



# Est-ce qu'une mortalité élevée des mulettes dans le lac Whitton est attribuable à la qualité de l'eau du lac?

Association des Riverains du lac Whitton  
Nantes, QC

6 mai, 2026

Marie-Hélène Greffard  
*Marie-Hélène Greffard*  
Biologiste, M. Sc.

## Table des matières

1. Introduction et mise en contexte .....	3
2. Objectif.....	4
3. Méthode et information contextuelle .....	5
Le test de baignade - Approche 1 (paramètre 1).....	5
L'E.coli.....	5
La sonde - Approche 2 (paramètres 2 à 7) .....	6
La température et les paramètre d'oxygène (OD et OD %).....	6
La turbidité .....	8
Le pH.....	9
La conductivité.....	10
Le potentiel d'oxydo-réduction (Redox) .....	12
Les tests en laboratoire - Approche 3 (paramètres 8 à 55).....	13
Les éléments : métaux, métalloïdes et non-métaux.....	15
L'alcalinité .....	16
La dureté de l'eau .....	18
Les chlorures .....	20
Les nutriments .....	21
Le carbone et les matières en suspension.....	22
4. Résultats et synthèse.....	24
Le test de baignade - Approche 1 (paramètre 1).....	24
L'E.coli.....	24
La sonde - Approche 2 (paramètres 2 à 7) .....	25
La température.....	27
Les paramètre d'oxygène (OD et OD %).....	28
La turbidité .....	29
Le pH.....	29
La conductivité.....	32
Le potentiel d'oxydo-réduction (Redox).....	33
Tableau récapitulatif des résultats de la sonde .....	36
Les tests en laboratoire - Approche 3 (paramètres 8 à 55).....	37
Les éléments : métaux, métalloïdes et non-métaux.....	40
L'alcalinité .....	42
La dureté de l'eau .....	43

Les chlorures .....	43
Les nutriments .....	44
Le carbone .....	47
Les matières en suspension .....	49
Solide dissous .....	49
Tableau récapitulatif des résultats des tests en laboratoire .....	49
5. Conclusion et synthèse d'ensemble.....	51

### Liste des figures

Figure 1 : La localisation du prélèvement des trois échantillons analysés par Eurofins .....	15
--	----

### Liste des tableaux

Tableau 1 : Relation entre température et oxygène dissous à 100 % de saturation.....	8
Tableau 2 : Impacts de la turbidité sur les populations de mulettes .....	9
Tableau 3 : Valeurs de référence de la conductivité selon le type d'eau .....	10
Tableau 4 : Résumés des seuils de conductivité pour les mulettes .....	11
Tableau 5 : L'effet du Redox sur l'habitat de la mulette.....	13
Tableau 6 : Comment la dureté de l'eau protège la faune aquatique .....	20
Tableau 7 : Seuils critiques des concentrations de nutriments pour la santé du lac et des mulettes	21
Tableau 8 : Les seuils critiques des taux de carbone et des matières en suspension.....	23
Tableau 9 : Analyse de la concentration en E.coli (9995, Chemin Baillargeon) .....	25
Tableau 10 : Résultat de température et d'oxygène pour 26 prélèvements.....	28
Tableau 11 : La corrélation des valeurs Redox avec la disponibilité d'oxygène .....	34
Tableau 12 : Résumé des résultats de la sonde et leur impact sur la mulette .....	36
Tableau 13 : Les résultats du carbone en comparaison aux seuils critiques.....	48
Tableau 14 : Résumé des résultats des paramètres physico-chimique analysés en laboratoire .....	50

### Liste des photos

Photo 1 : Blanchiment de l'umbo .....	17
---------------------------------------	----

## 1. Introduction et mise en contexte

Les mulettes d'eau douce sont parmi les taxons les plus menacés au monde, avec un déclin marqué de leurs populations globales. À l'heure actuelle, au Canada et aux États-Unis, 72 % des espèces de mulettes d'eau douce sont considérées en péril ou éteintes. Cette statistique fait de la mulette d'eau douce le groupe d'espèces le plus menacé du règne animal. Pourtant, elles accomplissent des services écosystémiques représentant des milliards de dollars.

Plus spécifiquement, chacune représente une mini-station d'épuration d'eau. Une seule mulette filtre jusqu'à 40 litres d'eau par jour. Parce qu'elles filtrent toute cette eau, elles concentrent dans leur corps tout ce qui est extrait de l'eau, incluant les polluants, les contaminants et les pathogènes. Quand la qualité de l'eau est trop pauvre, les mulettes meurent. Ce phénomène souligne comment la mortalité des mulettes est un indicateur précoce de la mauvaise qualité de l'eau qu'elles habitent.

En été 2023 et 2024, une mortalité élevée des mulettes d'eau douce du lac Whitton a été observée. Plusieurs mulettes du lac Whitton ont été retrouvées mortes, avec leurs coquilles cassées sur les berges du lac et au fond de l'eau, d'autres, à flotter à la surface de l'eau avec leur chaire exposée.

De plus, les coquilles observées étaient frêles, fragiles et décolorées. Elles cassaient par la simple pression d'un doigt. Ces observations sont alarmantes car la rigidité de la coquille de la mulette est ce qui permet au mollusque de survivre face à de nombreux stressseurs, incluant la prédation par des prédateurs qui essaient de casser la coquille pour atteindre la chair molle à l'intérieur. Habitant majoritairement le bord des berges, dans les eaux peu profondes du littoral, la rigidité de la coquille est aussi cruciale pour que la mulette survive aux périodes de sécheresse.

La coquille d'une mulette est fabriquée par la mulette elle-même, qui récupère des matières organiques et chimiques de l'eau afin de continuellement construire et agrandir sa coquille. La coquille est faite principalement de protéines et de carbonate de calcium qui sont continuellement sécrétés par le corps de la mulette. Il y a aussi une couche de périostracum (conque) sur le dessus de la coquille qui la protège contre les abrasions et la dissolution. La mortalité des mulettes et la fragilité des coquilles sont causées par l'un de deux processus. Soit certaines propriétés de l'eau dégradent la

coquille en soi, soit c'est l'organisme lui-même qui n'arrive pas à reconstruire sa coquille. Dans les deux cas, le problème est généralement induit par une mauvaise qualité de l'eau.

Plus spécifiquement, il est reconnu que les coquilles de moules ne peuvent pas persister dans des conditions d'eau trop acide. Un pH faible agit en dissolvant le carbonate de calcium qui compose la coquille. Similairement, un manque d'ions de calcium et d'ions de bicarbonate dans l'eau nuit aux moules, car ces ions sont utilisés par la moule lorsqu'elle forme sa coquille. Les moules qui habitent dans une eau pauvre en ces ions ont donc des coquilles plus minces et fragiles avant de mourir.

En contrepartie, la dégradation d'une population de moules peut aussi être liée à la présence de polluants organiques ou inorganiques dans l'eau. C'est le cas, par exemple, des métaux lourds, de l'ammoniac, des pesticides, des sels de voirie, des engrais et des bactéries ou cyanobactéries. Ces polluants affaiblissent progressivement une population de moules. En cooccurrence avec ces stressseurs, les moules deviennent plus susceptibles de contracter une maladie. Une demi-douzaine de pathogènes (virus, bactéries et parasites) sont maintenant reconnus comme étant responsables de mortalités massives de moules.

Dernier point, mais non le moindre, il y a aussi des paramètres qui jouent plus directement sur le métabolisme et les fonctions vitales de la moule. Notamment, une température trop élevée de l'eau, un taux trop faible d'oxygène et un taux trop élevé de sédimentation sont trois paramètres cruciaux qui peuvent directement provoquer la mortalité d'une moule par stress thermique, asphyxie et étouffement physique, respectivement.

Par sa réactivité aux caractéristiques environnementales de l'eau, la mortalité des moules est un indicateur clé de la détérioration d'un écosystème aquatique dans son ensemble, car les moules agissent comme bioindicateurs de la santé des cours d'eau.

## 2. Objectif

En réponse à la mortalité élevée de moules observée dans le lac Whitton, la présente étude vise à répondre à une question cruciale : cette mortalité est-elle attribuable à la qualité de l'eau du lac ? La présente étude répond à cette question par l'analyse des paramètres biologiques et chimiques de l'eau. La détermination des valeurs des paramètres et la synthèse des résultats permettent d'identifier si et quels paramètres nuisent ou favorisent la survie des moules, basés sur ses besoins vitaux. Une valeur de référence d'un besoin vital est désignée comme un optimum écologique de l'espèce.

### 3. Méthode et information contextuelle

Un total de 55 paramètres est analysé à l'aide de trois approches d'analyse distinctes. Cette démarche multiple vise à minimiser les coûts, à accroître l'échantillonnage et à corroborer les résultats par recoupement.

#### Le test de baignade - Approche 1 (paramètre 1)

##### L'E.coli

La première approche comprend une analyse de l'eau de baignade. À cet effet, un échantillon d'eau a été prélevé le 8 septembre 2025 sur le littoral du lac, à l'adresse 9995, chemin Baillargeon, à Nantes.

Cette analyse est effectuée car elle intègre un paramètre important : le dénombrement de la bactérie E. coli. Lorsque la bactérie est présente à un taux élevé, elle est le signe d'une contamination fécale récente qui peut survenir en raison d'activités humaines (débordements d'égouts) ou agricoles (lixiviation de fumier) à proximité. Une telle contamination est habituellement plus élevée après de fortes pluies.

Mentionnons que, par leur filtration, les moules peuvent éliminer 90 à 95 % des E. coli introduites dans leur environnement en 24 heures, en les digérant ou en les inactivant grâce à leur système immunitaire. Cependant, les E. coli transmettent des virus, des parasites et d'autres pathogènes d'origine fécale aux moules, ce qui, à long terme, affaiblit les populations de ces mollusques. La

mesure de ce paramètre est donc essentielle pour déterminer si les moules sont susceptibles de tomber malades.

## La sonde - Approche 2 (paramètres 2 à 7)

La deuxième approche consiste en une analyse de la qualité de l'eau à l'aide d'une sonde EXO1. Les sondes EXO sont des instruments multiparamétriques de pointe conçus pour surveiller la qualité de l'eau en temps réel dans divers milieux (lacs, rivières, estuaires). Elles sont munies de capteurs intelligents et d'une mémoire interne permettant de stocker les données recueillies dans des environnements variés, jusqu'à 250 mètres de profondeur et à des températures allant de -5 °C à 50 °C.

Les capteurs de la sonde utilisée ont mesuré sept paramètres : 1) la température, 2) l'oxygène dissous (OD), 3) le pourcentage de saturation en oxygène dissous (OD %), 4) la conductivité, 5) le pH, 6) le potentiel d'oxydoréduction et 7) la turbidité.

Contrairement aux analyses en laboratoire, la sonde de terrain permet de mesurer l'oxygène *in situ*. Cela garantit une plus grande précision, car les niveaux d'oxygène dissous peuvent rapidement diminuer dans un échantillon isolé en raison de l'activité biologique ou des variations de température.

Le 25 août 2025, en parcourant le pourtour du lac Whitton en canoë motorisé, la sonde a servi à collecter des données sur 25 points d'échantillonnage espacés de 200 m. Un 26<sup>ème</sup> point a ensuite été prélevé au centre du lac. Toutes les données ont été récoltées à une profondeur d'environ 1,75 m. Cette profondeur caractérise l'eau quelques centimètres au-dessus des sédiments et au travers des plantes aquatiques lorsque celles-ci étaient présentes.

## La température et les paramètre d'oxygène (OD et OD %)

La température de l'eau est un facteur critique : les moules ne tolèrent qu'une marge spécifique, située entre 3 °C en hiver et 27 à 30 °C en été. De plus, la température conditionne la capacité d'absorption de l'eau : plus l'eau est chaude, moins elle peut contenir d'oxygène.

L'oxygène constitue les deuxième et troisième paramètres mesurés par la sonde. Sa quantité représente un seuil vital pour les organismes. L'utilisation de la sonde est ici préconisée pour distinguer deux mesures complémentaires : l'oxygène dissous (OD) et le pourcentage de saturation (OD %).

### Un indicateur de pollution invisible

Ces paramètres sont cruciaux car ils révèlent des pollutions invisibles à l'œil nu (fuites de fosses septiques, engrais). Ces polluants nourrissent des micro-organismes qui consomment l'oxygène pour décomposer la matière organique. Une chute du pourcentage de saturation est souvent le premier signal d'alarme d'une dégradation, bien avant que l'eau ne devienne trouble ou que des cyanobactéries n'apparaissent. À long terme, le maintien ou la baisse de ce taux indique respectivement la stabilité ou la détérioration de l'écosystème.

### Capacité d'auto-épuration et santé des moules

Mesurer l'oxygène permet de valider la capacité d'auto-épuration du plan d'eau. Les moules, véritables « nettoyeurs naturels », filtrent l'eau en la pompant à travers leurs branchies, un processus très énergivore. Si le taux d'oxygène est trop bas, elles ferment leur coquille et cessent de filtrer. Un taux élevé confirme donc qu'elles travaillent normalement, sans limitation physiologique.

### L'oxygène dissous (OD)

L'OD désigne la concentration de gaz dioxygène emprisonné entre les molécules d'eau, mesurée en mg/L. Elle indique des seuils de survie précis :

- > 7 mg/L : Condition optimale ; les moules sont actives et filtrent à plein régime.
- < 5 mg/L : Zone de stress ; la croissance ralentit et la reproduction s'arrête.
- < 2-3 mg/L : Seuil mortel ; les moules meurent d'hypoxie.

### Le pourcentage de saturation (OD %)

Le pourcentage de saturation est le rapport entre la quantité d'oxygène présente et la quantité maximale que l'eau pourrait contenir à une température et une pression donnée. En résumé, l'OD % détermine si l'eau est « pleine » (saturée), tandis que l'OD en mg/L détermine s'il y en a « assez » pour la vie.

**TABLEAU 1 : RELATION ENTRE TEMPÉRATURE ET OXYGÈNE DISSOUS À 100 % DE SATURATION**

Température de l'eau	Maximum d'oxygène (Saturation à 100%)	Commentaire
0°C (eau glacée)	~ 14,6 mg/L	15 mg/L est la limite maximale physique
10°C	~ 11,3 mg/L	Risque de sursaturation par photosynthèse lors des après-midis ensoleillés
20°C	~ 9,1 mg/L	Zone de confort pour la majorité de la faune aquatique (5 et 9 mg/L)
30°C (eau très chaude)	~ 7,5 mg/L	Seuil critique : la survie est compromise sous les 3 mg/L.

Exemple comparatif :

Dans un lac, la température varie selon la profondeur. En surface, l'eau chaude peut être à 100 % de saturation avec seulement 8 mg/L. Au fond, là où vivent les mulettes, l'eau plus froide peut n'être saturée qu'à 80 % (car elle est isolée de l'air), mais contenir 10 mg/L. La mesure en mg/L confirme ainsi que le fond offre plus d'oxygène réel aux mulettes, même si la saturation y est plus faible (tableau 1).

## La turbidité

La turbidité désigne l'aspect trouble ou opaque de l'eau, causé par la présence de matières en suspension (limon, argile, matières organiques, micro-organismes). Ces particules diffusent ou absorbent la lumière au lieu de la laisser passer. Cette mesure est l'inverse de la limpidité. La turbidité

s'exprime en NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*) et est directement corrélée à la concentration de matières en suspension (MES).

