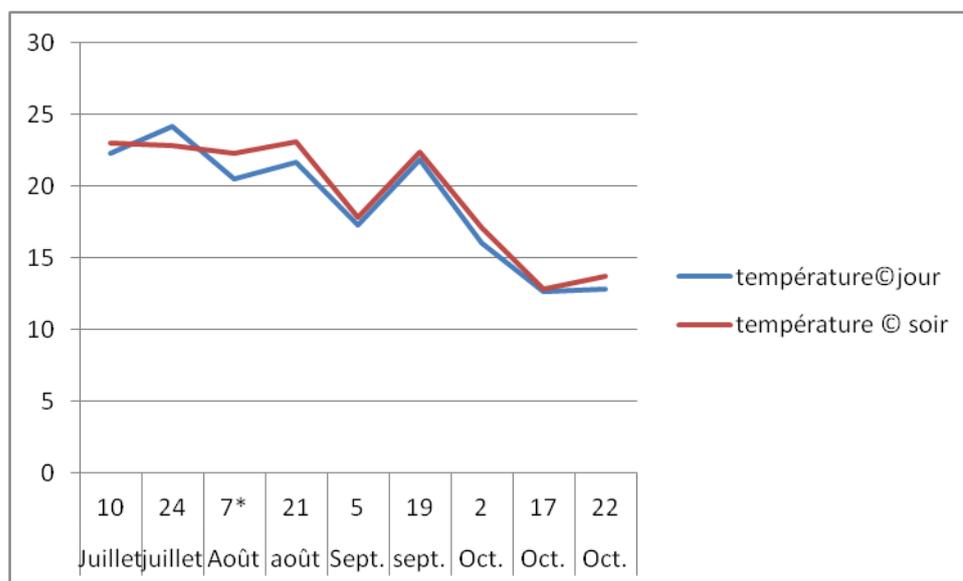
- **Oxygène dissous**

L'oxygène dissous est mesuré en milligrammes d'oxygène (O₂) par litre d'eau ou en pourcentage de saturation. Le pourcentage de saturation exprime la quantité d'oxygène présente dans l'eau par rapport à la quantité totale d'oxygène que l'eau peut contenir à une température donnée. Le pourcentage de saturation est une mesure permettant de comparer plus facilement les données entre différents sites ou à différentes dates. Le minimum pour l'eau froide est 9,6 et pour l'eau chaude 6,5.