La mortalité des mulettes n'est généralement pas déclenchée par un seuil unique et brutal, car elles peuvent réguler leur filtration ou se fermer pendant des périodes prolongées pour se protéger. Toutefois, des études scientifiques ont identifié des seuils critiques où leur survie à long terme est compromise (tableau 2).

**TABLEAU 2 : IMPACTS DE LA TURBIDITÉ SUR LES POPULATIONS DE MULETTES**

<b>Taux (NTU)</b>	<b>Impact sur les mulettes</b>
0 à 5	<b>Conditions optimales</b> pour la croissance et le développement des populations.
5 à 20	<b>Croissance modérée.</b> Les mulettes doivent dépenser plus d'énergie pour filtrer les particules, ce qui ralentit leur développement.
20 à 80	<b>Croissance</b> très faible. La forte concentration de seston (particules) dilue la qualité nutritive et impose un coût métabolique élevé pour la filtration de l'eau et le tri des sédiments.
> 80	<b>Seuil critique.</b> Ce niveau compromet la survie à long terme en limitant drastiquement la filtration et en provoquant un stress physiologique majeur.

Il est important de noter que ce n'est souvent pas la turbidité elle-même qui est fatale, mais ses conséquences indirectes : l'envasement, qui étouffe les colonies de mulettes au fond du lac, ou la baisse de l'oxygène dissous au sein des couches sédimentaires qui les asphyxie. Néanmoins, une eau trop trouble (due aux matières en suspension) finit par obstruer leurs siphons.

## Le pH

Le pH joue un rôle déterminant dans la survie des moules : un environnement acide ( $\text{pH} < 7$ ) dissout progressivement leur coquille calcaire, tandis qu'un environnement alcalin ( $\text{pH} > 7$ ) permet son maintien et sa protection.

## La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à laisser passer un courant électrique. L'eau pure ne conduit pas l'électricité. Ce qui la rend conductrice, ce sont les sels minéraux et les nutriments (appelés ions) qui y sont dissous. Si l'oxygène indique que l'eau est « respirable », la conductivité indique si elle est « chargée » en minéraux ou en polluants (tableau 3).

**TABLEAU 3 : VALEURS DE RÉFÉRENCE DE LA CONDUCTIVITÉ SELON LE TYPE D'EAU**

Type d'eau	Valeur typique ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Commentaire
Eau distillée	0,5 à 3	Eau de laboratoire, presque totalement pure.
Lacs d'eau douce classiques	0 à 200	Condition normale pour les lacs peu anthropisés (peu de présence humaine)
Eau potable	50 à 300	Gamme habituelle pour la consommation humaine.
Zone de pollution ou eau dure	> 840	Seuil indiquant souvent un impact humain majeur ou une eau très minéralisée

Plus la conductivité est élevée, plus la concentration en substances dissoutes est importante, notamment celle du calcium, du magnésium, du potassium, du phosphore, de l'azote et des sels de déglacage des routes environnantes. Tout comme pour l'oxygène, le suivi de ce paramètre dans le temps est un excellent indicateur de la pollution (tableau 4) :

- **Conductivité stable** : Le lac est dans son état naturel ; sa valeur est dictée par la géologie du bassin versant (sols et roches).
- **Hausse soudaine** : Une valeur anormalement élevée signale un apport extérieur, tel que le ruissellement d'engrais, une fuite de fosse septique ou l'apport de sels de voirie.

- **Lac de « bouclier »** (eau douce et cristalline) : Les valeurs se situent souvent entre 10 et 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
- **Lac en zone habitée ou agricole** : Les valeurs peuvent grimper entre 200 et 600  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ou plus.

Ce paramètre est directement corrélé au niveau de solides dissous totaux (TDS) : plus l'eau est chargée en matières dissoutes, plus sa conductivité est élevée.

**TABLEAU 4 : RÉSUMÉS DES SEUILS DE CONDUCTIVITÉ POUR LES MULETTES**

État de santé	Conductivité ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Observations
<b>Basse conductivité</b>	0 – 150	Souvent trop faible pour les espèces communes ; manque de minéraux (calcium) pour la coquille.  Pour les anodontes et les elliptios dans les lacs oligotrophes de l'Estrie, la conductivité optimale se situe généralement entre 100 et 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .
<b>Plage optimale</b>	150 – 500	Milieu idéal et sain ; populations les plus diversifiées.
<b>Croissance marginale</b>	Jusqu'à 1 000	Limite supérieure tolérée dans les grands fleuves.
<b>Stress chronique</b>	1 200 – 2 000	Population en déclin et individus plus petits.
<b>Inhibition de la croissance</b>	Dès 5 000	Effets néfastes graves sur le développement.
<b>Seuil létal critique</b>	Autour de 10 000	Survie compromise pour la quasi-totalité des individus.

Impact sur les mulettes

Les moules d'eau douce prospèrent généralement dans une eau dont la conductivité se situe entre 100 et 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Bien qu'elles puissent survivre dans une plage plus large, des niveaux s'écartant trop de ces valeurs indiquent souvent une dégradation de l'habitat qui nuit à leur croissance et à leur reproduction. De plus, la conductivité sert d'indicateur pour la concentration d'ions dissous (comme les chlorures et les sulfates), qui peuvent devenir toxiques à haute dose.

Mentionnons que la moule perlière, une moule rare et spécialisée, est moins exigeante en matière de conductivité. Elle nécessite des valeurs plus faibles (par exemple, inférieures à 100  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), ce qui n'est pas le cas pour les espèces communes du lac Whitton (l'anondonte de l'est et l'élliptio de l'est sont les deux espèces observées).

## Le potentiel d'oxydo-réduction (Redox)

Le potentiel d'oxydoréduction (Redox) est une mesure exprimée en millivolts (mV). Il indique la capacité de l'eau à oxyder ou à réduire les substances qu'elle contient. En d'autres termes, il mesure la capacité de l'eau à « gagner » ou à « perdre » des électrons.

Ce paramètre définit la capacité d'auto-épuration du milieu :

Valeurs positives (Milieu oxydant) : Un potentiel élevé indique une bonne oxygénation et une décomposition « active » des déchets organiques. C'est le signe d'une eau capable de se nettoyer efficacement.

Valeurs négatives (Milieu réducteur) : L'eau ne parvient plus à décomposer les matières organiques mortes, ce qui entraîne leur accumulation au fond du lac. En Estrie, on trouve dans certains lacs des zones avec des valeurs négatives principalement dans les couches profondes des sédiments des lacs qui souffrent d'eutrophisation. Un Redox négatif n'est généralement pas présent dans toute la colonne d'eau, mais se concentre au fond, là où l'oxygène est totalement absent (anoxie).

Impact sur les moules

Les mulettes privilégient les zones où le Redox est élevé et stable. C'est le signe d'un habitat sain et bien oxygéné. Plus spécifiquement, le Redox optimal pour les mulettes se situe généralement entre 250 mV et 400 mV (tableau 5).

**TABLEAU 5 : L'EFFET DU REDOX SUR L'HABITAT DE LA MULETTE**

Valeur Redox (mV)	Qualité de l'eau pour les mulettes
Moins de 150	<b>Mauvaise</b> : Eau polluée, accumulation de matières organiques en décomposition et manque d'oxygène.
150 – 250	<b>Moyenne</b> : Risque d'apparition d'algues et de stress pour les organismes filtrants comme les mulettes.
250 – 400	<b>Optimale</b> : Eau bien oxygénée, décomposition efficace des déchets. Idéal pour la croissance de la mulette.
Plus de 450	<b>Risquée</b> : Souvent le signe d'une oxydation trop forte (usage de produits chimiques ou ozone), pouvant endommager les tissus délicats des moules.

## Les tests en laboratoire - Approche 3 (paramètres 8 à 55)

La troisième approche repose sur des analyses de la qualité de l'eau effectuées par Eurofins Environex, chef de file québécois des services analytiques environnementaux. Ce laboratoire réalise diverses analyses accréditées, notamment physico-chimiques et microbiologiques, répondant aux exigences de la présente étude.

Toutefois, ces méthodes s'avèrent nettement plus onéreuses que l'utilisation d'une sonde, ce qui limite la fréquence des collectes ainsi que la possibilité de produire des répliquats. Si la sonde est avantageuse pour le suivi de routine, le recours au laboratoire demeure indispensable pour identifier

une contamination spécifique ou mesurer avec précision certains paramètres chimiques comme le calcium. Ce dernier est un élément essentiel à la calcification et à la croissance de la coquille de la moule d'eau douce, ce qui en fait un paramètre vital pour l'espèce.

Le 15 septembre 2025, Marie-Hélène Greffard et son assistant de terrain ont procédé aux prélèvements à bord d'un canoë motorisé. Trois sites distincts ont été échantillonnés : « au barrage », « à l'entrée publique » (Plage Whitton) et « à la grosse roche » par le prélèvement d'échantillon d'eau de surface, plus spécifiquement, à 80 cm de profondeur. La « grosse roche » est située sur la rive nord du lac Whitton, en ligne avec les deux autres sites. Elle est visible sur les photos aériennes. Les prélèvements ont été expédiés après leur récolte et analysés la journée suivante.

À partir des échantillons fournis, Eurofins a analysé un total de 48 paramètres pour chacun des trois sites de prélèvement (figure 1).



FIGURE 1 : LA LOCALISATION DU PRÉLÈVEMENT DES TROIS ÉCHANTILLONS ANALYSÉS PAR EUROFINIS

### Les éléments : métaux, métalloïdes et non-métaux

Trente-cinq éléments, regroupant métaux, métalloïdes et non-métaux, sont analysés par la même méthode commune : l'extraction à l'acide. La liste étant quasi exhaustive, seulement les plus importants sont présentés ci-dessous :

**Les métaux de structure et nutritifs** : calcium, magnésium, potassium, sodium et strontium, essentiels à la biologie de la moule.

**Les métaux lourds et toxiques** : mercure, plomb, cadmium et uranium, dont la présence indique une pollution pouvant stresser, voire tuer les moules.

**Lien crucial aux moules :**

Seuil de calcium :

- 6 à 8 mg/L (Seuil de survie extrême) :

C'est la limite minimale absolue. En dessous de ce seuil, l'eau devient corrosive pour les coquilles. Seules les espèces les plus résilientes, comme l'anodonte de l'est, peuvent survivre (seuil de mortalité critique de l'anodonte de l'est : entre 4 et 6 mg/L), mais avec une coquille très mince et une croissance ralentie. Elle est dans un stress chronique.

- 12 à 15 mg/L (Seuil de reproduction et de santé) :

C'est le seuil nécessaire au développement normal et à la reproduction de la majorité des bivalves d'eau douce. Ce niveau garantit une calcification solide de leur coquille et protège les jeunes mulettes (juvéniles)

## L'alcalinité

Trois paramètres sont étroitement liés au pH : l'alcalinité totale, le bicarbonate et le carbonate.

L'alcalinité mesure la capacité de l'eau à neutraliser les acides et à stabiliser le pH. Elle agit comme un tampon face aux facteurs externes (pluie, activité humaine, polluants).

D'un point de vue purement chimique, l'alcalinité représente la somme des bases présentes dans l'eau capables de réagir avec les ions hydrogène (acides). Dans la grande majorité des eaux, cette capacité est presque entièrement assurée par deux molécules : le bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) et le carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ).

L'alcalinité fait partie d'un équilibre chimique appelé le « système carbonate » qui comprend ces deux molécules ainsi qu'une troisième, le gaz carbonique ( $\text{CO}_2$ ). Ces trois molécules s'interchangent selon le pH de l'eau :

- **Le Dioxyde de Carbone ( $\text{CO}_2$ )** : Dominant quand l'eau est acide ( $\text{pH} < 6$ ).
- **Le Bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ )** : C'est la forme principale de l'alcalinité pour un pH neutre (entre 6,5 et 8,5). C'est le "tampon" majeur.
- **Le Carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ )** : Il apparaît quand l'eau devient très basique ( $\text{pH} > 8,5$ ).

Le bicarbonate est la forme principale sous laquelle les mulettes puisent leur carbone dans la majorité des lacs du Québec, où le pH se situe généralement entre 6 et 8.

Parallèlement, le carbonate constitue, avec le calcium, l'élément le plus crucial pour la mulette. Il est la matière première de sa coquille, composée presque exclusivement de carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). Sans une disponibilité suffisante en carbonate, la mulette ne peut ni réparer ses dommages structurels ni assurer sa croissance, ce qui accroît sa vulnérabilité face aux prédateurs.

De plus, si l'eau présente un déficit en carbonate, elle devient « agressive » : pour rétablir son équilibre chimique, elle va littéralement dissoudre la coquille des mulettes vivantes. Ce phénomène se manifeste visuellement par un blanchiment ou une érosion marquée de l'umbo (la partie bombée et la plus ancienne de la coquille).



**PHOTO 1 : BLANCHIMENT DE L'UMBO**

En somme, le carbonate représente l'unité structurelle de base pour la mulette d'eau douce. En se combinant au calcium pour former la coquille, il assure la protection physique de l'organisme. Sa présence dans la colonne d'eau constitue donc un facteur limitant : une concentration trop faible empêche la croissance et provoque l'érosion progressive des structures calcaires existantes.

Par ailleurs, le carbonate sert de « tampon » pour maintenir l'équilibre acido-basique dans les tissus et le sang (l'hémolymphe) de la mulette. Cela lui permet de rester en santé même si les conditions environnementales changent légèrement. Il est enfin important de noter que le carbonate devient davantage disponible lorsque le pH est plus élevé.

Le seuil minimal d'alcalinité pour la survie des mulettes d'eau douce est de 20 mg/L (exprimé en  $\text{CaCO}_3$ ), mais le niveau optimal pour assurer la croissance saine de leur coquille se situe entre 60 et 180 mg/L.

Pour le bicarbonate, le seuil minimal de survie est de 25 à 30 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

Niveau optimal : Au-dessus de 50 mg/L de  $\text{CaCO}_3$ .

C'est la source principale de carbone que la mulette transforme en calcaire pour sa coquille. Sous 25 mg/L, l'eau devient "agressive" et ronge la coquille par l'extérieur.

Les carbonates ne sont pas présents dessus un pH de 8.3. Ce n'est pas grave si le carbonate est à 0 mg/L, tant que le bicarbonate est présent. C'est le bicarbonate qui prend le relais pour stabiliser le milieu.

## La dureté de l'eau

La dureté totale de l'eau est directement corrélée aux concentrations de calcium et de magnésium, puisqu'elle représente la somme de ces deux ions métalliques dissous. Elle dépend étroitement de la géologie du bassin versant : une eau dure, riche en minéraux, provient de sols calcaires (roches sédimentaires), tandis qu'une eau douce est issue de sols granitiques (roches ignées).

Les mulettes nécessitent un seuil minimal de dureté pour assurer l'intégrité de leur coquille. Au-delà de cet aspect structurel, une dureté élevée réduit la toxicité des métaux lourds (comme l'aluminium ou le cuivre). Le calcium et le magnésium agissent comme un bouclier protégeant les branchies contre l'absorption de ces métaux nocifs.

Le seuil minimal de dureté totale pour les mulettes est de 30 à 31 mg/L en équivalent  $\text{CaCO}_3$ .

- Moins de 31 mg/L  $\text{CaCO}_3$  est le seuil de mortalité. Ce niveau provoque une décalcification rapide. Les jeunes mulettes ne peuvent pas développer leur coquille.
- Entre 31 et 60 mg/L  $\text{CaCO}_3$  est la zone de survie limite. À ce niveau, la survie est possible pour les espèces résilientes comme l'Anodonte de l'est observé dans le lac, mais leur croissance est fortement ralentie.

- 100 mg/L  $\text{CaCO}_3$  est le niveau optimal. C'est la valeur idéale pour maximiser la croissance de la coquille et assurer une reproduction réussie des populations de bivalves.

En dessous de 31 mg/L  $\text{CaCO}_3$ , l'eau est trop douce (peu minéralisée), ce qui entraîne une croissance négative et la dissolution de la coquille des bivalves d'eau douce.

Le mécanisme de protection : la compétition ionique

Les métaux lourds et les minéraux de la dureté utilisent les mêmes « portes d'entrée » (canaux ioniques) sur les branchies. Dans une eau dure, l'abondance des ions de calcium sature ces canaux : le calcium « gagne la course » et bloque physiquement l'accès aux métaux toxiques. À l'inverse, dans une eau douce, les canaux sont libres, ce qui permet aux métaux de s'infiltrer massivement dans l'organisme (tableau 6).

Le rôle spécifique du magnésium

Souvent méconnu, le magnésium est crucial car il stabilise les membranes cellulaires des branchies, les rendant moins perméables aux polluants. En cas de carence en magnésium, la membrane devient « poreuse », laissant passer plus facilement des substances nocives comme le cuivre, ce qui altère le transport de l'oxygène.

Le cas particulier de l'aluminium

L'aluminium est particulièrement problématique en milieu acide (pH bas) : il se lie aux branchies et provoque une accumulation de mucus, entravant la respiration de la moule. Une dureté élevée aide à maintenir un pH stable, ce qui favorise la précipitation de l'aluminium sous une forme solide et inoffensive, plutôt qu'une forme dissoute hautement toxique.

Conclusion sur l'effet protecteur

En somme, l'antagonisme ionique exercé par le calcium et le magnésium sature les sites de liaison des branchies, limitant l'absorption de métaux bioaccumulables comme le cuivre et l'aluminium.

Cette dynamique est vitale dans les milieux à faible pH, où la solubilité des métaux toxiques augmente, menaçant l'intégrité physiologique des mulettes.

**TABLEAU 6 : COMMENT LA DURETÉ DE L'EAU PROTÈGE LA FAUNE AQUATIQUE**

<b>Dureté (mg/L de CaCO<sub>3</sub>)</b>	<b>Classification</b>	<b>Impact sur les mulettes</b>
<b>0 à 60</b>	<b>Eau douce</b>	<b>Risque élevé</b> : Faible protection contre les métaux toxiques ; érosion possible de la coquille.
<b>61 à 100</b>	<b>Modérément dure</b>	<b>Zone charnière</b> : Protection modérée ; favorable à la plupart des espèces.
<b>100 à 180</b>	<b>Eau dure</b>	<b>Conditions optimales</b> : Excellente biodisponibilité pour la calcification et protection efficace des branchies.
<b>&gt; 180</b>	<b>Eau très dure</b>	<b>Protection maximale</b> : Très forte compétition ionique bloquant les polluants métalliques.

## Les chlorures

Les chlorures présents dans les lacs proviennent principalement du déglacement des routes. Ils constituent des polluants persistants car ils ne sont filtrés ni par le sol, ni par les plantes, et s'accumulent directement dans le milieu aquatique.

À des concentrations élevées, les chlorures perturbent l'équilibre osmotique (la régulation de l'eau et des sels dans l'organisme) des mulettes. Ce stress physiologique peut freiner leur croissance, réduire leur succès reproducteur ou s'avérer fatal pour les jeunes individus (glochidies), qui y sont particulièrement sensibles.

L'impact des chlorures est également physique et structurel pour le lac :

Stratification chimique : En arrivant dans le lac, l'eau chargée de sels, plus dense, plonge et s'accumule au fond. Cela peut créer une barrière saline empêchant le brassage naturel des eaux au printemps et à l'automne.

Zones mortes : Si le mélange des eaux ne se fait plus, l'oxygène de la surface n'atteint plus les profondeurs. Les mulettes, qui vivent sur le substrat, se retrouvent alors emprisonnées dans une « zone morte » anoxique, ce qui peut provoquer des mortalités massives.

Relargage des métaux : Enfin, la présence de chlorures favorise la remise en solution des métaux lourds (comme le cadmium ou le mercure) stockés dans les sédiments. Cela augmente la pollution biodisponible que les mulettes vont ensuite filtrer.

## Les nutriments

Le lessivage des nutriments vers le plan d'eau est néfaste, car un excès de nutriments provoque l'eutrophisation et une prolifération d'algues. En mourant, ces algues sédimentent au fond de l'eau et se décomposent. Ce processus de décomposition consomme une quantité massive d'oxygène, créant un déficit au fond du lac. Par conséquent, les mulettes qui y vivent sont à risque de mourir par manque d'oxygène (hypoxie) (tableau 7).

Dans la présente étude, quatre paramètres reliés aux nutriments ont été mesurés :

- L'azote ammoniacal
- L'azote total
- Les nitrites et nitrates
- Le phosphore total

**TABLEAU 7 : SEUILS CRITIQUES DES CONCENTRATIONS DE NUTRIMENTS POUR LA SANTÉ DU LAC ET DES MULETTES**

Paramètre	Seuil critique pour le Lac (Risque d'eutrophisation)	Seuil critique pour l'Anodonte de l'Est (Risque de mortalité/toxicité), mulette présente dans le lac Whitton
Phosphore total	> 0,010 mg/L : Le lac perd son statut oligotrophe.	> 0,030 mg/L : Risque d'anoxie (manque d'oxygène) au fond du lac.
Azote total	> 0,6 à 1,0 mg/L : Signe d'un apport excessif (engrais, sédiments).	Pas de seuil minimal : Les mulettes ne manquent pas de protéines à cause de l'azote.


Nitrates et Nitrites	> 2,9 mg/L : Seuil de toxicité chronique générale.	> 10 - 20 mg/L : Toxicité directe (rare en lac, mais possible par ruissellement).
Azote ammoniacal	> 0,1 mg/L : Indique une pollution organique ou manque d'oxygène.	> 0,3 à 0,5 mg/L : Hautement toxique pour les juvéniles (bloque le transport d'oxygène).

---


#### Pour votre information :

L'azote total ( $N_{tot}$ ) représente la somme de toutes les formes d'azote dans un échantillon (eau, sol, engrais). La formule générale est :

$$N_{tot} = \text{Azote Kjeldahl (TKN)} + \text{Nitrates}(NO_3^-) + \text{Nitrites}(NO_2^-).$$

L'azote Kjeldahl (TKN) comprend l'azote organique et l'azote ammoniacal ( $NH_4^+$  +  $NH_3$ ). 

#### Composantes principales de la formule :

- $N_{org}$  : Azote organique (protéines, urée, etc.).
- $N-NH_4^+$  /  $N-NH_3$  : Azote ammoniacal/ammonium.
- $N-NO_3^-$  : Azote nitrique (nitrates).
- $N-NO_2^-$  : Azote nitreux (nitrites). 

Dans les engrais, on considère :  $N_{total} = N_{org} + N-NH_4^+ + N-NO_3^- + N\text{-ureique}$ .

La méthode Kjeldahl (NTK) ne mesure que l'azote organique et l'ammonium, sans les formes oxydées (nitrates/nitrites). 

La méthode Kjeldahl (NTK) est la méthode utilisée en analyses de laboratoire.

## Le carbone et les matières en suspension

Quatre paramètres liés au carbone et à la clarté de l'eau ont été mesurés : les matières en suspension (MES), le carbone organique total (COT), le carbone organique dissous (COD) et les solides dissous totaux. Le tableau 8 présentent leur seuils de qualité d'eau pour un lac et de santé pour les mulettes.

Ces paramètres permettent d'évaluer la turbidité de l'eau ainsi que la quantité de particules en suspension, ce qui est crucial pour un organisme filtreur comme la mulette. Les matières en suspension (argile, limon, débris organiques) représentent les particules solides flottant dans l'eau.

Les mulettes filtrent l'eau pour s'alimenter. Si la concentration de MES est trop élevée, cela bloque leurs branchies. Elles doivent alors dépenser une énergie considérable pour expulser ces sédiments au lieu de se nourrir, ce qui peut les affaiblir ou les étouffer.

Le carbone organique total (COT) représente la matière issue d'organismes vivants ou en décomposition (feuilles, algues, micro-organismes). Ce paramètre comprend la totalité du carbone organique dissous (COD) et du carbone organique particulaire (COP). Ce dernier n'est pas mesuré directement en laboratoire, mais calculé ( $COP = COT - COD$ ). Le COP est généralement corrélé avec les matières en suspension qui comprennent les petits morceaux « vivants » (source de nourriture) ainsi que les éléments inorganiques (argile, limon, sable fin) (source de blocage des branchies). En contrepartie, les mulettes ne mangent pas de COD, car il est dissous et elles sont incapables de le filtrer.

En somme, un excès de carbone organique total (COT) est souvent le signe d'une pollution ou d'une eutrophisation. Sa décomposition en carbone inorganique requiert de l'oxygène. S'il y a trop de carbone organique à décomposer, cela cause généralement une chute du taux d'oxygène dissous dans l'eau, n'en laissant pas assez pour la vie aquatique, ce qui peut créer des zones mortes.

Quant au carbone dissous, il offre un avantage notable aux mulettes : il se lie aux métaux toxiques (comme l'aluminium), réduisant ainsi leur dangerosité. Effectivement, le carbone dissous joue un rôle protecteur majeur en diminuant la biodisponibilité des métaux lourds par complexation.

Enfin, les solides dissous regroupent tous les minéraux (sels, calcium, etc.) invisibles car totalement dissous dans l'eau. Ce paramètre est étroitement corrélé à la conductivité : plus il est élevé, plus l'eau est riche en minéraux essentiels à la survie de la mulette. Toutefois, il ne représente pas une ressource alimentaire pour les mulettes.

**TABLEAU 8 : LES SEUILS CRITIQUES DES TAUX DE CARBONE ET DES MATIÈRES EN SUSPENSION**

Paramètre	Seuil Qualité Lac Oligotrophe	Seuil pour les Mulettes (Elliptio/Anodonte)	Risque en cas de dépassement
-----------	----------------------------------	--	------------------------------

<b>MES</b>	<b>&lt; 2 mg/L</b>	<b>&lt; 5 mg/L</b>	L'eau doit rester très claire. Les MES bloquent la lumière au fond, nuisant aux mulettes.
<b>COT</b>	<b>&lt; 3 mg/L</b>	<b>&lt; 5 mg/L</b>	Un COT bas garantit que l'oxygène ne sera pas consommé par la décomposition organique.
<b>COD</b>	<b>&lt; 2 mg/L</b>	<b>&lt; 4 mg/L</b>	Un COD élevé colorerait l'eau, limitant la photosynthèse des micro-algues dont elles se nourrissent.
Solide dissous	<b>30 à 100 mg/L</b>	<b>&gt; 31 mg/L (Minimum)</b>	<b>Attention :</b> Les lacs oligotrophes sont souvent peu minéralisés. Si les solides dissous chutent sous 30 mg/L, la coquille se dissout.

---

## 4. Résultats et synthèse

Les résultats répondent à la question centrale du présent rapport. Ils indiquent que la mortalité élevée des mulettes dans le lac Whitton est bel et bien attribuable à la qualité de l'eau. Les résultats de chaque groupe de paramètres sont détaillés ci-dessous. Les données brutes issues des trois approches d'analyse — le test de baignade, l'utilisation de la sonde et les analyses en laboratoire — sont présentées dans l'annexe B. Pour les paramètres disposant de répliqués à l'échelle du lac, ce sont les moyennes qui sont présentées.

### Le test de baignade - Approche 1 (paramètre 1)

#### L'E.coli

L'analyse des eaux de baignade révèle une concentration de 11 UFC/100 mL d'E. coli. Ce résultat témoigne d'une excellente qualité microbiologique et indique que la contamination fécale est négligeable (voir Tableau 9). Le E. coli est quasi absent. Il n'affecte pas les mulettes.

**TABLEAU 9 : ANALYSE DE LA CONCENTRATION EN E.COLI (9995, CHEMIN BAILLARGEON)**

Paramètre	Résultat mesuré	Seuil de référence (Baignade)	Interprétation
Escherichia coli	11 UFC / 100 mL	200 UFC / 100 mL	Excellente qualité
Niveau de risque	Très faible	—	Contamination minimale

Note écologique : Bien que l'E. coli constitue une source de nourriture pour les moules, sa détection sert principalement d'indicateur de la charge organique du milieu. En effet, les risques physiologiques pour ces mollusques découlent davantage des fortes concentrations de nutriments (azote et phosphore) souvent associées à des taux d'E. coli élevés, ainsi que de l'hypoxie (baisse de l'oxygène dissous) qui en résulte.

Ce faible taux de 11 UFC/100 mL dans les eaux du lac Whitton est un signal positif pour la santé des moules. Il confirme un environnement préservé des rejets polluants majeurs, favorisant ainsi la stabilité chimique de l'eau nécessaire à leur survie.

Il convient toutefois de préciser que ce résultat n'est représentatif que dans un rayon de 30 mètres autour du point d'échantillonnage. En effet, la distribution bactérienne n'est pas uniforme : des facteurs morphologiques et hydrodynamiques (baies, herbiers, courants) peuvent isoler certaines masses d'eau, et les sources de pollution sont généralement localisées.

## La sonde - Approche 2 (paramètres 2 à 7)

L'analyse de l'utilisation de la sonde révèle que l'eau du lac Whitton comprend, au moment des prélèvements, certaines propriétés chimiques et physiques favorables à la survie des moules, mais d'autres, malheureusement, non favorables à la survie des moules.

Plus spécifiquement, les taux d'oxygènes (oxygène dissous, pourcentage en saturation d'oxygène), la turbidité et le pH sont optimum pour la survie des moules, mais la température, la conductivité

et le potentiel Redox ne le sont pas. L'eau est riche en oxygène, ce qui permet aux mulettes de respirer. Elle n'est pas turbide, ce qui suggère que les mulettes ne sont pas soumises à de la pollution néfaste. Finalement, le pH est légèrement alcalin, ce qui suggère que l'eau ne dissout pas les coquillages des mollusques.

Cependant, l'eau est chaude « comme l'air », ce qui suggère des pics de chaleur au-delà de l'optimum environnemental de la mulette lors de canicule. La conductivité est plus basse que leur optimum, ce qui signifie que l'eau est douce et pauvre en minéraux dissous, incluant en ions de calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Les mulettes ont donc de la difficulté à extraire le calcium de l'eau pour construire leurs coquilles. Les mulettes doivent dépenser un effort énergétique épuisant pour extraire le peu de calcium disponible dans l'eau (s'il y en avait beaucoup, la conductivité serait plus haute). Finalement, le potentiel Redox est aussi beaucoup plus bas que l'optimum environnemental de la mulette, signalant une situation préoccupante pour elles. Plus spécifiquement, les résultats du Redox suggèrent un manque d'oxygène dans l'eau. Puisque les données sur l'oxygène ne démontrent pas cette carence, la carence est attribuée à la zone d'eau juste au-dessus du substrat impactant le Redox du lac en entier.