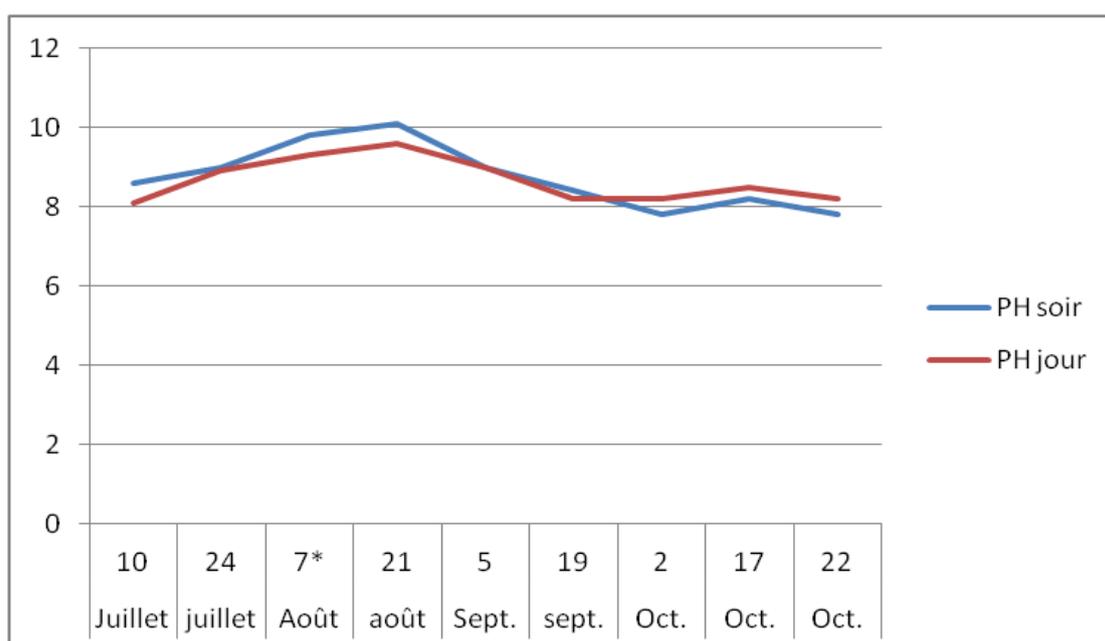
- **Température de l'eau**

La température de l'eau a une influence sur l'oxygène dissous, durant la saison estivale on constate un lien évident entre les deux. Le lac étant peu profond, la température est à peu près égale dans la colonne d'eau ; elle se réchauffe et se refroidit rapidement.



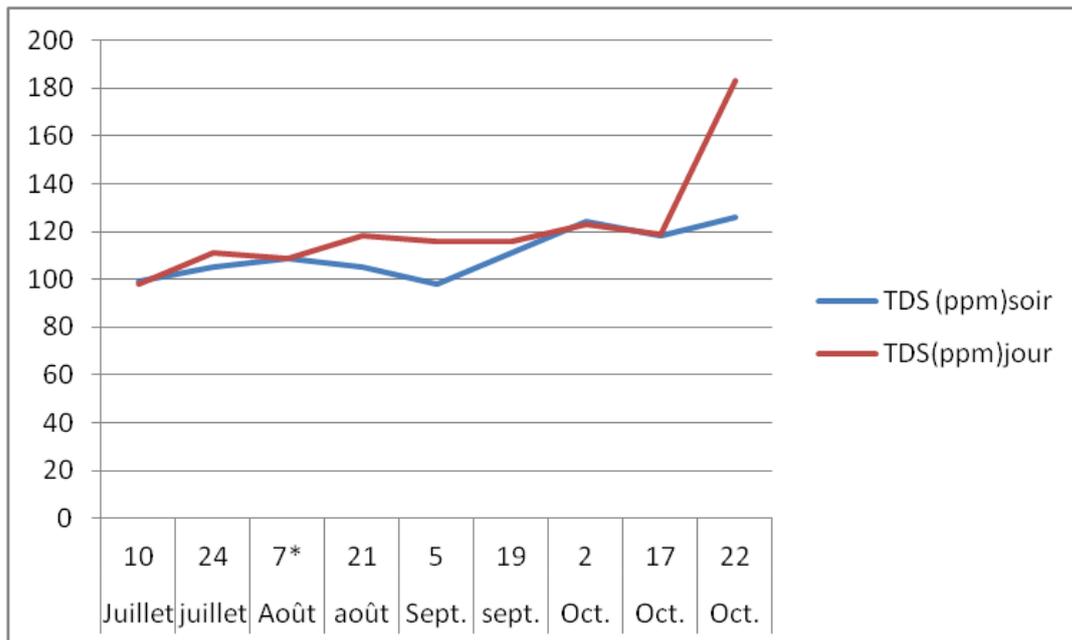
- **Mesure du pH**

Cette mesure sert à évaluer le niveau d'acidité de l'eau, une eau neutre aura un pH de 7,0. Au-dessus de cette mesure, l'eau devient basique et en dessous de cette mesure, elle devient acide.