#### Résumé Conductivité

De l'eau avec une conductivité sous l'optimum des mulettes ralentit leur croissance. Leur coquille reste très fine et peuvent présenter des aspects décoloré et crayeux.

En fait, les problèmes sont multiples : la coquille est à risque d'érosion et devient fragile, ce qui rend le mollusque plus vulnérable (proie facile à la prédation, ne résiste pas aux chocs divers (vagues, courant), jusqu'à être moins résistante aux fluctuations de température en perdant sur les facteurs d'isolation et d'étanchéité.

Finalement, la fabrication des œufs et le développement des larves (glochidies) demandent aussi beaucoup de minéraux. Une conductivité trop basse peut donc mener à une baisse importante du succès reproducteur de la mulette, menaçant la survie de la colonie à long terme.

#### Résumé potentiel Redox

Souvenons-nous que ce paramètre représente la capacité d'auto-épuration d'un plan d'eau. Un potentiel Redox trop bas signifie que le milieu perd son pouvoir oxydant et, donc, manque de capacité à neutraliser (transformer-éliminer) les déchets organiques par l'utilisation d'oxygène.

Pour les mulettes d'eau douce, cela indique souvent un environnement hostile, car le Redox est directement lié à la disponibilité de l'oxygène. Pourtant, il y a l'oxygène dans l'eau. Néanmoins, le résultat indique que la décomposition « active » des déchets organiques est compromise. Selon notre tableau 5, dans la section des méthodes et des informations contextuelles, le potentiel Redox du lac se classe en tant que mauvaise : Eau polluée, accumulation de matières organiques en décomposition et manque d'oxygène. Le résultat est discuté plus en profondeur ci-dessous.

## La température

Tout d'abord, la température au fond du lac Whitton, un plan d'eau peu profond dont la profondeur maximale est de 2 m, est uniformément chaude. Sur les 26 stations étudiées, l'eau atteignait les 21 °C pour 24 d'entre elles, la température aux deux autres stations d'échantillonnage étant très légèrement inférieures. La température de l'eau suit étroitement la température de l'air. Avec des canicules de plus en plus fortes, il est possible que la température du fond de l'eau, où vivent les mulettes, dépasse occasionnellement le seuil de leur survie.

Les mulettes sont des organismes ectothermes (leur température corporelle dépend de l'eau) et sont souvent proches de leur limite de tolérance thermique. Au-delà de 25°C, le métabolisme des mulettes s'accélère dangereusement et vie un stress physiologique. Leur consommation d'oxygène augmente alors que l'eau chaude en contient naturellement moins.

### Seuils critiques

**Filtration** : Entre 27°C et 29°C, le taux de filtration (alimentation) chute radicalement ou s'arrête.

**Mortalité** : Des températures prolongées au-dessus de 25°C peuvent provoquer des mortalités massives, même si la température létale directe est souvent citée autour de 30°C-32°C en laboratoire.

Lorsque l'eau est chaude les moules performant des comportements de survie. Elles tentent de s'enfouir plus profondément dans le sédiment pour chercher de la fraîcheur, mais dans un lac de 2 m, le sédiment superficiel se réchauffe aussi.

## Les paramètres d'oxygène (OD et OD %)

Malgré l'eau qui est chaude et qui tient donc moins d'oxygène dissous que l'eau froide, l'eau du lac Whitton caractérise une eau oxygénée. Ceci est expliqué par le fait que toute l'eau du lac est près de la surface. L'eau présente alors un niveau d'oxygène élevée. Pour l'oxygène dissous, les valeurs des échantillons oscillent entre 8,04 mg/L et 9,02 mg/L (tableau 10). C'est une excellente concentration pour la vie aquatique, incluant les moules qui nécessitent plus de 7 mg/L pour des conditions optimales.

Pour la saturation en oxygène dissous, Les valeurs se situent majoritairement entre 90 % et 98 % (avec une pointe à 101 %). La sursaturation est mesurée à une station d'échantillonnage située dans un herbier aquatique. Lors de journées ensoleillées comme celle quand les données furent récoltées, la photosynthèse des plantes actives le jour peut créer une sursaturation (une valeur au-delà de 100 %). Il ne peut donc pas y avoir plus d'oxygène dans l'eau.

Les résultats sur l'oxygène sont positifs. En termes d'oxygène, le milieu est très sain et bien oxygéné. Une saturation proche de 100 % signifie que l'eau est à l'équilibre avec l'atmosphère. Le brassage de l'air et la photosynthèse compensent bien la consommation d'oxygène par les organismes. Les niveaux d'oxygène dissous au-dessus de 7-8 mg/L sont idéaux pour la faune aquatique, incluant les mollusques, qui ont besoin d'une eau riche en oxygène.

Mentionnons que si une moule manque d'oxygène, voici son comportement type. Elle "bâille" (ouvre sa coquille), sort ses siphons ou remonte à la surface du sédiment.

**TABLEAU 10 : RÉSULTAT DE TEMPÉRATURE ET D'OXYGÈNE POUR 26 PRÉLÈVEMENTS**

Statistique	Température (°C)	Oxygène (OD %)	Oxygène (OD mg/L)
<b>Moyenne</b>	21,21	94,63 %	8,40

<b>Minimum</b>	20,71	90,20 %	8,04
<b>Maximum</b>	21,43	101,20 %	9,02
<b>Écart-Type</b>	0,17	2,67	0,23

## La turbidité

Les résultats de turbidité pour le lac Whitton sont extrêmement bas, ce qui témoigne d'une clarté d'eau exceptionnelle. La majorité des valeurs sont à 0,00 NTU : Cela indique une eau techniquement « cristalline ». En pratique, cela signifie que la quantité de particules en suspension (argile, limon, plancton) est indétectable par l'appareil de mesure.

Il y a deux valeurs en haut de 0 pour deux stations d'échantillonnage près de l'entrée publique (0,80 et 0,59 NTU). Même ces valeurs restent très faibles. À titre de comparaison, l'eau potable doit généralement être inférieure à 1 NTU, et on commence à percevoir un trouble à l'œil nu seulement au-dessus de 5 NTU.

Malgré la faible profondeur (2 m), il semble y avoir peu de remise en suspension des sédiments du fond au moment des prélèvements. Mentionnons, toutefois, qu'il n'y avait pas de vent la journée des prélèvements.

Une turbidité nulle permet à la lumière du soleil de se rendre jusqu'au fond du lac. C'est ce qui permet les plantes aquatiques d'effectuer une photosynthèse qui souligne des instances de sursaturation d'oxygène dissous.

## Le pH

Les résultats de la mesure de pH révèlent un pH de 7,64 en moyenne, indiquent un milieu légèrement basique (alcalin), ce qui est généralement très favorable à la survie et à la croissance des mulettes.

L'analyse des données du pH se résume ainsi :

Moyenne : 7,64

Médiane : 7,63

Étendue : 7,48 à 7,78

Stabilité : Le milieu est stable avec un écart-type faible (0,08), ce qui évite les chocs chimiques aux organismes.

Le pH est un facteur critique pour les mollusques car il influence directement la chimie du calcium, essentiel à leur coquille.

### **Calcification optimale**

Un pH compris entre **7,0 et 8,5** est idéal pour une calcification optimale. À **7,64**, l'eau favorise la précipitation du carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ). Si la concentration de calcium est suffisante dans l'eau, les moules peuvent ainsi construire et maintenir leur coquille sans qu'elle ne se dissolve (phénomène d'érosion fréquent en milieu acide).

### **Protection contre les métaux**

Dans cette gamme de pH, de nombreux métaux lourds (comme l'aluminium ou le cuivre) sont moins solubles et donc moins biodisponibles. Cela réduit les risques de toxicité directe pour les tissus mous des moules.

### **Survie des larves (Glochidies)**

Les stades juvéniles sont les plus sensibles. Un pH stable au-dessus de 7,5 assure un meilleur taux de survie lors de la fixation sur les poissons hôtes et lors de la retombée sur le sédiment.

### **Point de vigilance**

Un point de vigilance concerne une interaction méconnue entre le pH, la température et l'ammoniac. Mentionnons que l'ammoniac existe dans tous les plans d'eau sous deux formes qui, ensemble, forment l'azote ammoniacal. Il y a l'ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) qui est non toxique car c'est une forme

ionisée, et il y a l'ammoniac non ionisé ( $\text{NH}_3$ ) qui est très toxique pour les mulettes, car il traverse facilement les membranes biologiques des mulettes.

La relation détermine que si la température de l'eau augmente fortement, par exemple, lors d'un après-midi ensoleillé en juillet, un pH alcalin peut augmenter par la chimie de l'eau la présence d'ammoniac non ionisé ( $\text{NH}_3$ ) dans l'eau. La tendance augmente avec une augmentation du pH, puisque dans ce cas, il y a moins de protons disponibles dans l'eau pour convertir l'ammoniac non ionisé ( $\text{NH}_3$ ) toxique en ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) non toxique. Dorénavant, plus l'eau alcaline est chaude, plus l'eau converti le  $\text{NH}_4^+$  non toxique en  $\text{NH}_3$  toxique. À pH égale, une eau à 25°C contient environ trois fois plus de  $\text{NH}_3$  toxique qu'une eau à 5°C. Donc, plus l'eau est chaude et son pH élevé, plus l'ammoniac devient un poison pour la faune aquatique.

En somme, lorsque l'eau est chaude et que le pH grippe un peu aussi à cause de la photosynthèse des plantes aquatiques, l'ammoniac toxique attaque les branchies des mulettes, perturbant leur respiration et leur excrétion, ce qui peut les tuer même si la concentration totale d'azote semble faible.

### Calcul de l'ammoniac par le pH, la température et l'azote ammoniacale

Les tests en laboratoire pour les trois échantillons du lac analysés par Eurofins ont évalué l'azote ammoniacale du lac à  $< 0.05$  mg/L (sous le seuil de détection) pour chacun des trois stations d'échantillonnage (analyse en laboratoire - approche 3). Ce taux l'azote ammoniacale est très faible, ce qui est un excellent résultat pour les mulettes.

Un calcul de conversion qui prend en compte la température, le pH et l'azote ammoniacal permet de connaître la concentration précise en ammoniac toxique ( $\text{NH}_3$ ) à partir du résultat de l'azote ammoniacale. Pour les données présentées ci-haut, le calcul détermine que la forme toxique ( $\text{NH}_3$ ) représente environ 1,5 % à 2 % du total de l'azote ammoniacale. La concentration finale en  $\text{NH}_3$  dans l'eau est donc environ 0.0008 mg/L à 0.001 mg/L, une valeur 20 fois en dessous du seuil de toxicité chronique des mulettes (qui est le même seuil qu'une alarme l'écologique du lac), lorsque le  $\text{NH}_3$  dépasse 0,02 mg/L.

Notez que la validité des calculs dépend de la précision des mesures de température et pH. Car, ça vaut la peine de répéter : Une augmentation du pH ou de la température ferait grimper immédiatement le pourcentage de forme toxique ( $\text{NH}_3$ ), même si la quantité totale d'azote reste la même.

Quant à la concentration d'azote total dans l'eau, sa moyenne, obtenue des trois échantillons analysés en laboratoire par Eurofins, est de  $< 0.8$  mg/L (sous le seuil de détection). Cela signifie que la majorité de l'azote dans le lac n'est pas sous forme de poison (ammoniac), mais sous forme organique (algues, débris de feuilles, petits organismes).

Ensemble, ces résultats concluent que même lors d'un après-midi chaud, la concentration en ammoniac dans le lac Whitton est parfaitement sans danger pour les populations de mulettes encore présente. L'ammoniac n'est pas le facteur qui les tue, mais la température en soi peut l'être, comme nous avons vu précédemment.

## La conductivité

Le taux de conductivité du lac Whitton présente une moyenne de  $88,25$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Les résultats aux différentes stations d'échantillonnage sont stables : la majorité des secteurs affiche des valeurs homogènes situées entre  $83,70$  et  $86,80$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ , ce qui indique une signature minérale cohérente pour l'ensemble du plan d'eau.

Toutefois, les deux prélèvements effectués au fond de la baie située au sud-est révèlent un pic localisé atteignant respectivement  $113,70$  et  $122,90$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Cette hausse suggère l'existence d'une zone d'influence spécifique. En présence d'un tributaire, l'eau de ruissellement qui pénètre dans le lac à cet endroit est plus riche en minéraux, entraînant potentiellement un dépôt de sédiments plus important. C'est également dans cette baie que l'on observe un pic de saturation en oxygène dissous (sursaturation), attribuable à la présence d'un vaste herbier aquatique.

La conductivité moyenne est donc représentative d'un milieu pauvre en ions, se situant sous le seuil optimal pour les mulettes communes (l'optimum se situant entre  $150$  et  $500$   $\mu\text{S}/\text{cm}$ ). Ces valeurs généralement basses suggèrent que les mulettes éprouvent des difficultés à extraire de l'eau le carbonate de calcium nécessaire à leur croissance. Par conséquent, la qualité globale de l'eau qui

résulte de la nature des roches du bassin versant fait en sorte que les moules vivent dans un stress chronique : c'est difficile pour eux de maintenir une structure de coquille robuste et résistante.

Une conductivité trop basse force les moules à vivre dans des "maisons" qui tombent en ruine, sans avoir les matériaux nécessaires pour les réparer. C'est ce paramètre qui cause les coquilles de se « casser sous la pression d'un doigt » et d'être décolorés et crayeux.

## Le potentiel d'oxydo-réduction (Redox)

Les valeurs du Redox sont globalement basses, entre 47 mV et 169 mV, avec une moyenne de 111 mV. Dans cette gamme des résultats, les valeurs comprennent quelques creux (un 40 mV, un 60 mV, deux 70 mV et plusieurs 80 mV, et ainsi de suite) distribués sur des rives différentes du lac. Une eau avec un Redox bas est riche en électron (la partie Red) et pauvre en oxygène (la partie Ox).

Pour la moule d'eau douce, ce résultat est (très) préoccupant. Une moyenne de 111 mV est considérée comme insuffisante pour la survie des moules, ayant un optimum entre 250 mV et 400 mV. Le résultat suggère donc un milieu qui manque d'oxygène ou qui est trop chargé en sédiments organiques à l'interface eau-substrat, où habite les moules. L'analyse ayant également rapporté des conditions d'oxygène optimaux, le résultat du Redox indique alors une eau très chargée en sédiment organique et suggère aussi que les données sur l'oxygène prélevées à 1,75 m (entre les plantes) ne représentent peut-être pas le taux d'oxygène réel à l'interface eau-substrat.

Sans doute, les riverains du lac savent qu'il y a des zones dans le lac où le fond est particulièrement vaseux et non consolidé, avec de la matière organique qui tapisse le substrat. Mentionnons qu'un Redox bas est généralement la conséquence d'une décomposition active, plutôt que la cause d'un manque de décomposition.

Voici le processus plus en détails :

### **Consommation d'oxygène**

Quand des matières organiques (feuilles mortes, restes de nourriture, racines pourries) se décomposent, les bactéries utilisent l'oxygène disponible pour "brûler" cette matière.

### **Chute du Redox**

En consommant l'oxygène, ces bactéries transforment le milieu en un environnement réducteur. Le potentiel Redox chute alors.

### **Changement de mode éventuel**

Quand l'oxygène est épuisé, la décomposition change de mode. Elle passe d'une décomposition aérobie (propre) à une décomposition anaérobie (fermentation/putréfaction). Parce que cette dernière est nettement plus lente, le milieu devient encore plus saturé de matières organiques lorsque son apport reste constant. Le rythme plus lent de la décomposition anaérobie crée une surcharge. Les lacs avec peu de circulation d'eau sont particulièrement susceptibles à ce changement de mode.

En plus, lors de décomposition anaérobie, la matière organique, au lieu d'être transformée en nutriments sains (nitrates), elle produit de la vase noire accompagnée de gaz toxiques (méthane, sulfure d'hydrogène).

### **Résumé**

Si l'eau a beaucoup de matière organique à décomposer, le Redox chute (tableau 11). Si le Redox reste bloqué à une valeur basse ou négative, cela signifie que le milieu est saturé de matières organiques et qu'il manque cruellement d'oxygène pour compléter le travail de décomposition.

N'oublions pas que les ouvriers qui font la décomposition sont des bactéries qui « fuel » à l'oxygène et que lorsque l'eau est carencée en oxygène, la majorité des ouvriers meurt. Ceci explique en grande partie le ralentissement du rythme de décomposition lors du changement de mode (changement d'ouvriers).

**TABLEAU 11 : LA CORRÉLATION DES VALEURS REDOX AVEC LA DISPONIBILITÉ D'OXYGÈNE**

<b>État de l'eau</b>	<b>Valeur Redox</b>	<b>Signification</b>
<b>Idéal / Sain</b>	<b>+300 à +500 mV</b>	Eau bien oxygénée, décomposition efficace par les bactéries aérobies
<b>Bas / Critique</b>	<b>+150 à +250 mV</b>	Manque d'oxygène, accumulation de matières organiques

<b>Très Bas / Septique</b>	<b>0 à -200 mV</b>	Milieu totalement privé d'oxygène. Production de gaz toxiques (H <sub>2</sub> S)
--------------------------------	--------------------	--

---

### **Les impacts négatifs d'un Redox à 111 mV sur les mulettes sont multiples :**

#### Le paradoxe de l'oxygène

Bien que l'eau soit bien oxygénée à 1,75 m de profondeur, le faible potentiel Redox révèle une eau avec un faible pouvoir oxydant, surtout au-dessus du sédiment. L'oxygène ne pénètre plus la vase (où les mulettes sont déjà majoritairement absentes). Si des mulettes se retrouvent dans de la vase, celles-ci subissent un stress d'asphyxie constant, particulièrement au niveau de leur pied et des tissus ancrés dans le sol.

#### Accumulation de toxines et blocage biologique

Sous le seuil des 200 mV, le milieu favorise la création de composés hautement toxiques comme les sulfures (H<sub>2</sub>S, odeur d'œuf pourri). Par exemple, le sulfure est un poison cellulaire. Il bloque la capacité de la mulette à utiliser l'oxygène, même s'il en reste un peu.

Bien que le taux d'ammoniac soit très faible dans le lac Whitton (0,001 mg/L), le lien entre le Redox et l'ammoniac reste direct : c'est l'oxygène qui sert de "carburant" pour transformer l'ammoniac toxique en nutriments inoffensifs. Le faible potentiel Redox suggère que le milieu ne parvient pas à décomposer les déchets organiques qui s'accumulent au fond.

#### Double stress (Minéralisation + Respiration)

La faible conductivité de l'eau (88,25 µS/cm), fragilise la formation de la coquille. Les mulettes se retrouvent prises dans un étau : elles manquent de minéraux pour se solidifier, tout en épuisant leurs réserves d'énergie pour survivre dans un sédiment chimiquement hostile et pauvre en oxygène.

## Menace sur la reproduction

Les larves (glochidies) sont les premières victimes de cet environnement. Leur extrême sensibilité au manque d'oxygène et aux toxines entraîne un taux de survie quasi nul. Si les adultes peuvent tenir encore quelques années, l'absence de relève condamne la colonie à long terme.

### Synthèse

Le résultat suggère qu'il y a une grande différence entre l'oxygène présent dans la colonne d'eau et l'oxygène présent à l'interface eau-substrat. L'eau qui caractérise un pouvoir oxydant faible est présent sur l'ensemble du lac.

### Lien avec la sonde

Dans les herbiers aquatiques, aucun prélèvement n'a été effectué par la sonde directement à l'interface eau-substrat. Une sonde près d'un substrat mou mesure généralement une hypoxie locale due à la demande biologique des sédiments. Malgré aucun prélèvement concret à l'interface eau-substrat, cette observation fut constatée.

La remise en suspension des sédiments due aux mouvements de la sonde dans le substrat non consolidé créait une turbidité plus élevée. Les remuements du substrat par la sonde étaient évités afin de ne pas perturber le signal optique de la sonde, utilisé pour quantifier les autres paramètres testés.

Une approche complémentaire consisterait à établir la bathymétrie du lac en fonction de la nature du substrat, particulièrement, en fonction de sa profondeur, texture et composition.

## Tableau récapitulatif des résultats de la sonde

**TABLEAU 12 : RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DE LA SONDE ET LEUR IMPACT SUR LA MULETTE**

Paramètre	Unité	Min.	Max.	Moyenne	État de santé
-----------	-------	------	------	---------	---------------

<b>Température (fond)</b>	°C	20,71	21,43	<b>~21</b>	Chaud et uniforme
<b>Oxygène Dissous (OD)</b>	mg/L	8,04	9,02	<b>8,43</b>	Excellent ; > 7 mg/L Croissance normale, filtration efficace et reproduction optimale
<b>Saturation en OD</b>	%	90,2	101,2	<b>94,7</b>	Optimal
<b>Turbidité</b>	NTU	0,00	0,80	<b>&lt; 0,1</b>	Eau cristalline
<b>pH</b>	-	7,48	7,78	<b>7,64</b>	Idéal (lég. alcalin)
<b>Ammoniac (NH<sub>3</sub>)</b>	mg/L	3 pts	3 pts	<b>0.001 mg/L</b>	20 fois dessous le seuil Aucun risque de brûlure chimique aux mulettes (qui ont un seuil de 0,02 mg/L)
<b>Conductivité</b>	C-uS/cm	83,70	122,90	<b>88,25</b>	Eau qui fragilise la coquille des mulettes et qui ne les permet pas de la reconstruire
<b>Potentiel Redox</b>	mV	47,30	169,60	<b>111,05</b>	<b>Préoccupante</b> : Preuve chimique d'hypoxie au fond du lac -Présence de matière organique en excès qui consomme l'oxygène à l'interface eau-vase -Les exigences en décomposition sont plus hautes que la disponibilité d'oxygène ; la matière organique s'accumule -Eau sans pouvoir oxydant par manque d'oxygène -Environnement très hostile pour les mulettes

## Les tests en laboratoire - Approche 3 (paramètres 8 à 55)

L'analyse des données physico-chimiques des trois échantillons d'eau prélevés respectivement à la Grosse Roche, à l'entrée publique et près du barrage, est très révélatrice. L'ensemble des résultats

obtenus appuient les données de la sonde. Plusieurs données se recourent, mais chaque paramètre, indépendamment, apporte une information complémentaire. Mentionnons que tout résultats avec un signe < avant la valeur du paramètre indique « sous le seuil de détection ».

L'analyse confirme que le lac Whitton est exempt de métaux lourds et de pollution saline. De plus, l'eau est limpide. Elle comprend très peu de matières en suspension, ce qui confirme sa caractérisation en tant qu'eau cristalline. Cependant, en ce qui concerne l'alcalinité, bien que la sonde ait révélé un pH alcalin (ce qui est favorable pour les mulettes), l'alcalinité totale du lac est faible, ce qui limite sa capacité à stabiliser son pH. En d'autres mots, l'eau a un faible pouvoir de tampon, rendant le pH vulnérable aux variations.

Comme l'ont indiqué les données de la sonde, l'eau est très douce parce qu'elle comprend très peu de minéraux. La teneur en calcium de l'eau est sous le seuil optimal pour les mulettes. La quantité de calcium disponible pour les mulettes est insuffisante pour la calcification des coquilles, ce qui compromet leur survie à long terme.

Le lac n'est aucunement eutrophisé. Il est même, oligotrophe à ultra-oligotrophe, ce qui est très rare pour un lac si peu profond. Un lac oligotrophe se caractérise par une faible productivité biologique. Cela signifie que l'écosystème produit très peu de matière vivante (biomasse) par unité de temps. Il est à la fois transparent et pauvre en nutriment. C'est l'inverse d'un lac "vert" ou eutrophisé où le surplus de nutriment provoque une explosion de vie souvent néfaste. Pour un lac naturel peu profond, être oligotrophe est souvent signe d'une excellente santé et d'une eau très pure, même si elle soutient moins de poissons (de vie, de manière générale) qu'un milieu plus riche.

Les résultats sur la concentration des nutriments indiquent une eau très pauvre en nutriments, ce qui caractérise un milieu oligotrophe sain. Le phosphore est sous le seuil de détection du laboratoire, un seuil qui confirme que le taux de phosphore (assez bas) empêche la croissance excessive d'algues. Toutefois, Cependant, à cause d'un seuil élevé du laboratoire, l'information reste méconnue si le taux de phosphore est assez haut pour assurer la synthèse de l'ADN et de l'ATP des organismes (énergie cellulaire). Nous présumons que oui grâce à l'abondance d'oxygène et de lumière dans la colonne d'eau.

Les analyses révèlent une eau très pauvre en nutriments, caractéristique d'un milieu oligotrophe sain. Le taux de phosphore se situe sous le seuil de détection du laboratoire, ce qui confirme que sa faible concentration limite la croissance excessive d'algues. Toutefois, la limite de détection du laboratoire étant relativement haute, elle ne permet pas de confirmer si le phosphore est présent en quantité suffisante pour assurer la synthèse de l'ADN et de l'ATP des organismes. Nous présumons néanmoins que les besoins biologiques de base sont comblés, puisque la colonne d'eau offre des conditions d'oxygénation et de luminosité favorables.

L'eau est également pauvre en azote, ce qui préserve le lac de toute pollution minérale ou provenant d'eaux usées. Bien que les mulettes n'en souffrent pas, le taux se rapproche du seuil critique. L'azote est l'élément chimique indispensable à la création des protéines et de la chlorophylle, nécessaires à la division cellulaire des algues.

La faible concentration d'azote empêche la prolifération d'algues nocives ou de cyanobactéries. Dans cet équilibre écologique, l'azote joue son rôle de constituant de base des tissus vivants, tandis que le phosphore agit comme le moteur de l'énergie et de la reproduction cellulaire, assurant ainsi la stabilité à long terme de l'écosystème du lac.

Mais l'eau est riche en carbone ! Les résultats indiquent que le lac présente une accumulation de matière organique importante. Le contraste entre une forte charge organique et l'absence de nutriments indique un milieu qui s'accumule sans se recycler, en raison d'une faible activité bactérienne par manque d'oxygène, un résultat amené de l'avant par les analyses avec la sonde.

Il y a tellement de carbone dans la matière organique en attente de décomposition au fond de l'eau que 85 % de la charge totale du lac est constituée de carbone organique dissous (COD). Celui-ci se retrouve « infusé » dans la colonne d'eau après avoir été remobilisé depuis le fond. Le carbone organique dissous est présumément sous forme d'acides humiques ou fulviques, ce qui donne une légère couleur thé à l'eau, même si elle reste très pure.

Le carbone, qu'il soit dissous ou non, contient de l'énergie et des nutriments, mais il est emprisonné sous une forme que les mulettes, comme le reste de la faune aquatique, ne peuvent consommer directement. En effet, seules les bactéries peuvent décomposer ce carbone par le biais de la

consommation d'oxygène. Une fois dégradé par les bactéries, le carbone redevient disponible pour la base de la chaîne alimentaire : soit en nourrissant des micro-organismes que les moules filtrent, soit en libérant de l'azote pour les algues. Évidemment, une moule ne peut pas manger une feuille morte.

## Les éléments : métaux, métalloïdes et non-métaux

### *Les métaux*

Ce sont les éléments les plus nombreux mesurés. Leur concentration est rassurante car ils sont presque tous sous le seuil de détection.

### *Métaux de structure et croissance (métaux alcalins)*

**Calcium** (moyenne 8,03 mg/L ; 7,80 ; 8,20 ; 8,10 mg/L) : Résultat très bas.

C'est le métal le plus critique pour la moule, car il est essentiel à la construction de sa coquille. Le manque de calcium calcaire est une réalité globale pour le lac.

À 8,03 mg/L, l'eau est dite « agressive » pour le calcaire. Elle cherche à se saturer en minéraux en « pompant » le calcium là où il se trouve : dans la coquille des moules vivantes. Le lac Whitton présente une carence marquée. Seules les espèces les plus tolérantes peuvent y survivre (comme l'anodonte de l'est présente dans le lac), malgré un état de stress chronique. Il manque environ 4 mg/L pour atteindre le seuil minimal nécessaire à la reproduction et à la santé des moules.

**Magnésium** (moyenne 2,76 mg/L) : Taux très bas.

Le magnésium contribue à la dureté de l'eau et est un métal essentiel pour le métabolisme des mollusques. Sa faible concentration (constante sur les trois sites) confirme que l'eau du lac est globalement très peu minéralisée. Cela renforce le diagnostic de "carence minérale"

**Sodium** (moyenne 7,23 mg/L) : Ce taux est faible et stable.

Le sodium est un métal essentiel pour l'équilibre osmotique des mulettes. L'absence de variation majeure entre les échantillons confirme qu'il n'y a pas d'apport de sel (NaCl) anthropique significatif dans le lac.

**Potassium** (< 1,0 mg/L) : Sous le seuil de détection.

Le potassium est un minéral essentiel au fonctionnement cellulaire. Pour un milieu aquatique, c'est une valeur très basse qui s'inscrit dans le portrait global d'une eau extrêmement pauvre en minéraux dissous.

#### *Bilan métaux alcalins*

Ces résultats indiquent que le lac Whitton est un milieu oligotrophe, très pauvre en nutriments et en minéraux. Les mulettes évoluent dans une eau "trop propre" chimiquement, ce qui limite les ressources nécessaires à leur croissance.

#### *Métaux lourds (potentiellement toxiques)*

**Aluminium** (0,063 mg/L) : Taux très faible.

L'aluminium devient généralement toxique pour la faune aquatique au-delà de 0,10 ou 0,20 mg/L selon le pH. À 0,063 mg/L, il ne représente aucun danger pour les branchies des mulettes.

**Fer** (< 0,10 mg/L) : Sous le seuil de détection sur l'ensemble du lac. Niveaux très bas.

Aucun risque de toxicité détecté. Le résultat indique qu'il n'y a pas de relargage de métaux provenant des sédiments, malgré l'accumulation de matière organique.