- **TDS ou solides dissous totaux**

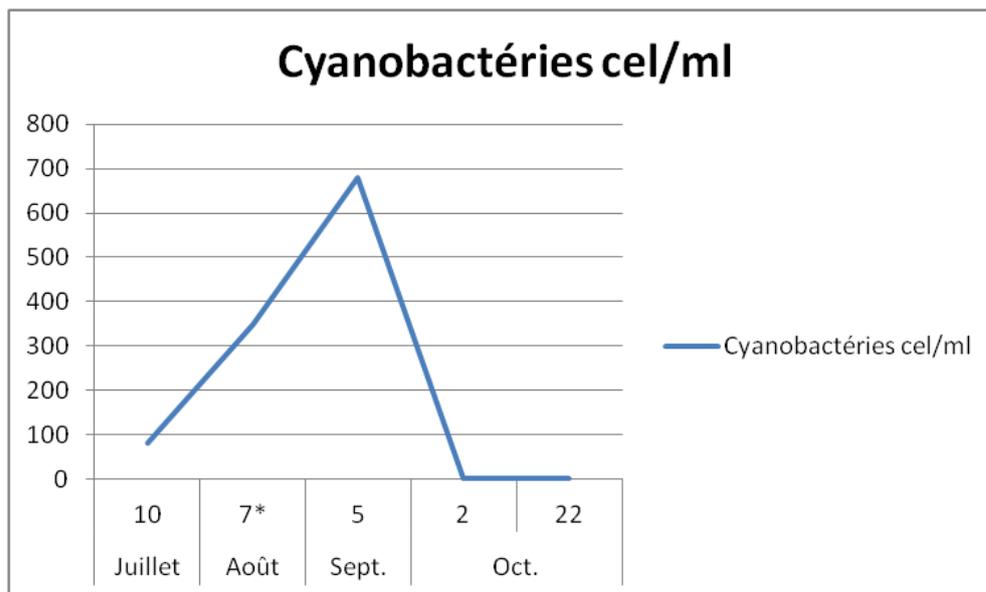
Les matières dissoutes totales (MDT) sont les sels inorganiques et les petites quantités de matières organiques qui sont dissoutes dans l'eau. Leurs principaux constituants sont habituellement les cations calcium, magnésium, sodium et potassium et les anions carbonate, bicarbonate, chlorure, sulfate et, en particulier dans les eaux souterraines, le nitrate. La norme canadienne établie est de 500 ppm ou moins.



- **Cyanobactéries**

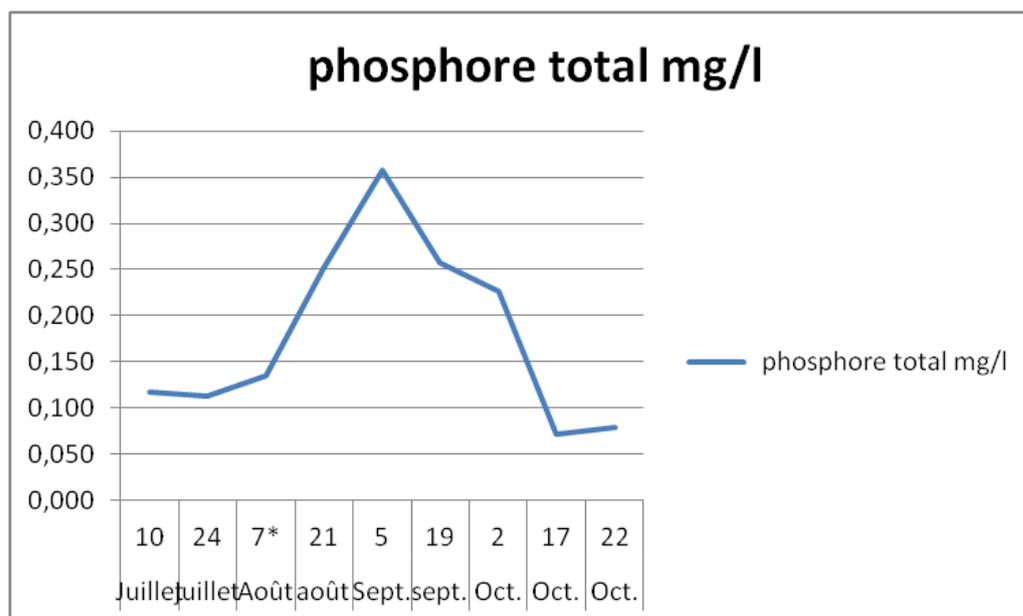
En ce qui concerne les cyanobactéries, les prélèvements ont démontré la présence principalement d'anabéas qui sont des cyanobactéries produisant des cyanotoxines. Cependant, le laboratoire ne semble pas en mesure de chiffrer le nombre de cyanotoxines présentes dans les échantillons.