**Plomb, Cadmium, Mercure, Nickel, Chrome** : Tous sont non détectés, sous les seuils du laboratoire. Le milieu est très propre de ce côté.

#### *Bilan des métaux lourds*

La stabilité de ces résultats sur les trois sites confirme que le lac Whitton est exempt de toute pollution métallique majeure. Le milieu est chimiquement très propre, ce qui prouve que le problème des mulettes ne vient pas d'un empoisonnement chimique.

Le lac Whitton est parfaitement sain concernant ces éléments potentiellement toxiques.

**Arsenic** (< 0,003 mg/L) : Sous le seuil de détection

**Antimoine** (< 0,010 mg/L) et **Bore** (< 0,10 mg/L) : Sous le seuil de détection

**Silicium** (1,20 mg/L) : DéTECTÉ.

Le silicium est un métalloïde présent naturellement dans les eaux douces par l'érosion des roches et des sols (silice) et essentiel pour le développement de certains micro-organismes comme les diatomées (des algues microscopiques) qui constituent une partie de la nourriture filtrée par les mulettes. À 1,20 mg/L, le taux est tout à fait normal et stable sur l'ensemble du lac. Il n'indique aucune anomalie minérale et assure une base saine pour la chaîne alimentaire microscopique du lac.

### *Les non-métaux*

Les non-métaux sont les éléments liés à la nourriture, aux déchets et à la chimie de l'eau.

Le carbone organique total (10,2 mg/L) est le non-métal le plus présent. Il indique une forte accumulation de matières organiques (débris) au fond du lac.

## L'alcalinité

**Alcalinité totale** (30 mg CaCO<sub>3</sub>/L) et **Bicarbonate** (30 mg CaCO<sub>3</sub>/L) : Valeurs faibles.

Pour les mulettes adaptées aux lacs oligotrophes et d'eau douce en Estrie, les valeurs sont, respectivement, juste au-dessous et à la limite du seuil critique de survie, mais en dessous du niveau optimal pour la croissance saine de leur coquillage.

**Carbonate** (< 6 mg CaCO<sub>3</sub>/L) : Sous le seuil de détection. Absent dans de l'eau avec un pH de moins de 8.3.

L'alcalinité représente la capacité de l'eau à résister aux variations de pH. Une valeur faible signifie que le pH du lac peut varier brusquement, ce qui est stressant pour les jeunes mulettes. Remarquez que l'alcalinité (30 mg CaCO<sub>3</sub>/L) est très proche de la dureté (27 mg CaCO<sub>3</sub>/L). Cela confirme que l'eau est très douce et contient très peu de minéraux protecteurs, tel le calcium. La totalité de l'alcalinité provient des bicarbonates qui sont dominants. L'absence de carbonates (< 6 mg CaCO<sub>3</sub>/L) indique que l'eau n'est pas dans un état qui facilite la précipitation naturelle du calcaire pour les coquilles.

L'alcalinité de 30 mg CaCO<sub>3</sub>/L confirme une eau fragile, avec peu de protection contre l'acidification, ce qui s'ajoute au manque de calcium déjà identifié.

## La dureté de l'eau

**Dureté totale** (27 mg CaCO<sub>3</sub>/L) : Très douce. Sous le seuil critique des mulettes qui est de 30 mg CaCO<sub>3</sub>/L.

L'eau est classée comme très douce, comme plusieurs lacs en Estrie, parce qu'elle manque de minéraux dissous. Ce manque explique pourquoi les coquilles des mulettes du lac sont fragilisées. Même si cette eau est normale pour la région, elle reste critique pour les mulettes. Pour construire une coquille solide, ces mollusques ont besoin de calcium. Dans un lac à 27 mg/L, elles doivent dépenser une énergie immense pour extraire le peu de minéraux disponibles, ce qui explique pourquoi elles y sont souvent fragiles ou en déclin.

Plus spécifiquement, la dureté mesure principalement la présence de calcium et de magnésium. L'impact biologique sur les mulettes est qu'il n'y en a pas pour les mulettes.

La carence cause une

- 1) **Fragilité structurelle.** Le lac est incapable de soutenir une croissance saine des coquilles à cause du manque de minéraux.
- 2) **Agressivité de l'eau.** Une eau aussi peu chargée en calcaire a tendance à entraîner une décalcification (dissolution) lente et une usure précoce de la coquille des mulettes.

C'est un facteur limitant pour la survie de la colonie.

## Les chlorures

**Chlorures** (8,96 mg/L) : Faible et naturel. Il y a une absence de pollution saline. L'eau est parfaitement saine et ne cause aucun stress osmotique aux moules.

Le taux est quasiment identique sur les trois sites, ce qui démontre une stabilité remarquable dans la composition chimique de l'eau du lac. Le résultat prouve que le lac n'est pas contaminé par les sels de déglacage des routes ou par des rejets d'eaux usées domestiques. Ces derniers feraient monter la valeur au-delà de 50 mg/L. En général, dans un milieu sauvage sans influence humaine, les chlorures se situent en dessous de 10 ou 20 mg/L.

## Les nutriments

**Phosphores totaux** (< 0,02 mg/L) : Sous le seuil de détection

La concentration en phosphore de l'eau n'est pas un facteur de pollution pour le lac. Elle indique que l'eau est claire et oxygénée, et que le lac Whitton n'est pas du tout eutrophisé. Le taux de phosphore indique que le lac est dans un état ultra-oligotrophe (pauvre en nutriments). Avec ce taux, il n'y a aucun risque de prolifération d'algues bleues (cyanobactéries) ou de fleurs d'eau, car le phosphore, qui est leur principal carburant, est quasi inexistant.

Ce taux est idéal pour les moules. Les moules sont des expertes de la filtration adaptées aux milieux très pauvres en nutriments.

## L'Azote

L'azote est mesuré sous trois formes : l'azote total, les nitrites et nitrates et l'azote ammoniacal. L'azote total mesure l'azote organique (les nitrites et nitrates) et l'ammoniac qui, ensemble, présente la réserve totale d'azote dans l'eau.

**Azote total** (< 0,8 mg N/L) : Sous le seuil de détection.

La concentration en azote total indique un milieu sain et équilibré. Ce taux très bas indique un milieu oligotrophe (pauvre en nutriments) possiblement pauvre en phytoplancton. Dans un contexte général, ce niveau (du seuil) est optimal pour les moules. Il prévient la prolifération des algues et maintient l'eau claire et bien oxygénée. En tant que bivalves filtrants, les moules sont adaptées à filtrer

efficacement de grands volumes d'eau pour se nourrir, même lorsque la densité de phytoplancton est faible.

**Nitrites et Nitrates** (0,043 mg N/L) : Taux extrêmement faible.

La concentration en nitrites et nitrates constituent le produit final de la décomposition des matières organiques par les bactéries au fond du lac. Leur production est cruciale car ils servent de ressources essentielles à la formation de phytoplanctons et les plantes aquatiques. Le phytoplancton constitue la base de la chaîne alimentaire. Notamment, il est une ressource alimentaire importante pour les mulettes.

Un taux de 0,043 mg N/L est très bas. Pour donner un ordre de grandeur, un lac oligotrophe est en excellente santé sous la barre des 0,3 mg N/L. À 0,043 mg N/L, le lac se classe en tant qu'ultra-oligotrophe. C'est typique des lacs de tête de bassin en Estrie.

En comparaison au taux de carbone, présentée dans la prochaine section, la valeur basse détectée indique que le cycle de transformation des matières organiques est au ralenti (ou bloqué). Sans blocage, avec autant que carbone, il y aurait beaucoup plus de nitrites, de nitrates et d'azote totale.

**Azote ammoniacal** (< 0,02 mg N/L) : Sous le seuil de détection

Comme vu dans la section sur le pH, la concentration en azote ammoniacal total indique qu'il n'y a pas de toxicité immédiate. Au contraire, l'eau est d'une grande pureté.

### **Bilan des nutriments**

Il n'y a pas de toxicité. Le taux d'ammoniaque étant quasi nul, il n'y a aucun risque d'empoisonnement chimique pour la faune (poissons et mulettes).

L'azote est un facteur limitant pour la vie dans le lac. Dans le contexte écologique d'un lac, un taux inférieur à 0,1 mg N/L pour l'azote total est considéré comme très bas. En Estrie, dans la plupart des lacs d'eau douce habités ou entourés de forêts, on trouve normalement des taux plus élevés. Un taux inférieur à 0,1 mg N/L indique que le lac est « protégé » de tout apport humain (engrais, eaux usées) et qu'il fonctionne avec un budget nutritif très serré.

Un lac pauvre en production primaire produit moins de poissons qu'un lac riche, mais il en produit assez pour nourrir, par exemple, un ou quelques couples de huards. Le huard préfère la qualité de l'eau (pureté, transparence) à la quantité de nourriture. Sa présence est la preuve visuelle du diagnostic des analyses : un lac en excellente santé, mais à faible productivité.

En eau douce, les mulettes dépendent d'une fine pluie de particules organiques pour se nourrir (phytoplancton, bactéries et débris organiques). Dans un lac où le taux d'azote total est sous les 0,1 mg N/L, cette « pluie » est presque inexistante, ce qui rend leur survie difficile, même si l'eau est d'une pureté exceptionnelle. Les anodontes de l'est survivent, mais elles ne sont pas dans des conditions optimales.

Puisque les réserves d'azote et de phosphore sont très basses en comparaison à la quantité de carbone dans l'eau (voir section suivante), les résultats sur les nutriments confirment un blocage dans le recyclage de la matière organique au fond de l'eau. Ce recyclage s'effectue normalement par la décomposition du carbone organique. Pourtant, du carbone organique, il y en a. Le lac ne possède donc pas les moyens nécessaires pour transformer ce carbone (non utilisable) en azote nutritif (utilisable). Ce travail est effectué par des bactéries qui opèrent en consommant de l'oxygène. Cela suggère que soit les bactéries, soit l'oxygène ne sont pas au rendez-vous.

Le ratio entre le l'azote total et le phosphore total (N:P) détermine la nature du nutriment limitant pour la production primaire, et ainsi le risque de prolifération d'algues dans un écosystème aquatique. Cette proportion dicte le comportement biologique du lac et oriente les stratégies de gestion environnementale. Comme les taux se situent sous les seuils de détection, empêchant un calcul exact, on conclut néanmoins que le lac est limité par le phosphore, car c'est ce qui est le cas habituellement pour les lacs oligotrophes et encore plus pour les lacs ultra-oligotrophes.

Une limitation par le phosphore est le scénario le plus sain pour un lac. Les algues ne peuvent pas proliférer car elles manquent de phosphore. La transparence de l'eau est maintenue, et la pénétration de la lumière permet aux plantes aquatiques saines de croître. Les épisodes de cyanobactéries sont rares, car celles-ci sont désavantagées par rapport aux autres types d'algues.

**Carbone organique total (COT)** (12,06 mg/L) : Très élevé – alerte

**Carbone organique dissous (COD)** (10,02 mg/L) : Très élevé – alerte

Les taux de carbone sont élevés, avec un pic dans les valeurs à l'entrée publique. Pour le carbone, il ne s'agit pas d'une petite variation, mais d'une surcharge massive (tableau 13). À cet ordre d'ampleur, l'eau change de nature chimique. Elle passe d'un état pur à un état chargé en matières organiques.

L'anomalie majeure se situe au niveau du carbone organique, alors que les matières en suspension et les solides dissous sont à des niveaux normaux. Plus spécifiquement, la quantité de carbone dissous (COD) est 4 à 5 fois trop élevée par rapport au seuil de santé du lac (voir la section précédente) et plus de deux fois plus élevé par rapport au seuil de santé des mulettes (tableau 13).

N'oublions pas que le COD représente la partie du carbone qui est totalement dissolu dans l'eau, contrairement aux particules visibles. À un taux de 10,2 mg/L, elle est très élevée et donne une couleur légèrement ambrée à l'eau, une couleur de thé.

Le COD représente environ 85 % du carbone total. Cela signifie que la matière organique n'est pas seulement déposée au fond, elle est "infusée" dans toute la colonne d'eau. Ceci ne signifie pas qu'il y en a moins au fond. Au contraire, cela confirme que le fond est la source du problème. Le COD est la partie de la vase qui a réussi à se dissoudre dans la colonne d'eau, simplement parce qu'il y a trop de carbone – il faut qu'il aille quelque part en attendant d'être décomposé!

Puisque 85 % du carbone se trouve sous cette forme dissoute, il imprègne totalement l'habitat de la mulette. Malgré la clarté de l'eau en surface, l'espèce évolue dans une forte charge organique dont la décomposition par les bactéries aérobies consomme l'oxygène disponible dans son environnement immédiat.

Les résultats indiquent donc une accumulation importante de matières organiques (débris végétaux, vase) au fond du lac. L'eau est physiquement propre (claire), mais chimiquement "lourde", polluée par un excès de matières organiques invisibles à l'œil nu. Elle est surtout chimiquement risquée pour l'oxygène du milieu. Le danger pour les mulettes ne vient pas de la clarté de l'eau (qui est bonne),

mais de la décomposition de la matière organique invisible. Les bactéries qui convertissent le carbone organique en carbone inorganique (utilisable) consomment de l’oxygène à l’interface eau-vase, créant un milieu difficile pour les mulettes.

Avec un résultat de 15,7 mg/L pour le COT à l’entrée publique, versus 10,25 mg/L en moyenne aux deux autres sites d’échantillonnage, cet endroit présente une augmentation de 53 % de plus en matière organique total qu’aux deux autres sites de prélèvement. Le nombre de répliquat est insuffisant pour déduire que le carbone organique est plus élevé là qu’à d’autres endroits autour du lac.

Les résultats qui démontrent que l’eau est pauvre en azote, mais riche en carbone organique indiquent que le lac est en rupture d’équilibre par un blocage fonctionnel. Le cycle biologique de décomposition du carbone, qui libère les nutriments (azote et phosphore) est interrompu. La décomposition ne se fait plus. Le lac accumule de la matière organique, mais ne réagit plus, car il est incapable de la recycler. En d’autres mots : la "machine" qui recycle les déchets (organiques) en nourriture est à l’arrêt.

**TABLEAU 13 : LES RÉSULTATS DU CARBONE EN COMPARAISON AUX SEUILS CRITIQUES**

Paramètre	Résultat obtenu	Seuil critique (Mulettes)	État / Écart	Impact sur l'écosystème
COT	12,06 mg/L	< 5,0 mg/L	Excès majeur (+7 mg/L)	Alerte : Accumulation de matière non recyclée.
COD	10,02 mg/L	< 4,0 mg/L	Excès majeur (+6 mg/L)	Alerte : Colore l'eau et limite la lumière (photosynthèse).
Solides Dissous	71 mg/L	> 31 mg/L	Conforme (+40 mg/L)	Sécuritaire : Évite la dissolution directe des coquilles.
MES	3 mg/L	< 5,0 mg/L	Excellent (-2 mg/L)	Favorable : Très peu de particules solides en suspension.