Ce tableau nous montre le bloom d'algues survenu le 7 août et la diminution constante du nombre de cellules qui s'en sont suivis (à moins de 1 cellule/ml) lors des prélèvements du 2 oct. et du 22 oct. Comme nous mettrons les appareils en place dès le mois de mai 2018, nous devrions pouvoir mieux évaluer l'évolution des cyanobactéries sur une saison entière.



- **Phosphore**

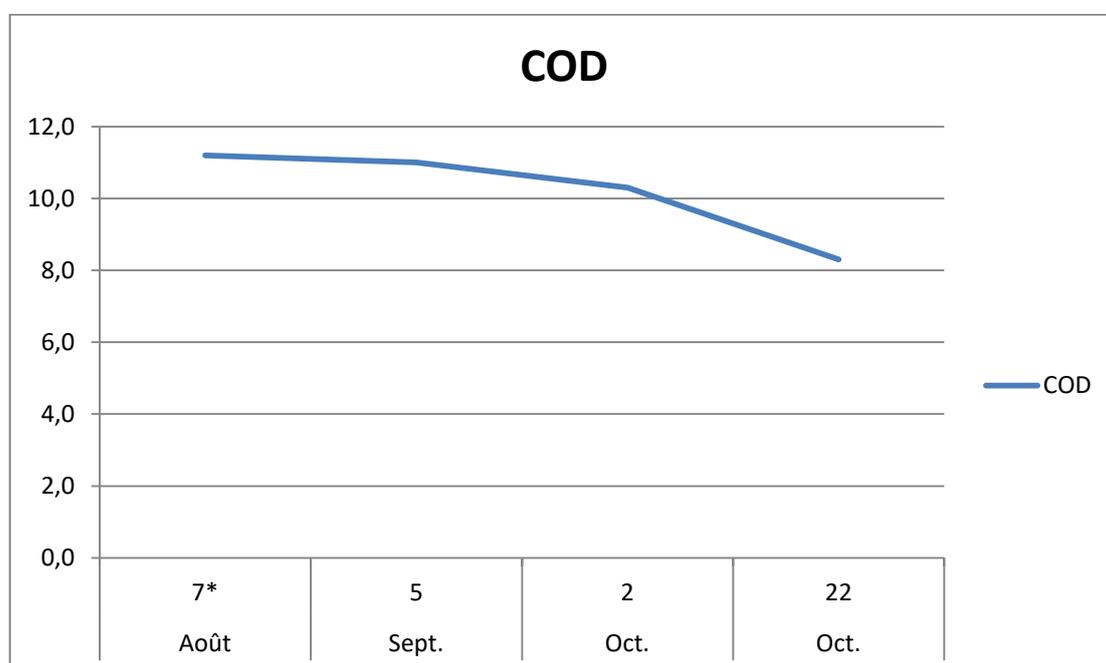
Nous connaissons tous la relation qu'il y a entre le phosphore et les cyanobactéries et le tableau suivant est par ailleurs assez révélateur de cette interaction. Le but ultime du contrôle des cyanobactéries est la diminution du phosphore dans les lacs.



La bonne nouvelle, c'est qu'il semble y avoir eu une diminution constante du phosphore au cours de 5 dernières années. Les décisions prises par la municipalité concernant l'aménagement du réseau d'égout autour du lac ainsi que la mise en place de bassins de sédimentation commencent à donner des résultats. De son côté, l'Association a participé à la promotion du maintien de la bande riveraine à 10 mètres, comme le stipule le règlement municipal.