Cette incapacité survient généralement à cause d’un manque d’oxygène à l’interface eau-vase pour alimenter les bactéries qui effectuent la décomposition. Les déchets organiques s’accumulent donc au fond sans être recyclés en éléments utilisables (de type d’engrais – azote et phosphore) et, dans un environnement carencé en oxygène, la décomposition change éventuellement de mode, d’une décomposition aérobie rapide à une décomposition anaérobie lente avec rejet de toxines (H<sub>2</sub>S).

La vase qui est résultat n’est pas l’habitat des mulettes.

## Les matières en suspension

### **Matières en Suspension (3 mg/L) : Valeur très faible**

Cela signifie que l'eau est limpide et très peu trouble. Il y a très peu de particules de sable, d'argile ou de limon flottant entre les molécules d'eaux.

Ce paramètre est positif pour les mulettes. Des matières en suspension trop élevées pourraient obstruer les branchies et les siphons filtrants des mulettes. À 3 mg/L, leur système de filtration n'est pas encombré par des particules minérales. Leur optimum est moins de 15 mg/L.

## Solide dissous

### **Solide dissous totaux (71 mg/L) : Valeur normal pour lac oligotrophe**

Le résultat de ce paramètre indique une eau douce d'excellente qualité générale. Au Québec, la majorité des lacs du Bouclier canadien et des Appalaches ont des concentrations de solides dissous très faibles, souvent inférieures à 100 mg/L, mais au-delà de 30 mg/L. Le résultat de 71 mg/L s'inscrit dans cette catégorie d'eau peu minéralisée et indique que le lac ne montre aucun signe d'impact lié à une forte salinité ou à un ruissellement urbain excessif.

En eau douce, on utilise généralement un facteur de conversion (compris entre 0,65 et 0,70) pour passer de la conductivité aux solides dissous. En considérant les résultats pour ces paramètres, le ratio du lac est de 0,8 (au lieu d'être entre 0,65 et 0,70). Cela s'explique par la forte présence de carbone organique dissous (COD) mesuré (10,02 mg/L), car les acides organiques contribuent à la conductivité, sans être parmi les minéraux classiques mesurés dans les solides dissous. La présence du carbone organique fait donc gripper le taux de conductivité, dramatisant légèrement ce dernier par rapport à son seuil pour la santé de mulettes.

## Tableau récapitulatif des résultats des tests en laboratoire

**TABLEAU 14 : RÉSUMÉ DES RÉSULTATS DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUE ANALYSÉS EN LABORATOIRE**

<b>Catégorie</b>	<b>Paramètre</b>	<b>Moyenne calculée</b>	<b>Interprétation</b>
<b>Structure &amp; Coquille</b>	<b>Dureté totale</b>	<b>27 mg/L</b>	Eau très douce Carence minérale dessous le seuil des mulettes
	<b>Calcium</b>	<b>8,03 mg/L</b>	Peu de calcium Dessous le seuil de reproduction et de santé des mulette (> 12 mg/L) Au seuil de la survie extrême (6 à 8 mg/L)
	<b>Alcalinité</b>	<b>30,3 mg/L</b>	Faible pouvoir tampon (pH instable) Au seuil critique pour assurer la croissance saine du coquillage (entre 30 et 180 mg/L)
<b>Charge Organique</b>	<b>COT (Total)</b>	<b>12,06 mg/L</b>	Surcharge organique alarmante Paradoxe avec les taux faibles des nutriments qui indiquent un blocage dans la décomposition par manque d'oxygène à l'interface vase-substrat
	<b>COD (Dissous)</b>	<b>10,20 mg/L</b>	85 % du carbone est sous forme dissoute – La décomposition est au ralenti ou stoppé L'eau a une couleur de thé (ambré)
<b>Nutriments</b>	<b>Azote Total</b>	<b>Non détectés</b>	Niveau optimal pour les mulettes mais possibilité d'être à la limite nutritive
	<b>Phosphore</b>	<b>Non détectés</b>	Niveau optimal pour les mulettes Très peu de productivité primaire - lac ultra-oligotrophe ; préserve une eau claire Sans phosphore, les blooms de cyanobactéries ne sont pas possibles
<b>Sécurité &amp; Sels</b>	<b>Métaux lourds</b>	<b>Non détectés</b> Sauf l'aluminium et le silicium	Absence de pollution métallique (Pb, Cd, Hg, etc.) Niveau optimal pour les mulettes

	<b>Chlorures</b>	<b>8,96 mg/L</b>	Absence de pollution saline (sels de voirie) Niveau optimal pour les mulettes
<b>Clarté Physique</b>	<b>Matières en suspension</b>	<b>Non détectés</b>	Eau physiquement très limpide Niveau optimal pour les mulettes

---

## 5. Conclusion et synthèse d'ensemble

Cette étude met en lumière les causes de la mortalité des mulettes d'eau douce observée en 2023 et 2024 au lac Whitton, ainsi que la fragilité marquée de leurs coquilles. Les analyses physico-chimiques confirment que le lac possède les caractéristiques typiques d'un lac du Bouclier : une eau très douce, pauvre en minéraux et particulièrement carencée en calcium, élément pourtant essentiel à la formation des coquilles.

Dans cet environnement hostile, seules les espèces les plus résilientes, comme l'anodonte de l'est, parviennent à subsister, bien que cette carence affecte lourdement leur croissance. Leurs coquilles fragilisées deviennent cassantes, décolorées et prennent un aspect crayeux. Introduites dans le lac au stade larvaire (transportées par les poissons), elles font face à un stress chronique dès leur établissement. Leur survie demeure précaire, car la concentration actuelle de calcium oscille dangereusement autour de leur seuil critique de viabilité.

Sur le plan géologique, ce milieu est l'héritage du retrait glaciaire survenu il y a 10 000 ans, qui a sculpté des cuvettes dans le granit. Contrairement aux roches sédimentaires, le granit est peu soluble, ce qui explique la faible minéralisation naturelle de l'eau. En l'absence d'activité humaine, le sol mince environnant limite les apports en nutriments (azote, phosphore), préservant ainsi la grande clarté de l'eau.

Toutefois, en raison de la proximité des forêts et des tourbières, le lac Whitton reçoit une charge organique importante (feuilles, bois mort), ce qui le caractérise comme un milieu dystrophe (un lac oligotrophe riche en acides humiques). Bien que cet état soit naturel pour certains lacs du Bouclier,

il crée un habitat de simple « survie » plutôt que de « croissance » pour les mulettes. Le carbone organique dissous (COD) confère alors à l'eau sa teinte ambrée (« couleur thé ») caractéristique, tout en conservant sa limpidité.

Les analyses confirment la grande pureté du lac, dont la nature oscille entre l'oligotrophie et l'ultra-oligotrophie. Aucune contamination métallique, saline, nutritive ou fécale n'a été détectée. Ces faibles taux de nutriments protègent le lac de l'eutrophisation, malgré sa faible profondeur et l'absence de stratification thermique durant l'été (absence de thermocline séparant l'épilimnion de l'hypolimnion). Si la mortalité des mulettes est avérée, les résultats suggèrent qu'elle découle de conditions naturelles : une eau extrêmement pure, mais drastiquement pauvre en minéraux et parfois trop chaude pour la survie des mulettes.

Toutefois, l'étude soulève un signal d'alarme. Les concentrations de carbone organique (total et dissous) excèdent les seuils de santé requis pour les mulettes. Cette forte charge organique, couplée à la rareté des nutriments et à un potentiel Redox bas, indique un blocage du cycle de décomposition. En l'absence quasi totale d'azote et de phosphore, la matière organique s'accumule au lieu de se recycler. Le « moteur » biologique du lac — les bactéries décompositrices — tourne au ralenti.

Si le carbone ne se dégrade pas, c'est par manque d'activité bactérienne. À l'instar des mulettes, ces bactéries ont besoin d'un renouvellement constant en oxygène pour transformer la matière organique brute en nutriments assimilables. Lorsque l'interface eau-vase s'appauvrit en oxygène, les bactéries périssent, favorisant l'accumulation d'un substrat organique instable (non consolidé). Dans un tel environnement, qu'il soit anoxique (absence totale d'oxygène) ou hypoxique (taux très faible), la survie des mulettes devient impossible.

Le milieu s'avère donc doublement hostile pour les mulettes. D'une part, la faible minéralisation de l'eau entrave le processus de calcification nécessaire à la solidité de leurs coquilles. D'autre part, l'accumulation d'un COD qui ne se décompose pas (corroborée par un potentiel Redox bas) suggère que leur habitat principal, le substrat, est devenu un milieu anoxique, privé de l'oxygène indispensable à leur survie.

L'accumulation de carbone organique au fond du lac, combinée à l'augmentation progressive de la température de l'eau sous l'effet du réchauffement climatique, éloigne le lac Whitton de son état naturel original. Ce processus transforme un lac « bouclier » sain en un milieu de moins en moins oxygéné, entraînant une perte de biodiversité par l'exclusion systématique des espèces dépendantes du substrat.

Enfin, la faible minéralisation de l'eau (faible dureté) et son manque d'alcalinité limitent drastiquement sa capacité à neutraliser les perturbations chimiques et à tamponner les variations de pH. Un tel écosystème, adapté à une pureté extrême, est beaucoup plus vulnérable aux changements environnementaux que d'autres types de lacs. Au lac Whitton, la moindre fluctuation chimique déclenchée, par exemple, par une canicule persistante peut ainsi avoir des répercussions écologiques disproportionnées.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Bureau Pompes et Traitement d'eau Inc.  
 M. Tommy Bureau  
 76 Route 108  
 Lingwick, Québec  
 J0B 2Z0  
**Tél.:** (819) 877-3661

Certificat : **4458224**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-11  
 Projet client : Analyses individuelles  
 Bon de commande : Non Fourni  
 Chargé de projets : NA  
 Adresse courriel : NA

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8945004

Identification client :	NA	Chlore résiduel libre :	NA
Nature :	Eau de baignade	Chlore résiduel total :	NA
Nom du préleveur :	Marc Poirier	Chloramine :	NA
Date de prélèvement:	2025-09-08	État à la réception :	Conforme
Date de réception:	2025-09-09	Résultat pH :	NA
Lieu du prélèvement :	9995, ch.Baillargeon, Nantes		Température à la réception (°C) : 5.6
Info. supplémentaires :	NA		

Paramètres	Accr. *	Méthode Interne	Résultats	Unités	Date d'analyse	Critères	
						Min	Max Laboratoire
Dénombrement d'Escherichia coli	Oui	ENVX-MBIO-03			2025-09-09		QC
Escherichia coli			11	UFC/100mL			200

Commentaires de l'échantillon Lac Whitton

 Commentaires du certificat : C.C :  
 Info Eau-Bureau : Info@eau-bureau.com

Approuvé par :   
 William Moreau,  
 Microbiologiste, Site de Québec

Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

Échantillon	Date	Time	Temp ∞C	Pressure mmHg	DO DO %
1,00	08/25/2025	01:02:18PM	21,23	714,00	90,90
2,00	08/25/2025	01:05:20PM	21,36	714,10	91,80
3,00	08/25/2025	01:16:43PM	21,29	714,20	96,10
4,00	08/25/2025	01:17:56PM	21,29	714,20	97,40
5,00	08/25/2025	01:24:48PM	21,34	714,30	95,90
6,00	08/25/2025	01:33:42PM	21,27	714,40	94,70
7,00	08/25/2025	01:42:42PM	21,29	714,40	93,60
8,00	08/25/2025	01:49:26PM	21,32	714,20	96,60
9,00	08/25/2025	01:54:55PM	21,10	714,40	90,60
10,00	08/25/2025	01:59:19PM	21,06	714,40	91,90
11,00	08/25/2025	02:05:14PM	20,99	714,20	92,40
12,00	08/25/2025	02:18:49PM	20,71	714,20	95,70
13,00	08/25/2025	02:25:18PM	21,00	714,20	101,20
14,00	08/25/2025	02:33:45PM	20,99	714,20	90,20
15,00	08/25/2025	02:39:36PM	21,05	714,10	90,40
16,00	08/25/2025	02:46:27PM	21,22	714,10	93,90
17,00	08/25/2025	02:56:05PM	21,12	714,20	98,50
18,00	08/25/2025	03:00:33PM	21,32	714,00	94,30
19,00	08/25/2025	03:09:36PM	21,28	713,90	95,70
20,00	08/25/2025	03:24:22PM	21,35	713,90	95,60
21,00	08/25/2025	03:29:14PM	21,29	713,90	94,90
22,00	08/25/2025	03:34:10PM	21,25	713,80	97,90
23,00	08/25/2025	03:39:36PM	21,30	713,80	95,00
24,00	08/25/2025	03:48:34PM	21,40	713,70	95,20
25,00	08/25/2025	03:56:40PM	21,43	713,70	94,50
26,00	08/25/2025	03:57:38PM	21,32	713,90	95,60
	Moyenne		21,21	714,09	94,63
	Variance		0,03	0,05	7,15
	St. Dev.		0,17	0,22	2,67

DO mg/L	Cond	pH	Ox-Red pot	Turbidité	Lat
DO mg/L	C-uS/cm	pH	ORP mV	NTU	
8,07	84,70	7,67	169,60	0,80	45°37'59.2"
8,13	85,40	7,67	167,00	0,59	45°37'59.2"
8,52	83,80	7,78	165,70	0,00	45°38'00.7"
8,63	83,70	7,75	162,90	0,00	45°38'00.6"
8,49	84,70	7,68	70,50	0,00	45°37'57.3"
8,40	85,90	7,71	118,20	0,00	45°37'52.7"
8,30	85,10	7,66	122,40	0,00	45°37'46.8"
8,56	84,60	7,71	122,50	0,00	45°37'43.8"
8,06	84,60	7,58	131,00	0,00	45°37'39.6"
8,19	84,60	7,61	131,60	0,00	45°37'36.3"
8,24	91,70	7,58	133,60	0,00	45°37'31.9"
8,57	122,90	7,60	139,20	0,00	45°37'20.6"
9,02	113,70	7,77	131,00	0,00	45°37'22.4"
8,04	86,70	7,51	136,40	0,00	45°37'32.8"
8,05	86,70	7,48	64,20	0,00	45°37'33.2"
8,34	86,80	7,56	81,20	0,00	45°37'37.9"
8,76	85,30	7,60	90,90	0,00	45°37'33.7"
8,35	86,70	7,59	95,10	0,00	45°37'40.2"
8,49	86,40	7,56	47,30	0,00	45°37'43.3"
8,46	85,50	7,66	75,70	0,00	45°37'49.6"
8,41	85,20	7,67	80,40	0,00	45°37'55.8"
8,68	84,60	7,77	80,60	0,00	45°37'56.4"
8,42	86,00	7,63	87,00	0,00	45°37'57.6"
8,42	86,20	7,62	92,20	0,00	45°37'58.9"
8,35	86,60	7,59	96,30	0,00	45°37'52.5"
8,47	86,30	7,62	94,90	0,00	45°37'52.8"
8,40	88,25	7,64	111,05	0,05	
0,06	82,28	0,01	1187,58	0,04	
0,23	9,07	0,08	34,46	0,19	

Lon

71°03'08.6"

71°03'08.6"

71°03'26.0"

71°03'25.8"

71°03'25.3"

71°03'18.6"

71°03'15.2"

71°03'12.1"

71°03'07.6"

71°03'06.2"