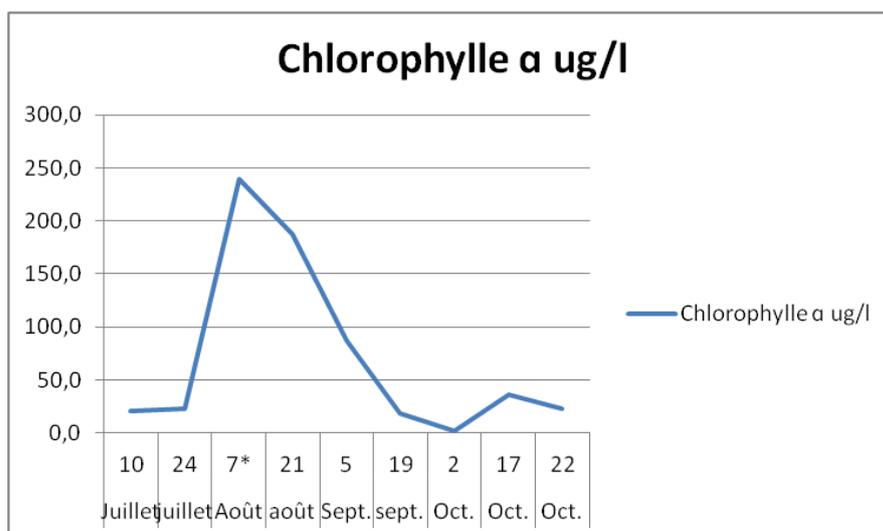
- **Carbone organique dissous (COD)**

Le carbone organique trouvé dans les eaux naturelles est composé en majeure partie de substances humiques, de matériaux végétaux et animaux partiellement dégradés, ainsi que de substances organiques provenant de divers effluents municipaux et industriels, en particulier les usines de pâtes et papiers. Pour un effluent donné, une corrélation peut être établie entre le carbone organique dissous et la demande chimique ou biochimique en oxygène. Les prélèvements de cette saison sont en concordance avec ceux transmis au RSVL depuis 2009, établissant la moyenne saisonnière à 10,7 mg/l.



- **Chlorophylle A**

C'est un indicateur de la biomasse (quantité) d'algues microscopiques présentes dans le lac. La concentration de chlorophylle augmente avec la concentration des matières nutritives. Il y a un lien entre cette augmentation et le niveau trophique du lac. Les lacs eutrophes produisent une importante quantité d'algues. Suivant cette description, on constate un net rapport entre le niveau de chlorophylle a, de phosphore et de cyanobactéries. Depuis 2009, la moyenne annuelle se situait à 71,6 ug/l et pour la présente saison, elle se situe à 70,6 ug/l, ce qui est conforme aux années précédentes. Cependant, comme c'est le cas pour les cyanobactéries, une analyse sur une plus longue période pourrait modifier les résultats obtenus durant cette saison.



Conclusion

Le but de ce projet est de vérifier l'efficacité de l'utilisation des ultrasons dans le contrôle des cyanobactéries. Sur ce plan, les résultats nous donnent une lecture encourageante, cependant nous nous expliquons mal le bloom survenu le 7 août dernier. La difficulté qu'auraient les appareils à contenir un développement massif de cyanobactéries, soutenu par une température élevée et un apport important de phosphore (comme l'indiquent les graphiques), pourrait peut-être l'expliquer. Le fait d'avoir mis en place les appareils tardivement, aurait permis aux algues de s'accumuler au début de l'été et provoquer cette fleur d'eau du mois d'août. Encore une fois, la mise en place des appareils la saison prochaine dès le mois de mai devrait répondre à cette question

L'autre question à laquelle on doit répondre est le traitement favorise-t-il le développement de cyanotoxines? Le laboratoire ne pouvant pas le confirmer, il faudra trouver un moyen de faire les analyses spécifiques avec le laboratoire du MDDELCC.

En terminant, les nombreux témoignages des riverains qui nous révèlent n'avoir jamais vu le lac aussi clair depuis les années 80, et l'espoir que ces premiers résultats leur procurent nous encouragent à poursuivre l'expérience, malgré les obligations de rigueur que celle-ci nous impose.