71°03'04.6"

71°02'50.0"

71°02'54.8"

71°03'00.7"

71°03'00.9"

71°02'56.7"

71°02'45.3"

71°02'51.0"

71°02'54.7"

71°02'43.0"

71°02'46.6"

71°02'51.8"

71°03'00.2"

71°03'05.9"

71°03'08.2"

71°03'08.7"

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

Tél.: (514) 701-4805

Certificat : **4473106**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-23  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995310

Identification client :	NA	Chlore résiduel libre :	NA
Nature :	Eau de surface	Chlore résiduel total :	NA
Nom du préleveur :	M. G.	Chloramine :	NA
Date de prélèvement:	2025-09-15	État à la réception :	Conforme
Date de réception:	2025-09-16	Résultat pH :	NA
Lieu du prélèvement :	Lac Whitton	Température à la réception (°C) :	8.0
Info. supplémentaires :	Point 1 (Barrage)		

Paramètres	Accr. *	Méthode Interne	Résultats	Unités	Date d'analyse	Laboratoire
Dureté totale	Non	ENVX-CHM-20			2025-09-18	QC
Résultat			<b>27</b>	mg CaCO3/L		
Matières en suspension	Oui	ENVX-CHM-03			2025-09-18	QC
Résultat			<b>3</b>	mg/L		
Argent extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Argent (Ag)			<b>&lt;0.0050</b>	mg/L		
Aluminium extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Aluminium (Al)			<b>0.06</b>	mg/L		
Arsenic extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Arsenic (As)			<b>&lt;0.003</b>	mg/L		
Baryum extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Baryum (Ba)			<b>&lt;0.05</b>	mg/L		
Béryllium extractible	Non	ILCE-069			2025-09-17	LG

Avertissement **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI : Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473106**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-23  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995310

Béryllium (Be)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Bore extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Bore (B)			<b>&lt;0.10</b>	mg/L	
Bismuth extractible	Non	ILCE69			2025-09-17 LG
Bismuth (Bi)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Calcium extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Calcium (Ca)			<b>7.80</b>	mg/L	
Cadmium extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Cadmium (Cd)			<b>&lt;0.0020</b>	mg/L	
Cobalt extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Cobalt (Co)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Chrome extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Chrome (Cr)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Cuivre extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Cuivre (Cu)			<b>&lt;0.005</b>	mg/L	
Fer extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Fer (Fe)			<b>&lt;0.10</b>	mg/L	

### Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473106**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-23  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995310

Mercure extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Mercure (Hg)			<b>&lt;0.0001</b>	mg/L	
Potassium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Potassium (K)			<b>&lt;1.0</b>	mg/L	
Lithium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Lithium (Li)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Magnésium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Magnésium (Mg)			<b>2.62</b>	mg/L	
Manganèse extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Manganèse (Mn)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Molybdène extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Molybdène (Mo)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Sodium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Sodium (Na)			<b>7.1</b>	mg/L	
Nickel extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Nickel (Ni)			<b>&lt;0.005</b>	mg/L	
Plomb extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Plomb (Pb)			<b>&lt;0.003</b>	mg/L	

**Avertissement**    **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473106**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-23  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995310

Antimoine extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Antimoine (Sb)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Sélénium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Sélénium (Se)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Silicium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Silicium (Si)			<b>1.21</b>	mg/L	
Étain extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Étain (Sn)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Strontium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Strontium (Sr)			<b>&lt;0.100</b>	mg/L	
Tellure extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Tellure (Te)			<b>&lt;0.1</b>	mg/L	
Titane extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Titane (Ti)			<b>&lt;0.100</b>	mg/L	
Thallium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Thallium (Tl)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Uranium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473106**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-23  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995310

Uranium (U)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Vanadium extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Vanadium (V)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Zinc extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Zinc (Zn)			<b>&lt;0.020</b>	mg/L	
Zirconium extractible	Non	ILCE69			2025-09-17 LG
Zirconium (Zr)			<b>&lt;0.01</b>	mg/L	
Alcalinité(Carbonate-Bicarbonate)	Non	PC-EN-CHI-PON002			2025-09-17 LG
Alcalinité totale "Th"			<b>30</b>	mgCaCO3/L	
Bicarbonate			<b>30</b>	mgCaCO3/L	
Carbonate			<b>&lt;6</b>	mgCaCO3/L	
Alcalinité totale	Non	CHM31/PCEN-CHIPON002			2025-09-17 LG
Résultat			<b>30</b>	mgCaCO3/L	
Chlorures	Oui	PC-EN-CHI-PON028			2025-09-17 LG
Résultat			<b>8.95</b>	mg/L	
Azote ammoniacal	Oui	PC-EN-CHI-PON003			2025-09-19 LG
Résultat			<b>&lt;0.05</b>	mg N/L	

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473106**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-23  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995310

Nitrites et nitrates EP	Oui	PC-EN-CHI-PON028	2025-09-17	LG
-------------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>0.04</b>		mg N/L
----------	--	-------------	--	--------

Azote total Kjeldahl	Oui	PC-EN-CHI-PON008	2025-09-19	LG
----------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>&lt;0.8</b>		mg N/L
----------	--	----------------	--	--------

Phosphores totaux	Oui	ILCE69	2025-09-17	LG
-------------------	-----	--------	------------	----

Résultat		<b>&lt;0.02</b>		mg/L
----------	--	-----------------	--	------

Solides dissous	Oui	ILCE-043	2025-09-18	LG
-----------------	-----	----------	------------	----

Solide dissous		<b>68</b>		mg/L
----------------	--	-----------	--	------

Carbone organique dissous (EU)	Non	PC-EN-CHI-PON004	2025-09-17	LG
--------------------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>8.1</b>		mg/L
----------	--	------------	--	------

Carbone organique total (EU)	Oui	PC-EN-CHI-PON004	2025-09-17	LG
------------------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>10.2</b>		mg/L
----------	--	-------------	--	------

Commentaires de l'échantillon : L'échantillon pour l'analyse du carbone organique dissous a été filtré et préservé au laboratoire dans un délai conforme.

**Avertissement**    **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

## CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

Tél.: (514) 701-4805

Certificat : **4473106**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-23  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

### Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995310

Commentaires du certificat :

Approuvé par :

  
  
Amer Oulhouchemt  
Chimiste, B. Sc.  
Site Longueuil

Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473159**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-23  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995312

Identification client :	NA	Chlore résiduel libre :	NA
Nature :	Eau de surface	Chlore résiduel total :	NA
Nom du préleveur :	Marie Hélène	Chloramine :	NA
Date de prélèvement:	2025-09-15	État à la réception :	Conforme
Date de réception:	2025-09-16	Résultat pH :	NA
Lieu du prélèvement :	Lac Whitton	Température à la réception (°C) :	9.0
Info. supplémentaires :	Point 2 (Entrée publique)		

Paramètres	Accr. *	Méthode Interne	Résultats	Unités	Date d'analyse	Laboratoire
Dureté totale	Non	ENVX-CHM-20			2025-09-18	QC
Résultat			<b>27</b>	mg CaCO3/L		
Matières en suspension	Oui	ENVX-CHM-03			2025-09-18	QC
Résultat			<b>&lt;3</b>	mg/L		
Argent extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Argent (Ag)			<b>&lt;0.0050</b>	mg/L		
Aluminium extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Aluminium (Al)			<b>0.07</b>	mg/L		
Arsenic extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Arsenic (As)			<b>&lt;0.003</b>	mg/L		
Baryum extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Baryum (Ba)			<b>&lt;0.05</b>	mg/L		
Béryllium extractible	Non	ILCE-069			2025-09-17	LG

### Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI : Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473159**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-23  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995312

Béryllium (Be)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Bore extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Bore (B)			<b>&lt;0.10</b>	mg/L	
Bismuth extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Bismuth (Bi)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Calcium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Calcium (Ca)			<b>8.20</b>	mg/L	
Cadmium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Cadmium (Cd)			<b>&lt;0.0020</b>	mg/L	
Cobalt extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Cobalt (Co)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Chrome extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Chrome (Cr)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Cuivre extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Cuivre (Cu)			<b>&lt;0.005</b>	mg/L	
Fer extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Fer (Fe)			<b>&lt;0.10</b>	mg/L	

### Avertissement **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473159**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-23  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995312

Mercure extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Mercure (Hg)			<b>&lt;0.0001</b>	mg/L	
Potassium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Potassium (K)			<b>&lt;1.0</b>	mg/L	
Lithium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Lithium (Li)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Magnésium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Magnésium (Mg)			<b>2.82</b>	mg/L	
Manganèse extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Manganèse (Mn)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Molybdène extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Molybdène (Mo)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Sodium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Sodium (Na)			<b>7.3</b>	mg/L	
Nickel extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Nickel (Ni)			<b>&lt;0.005</b>	mg/L	
Plomb extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Plomb (Pb)			<b>&lt;0.003</b>	mg/L	

### Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473159**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-23  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995312

Antimoine extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Antimoine (Sb)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Sélénium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Sélénium (Se)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Silicium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Silicium (Si)			<b>1.44</b>	mg/L	
Étain extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Étain (Sn)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Strontium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Strontium (Sr)			<b>&lt;0.100</b>	mg/L	
Tellure extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Tellure (Te)			<b>&lt;0.1</b>	mg/L	
Titane extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Titane (Ti)			<b>&lt;0.100</b>	mg/L	
Thallium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Thallium (Tl)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Uranium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473159**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-23  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995312

Uranium (U)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L		
Vanadium extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17	LG
Vanadium (V)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L		
Zinc extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17	LG
Zinc (Zn)			<b>&lt;0.020</b>	mg/L		
Zirconium extractible	Non	ILCE69			2025-09-17	LG
Zirconium (Zr)			<b>&lt;0.01</b>	mg/L		
Alcalinité(Carbonate-Bicarbonate)	Non	PC-EN-CHI-PON002			2025-09-17	LG
Alcalinité totale "Th"			<b>31</b>	mgCaCO3/L		
Bicarbonate			<b>31</b>	mgCaCO3/L		
Carbonate			<b>&lt;6</b>	mgCaCO3/L		
Alcalinité totale	Non	CHM31/PCEN-CHIPON002			2025-09-17	LG
Résultat			<b>31</b>	mgCaCO3/L		
Chlorures	Oui	PC-EN-CHI-PON028			2025-09-17	LG
Résultat			<b>8.97</b>	mg/L		
Azote ammoniacal	Oui	PC-EN-CHI-PON003			2025-09-19	LG
Résultat			<b>&lt;0.05</b>	mg N/L		

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

**Tél.:** (514) 701-4805

Certificat : **4473159**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-23  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995312

Nitrites et nitrates EP	Oui	PC-EN-CHI-PON028	2025-09-17	LG
-------------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>&lt;0.02</b>	mg N/L	
----------	--	-----------------	--------	--

Azote total Kjeldahl	Oui	PC-EN-CHI-PON008	2025-09-19	LG
----------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>&lt;0.8</b>	mg N/L	
----------	--	----------------	--------	--

Phosphores totaux	Oui	ILCE69	2025-09-17	LG
-------------------	-----	--------	------------	----

Résultat		<b>&lt;0.02</b>	mg/L	
----------	--	-----------------	------	--

Solides dissous	Oui	ILCE-043	2025-09-18	LG
-----------------	-----	----------	------------	----

Solide dissous		<b>57</b>	mg/L	
----------------	--	-----------	------	--

Carbone organique dissous (EU)	Non	PC-EN-CHI-PON004	2025-09-17	LG
--------------------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>10.6</b>	mg/L	
----------	--	-------------	------	--

Carbone organique total (EU)	Oui	PC-EN-CHI-PON004	2025-09-17	LG
------------------------------	-----	------------------	------------	----

Résultat		<b>15.7</b>	mg/L	
----------	--	-------------	------	--

Commentaires de l'échantillon : L'échantillon pour l'analyse du carbone organique dissous a été filtré et préservé au laboratoire dans un délai conforme.

**Avertissement**    **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

## CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Marc Poirier & Marie-M.  
579, rte 161  
Frontenac, Québec

Tél.: (514) 701-4805

Certificat : **4473159**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-23  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

### Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995312

Commentaires du certificat :

Approuvé par :

  
  
Amer Oulhouchemt  
Chimiste, B. Sc.  
Site Longueuil

Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Association des Riverains du Lac Whitton  
 9995, Chemin Baillargeon  
 Nantes, Québec  
 G0Y 1G0  
**Tél.:** (514) 918-9230

Certificat : **4480768**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-30  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995311

Identification client :	NA	Chlore résiduel libre :	NA
Nature :	Eau de surface	Chlore résiduel total :	NA
Nom du préleveur :	Marie-Helene Greffard	Chloramine :	NA
Date de prélèvement:	2025-09-15	État à la réception :	Conforme
Date de réception:	2025-09-16	Résultat pH :	NA
Lieu du prélèvement :	Lac Whitton	Température à la réception (°C) :	12.0
Info. supplémentaires :	Point 3 Grosse roche		

Paramètres	Accr. *	Méthode Interne	Résultats	Unités	Date d'analyse	Laboratoire
Dureté totale	Non	ENVX-CHM-20			2025-09-18	QC
Résultat			<b>27</b>	mg CaCO3/L		
Matières en suspension	Oui	ENVX-CHM-03			2025-09-18	QC
Résultat			<b>&lt;3</b>	mg/L		
Argent extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Argent (Ag)			<b>&lt;0.0050</b>	mg/L		
Aluminium extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Aluminium (Al)			<b>0.06</b>	mg/L		
Arsenic extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Arsenic (As)			<b>&lt;0.003</b>	mg/L		
Baryum extractible	Oui	CHM35/ILCE69			2025-09-17	LG
Baryum (Ba)			<b>&lt;0.05</b>	mg/L		
Béryllium extractible	Non	ILCE-069			2025-09-17	LG

Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Association des Riverains du Lac Whitton  
 9995, Chemin Baillargeon  
 Nantes, Québec  
 G0Y 1G0  
**Tél.:** (514) 918-9230

Certificat : **4480768**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-30  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995311

Béryllium (Be)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Bore extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Bore (B)			<b>&lt;0.10</b>	mg/L	
Bismuth extractible	Non	ILCE69			2025-09-17 LG
Bismuth (Bi)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Calcium extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Calcium (Ca)			<b>8.10</b>	mg/L	
Cadmium extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Cadmium (Cd)			<b>&lt;0.0020</b>	mg/L	
Cobalt extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Cobalt (Co)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Chrome extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Chrome (Cr)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Cuivre extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Cuivre (Cu)			<b>&lt;0.005</b>	mg/L	
Fer extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Fer (Fe)			<b>&lt;0.10</b>	mg/L	

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Association des Riverains du Lac Whitton  
 9995, Chemin Baillargeon  
 Nantes, Québec  
 G0Y 1G0  
**Tél.:** (514) 918-9230

Certificat : **4480768**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-30  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

## Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995311

Mercure extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Mercure (Hg)			<b>&lt;0.0001</b>	mg/L	
Potassium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Potassium (K)			<b>&lt;1.0</b>	mg/L	
Lithium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Lithium (Li)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Magnésium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Magnésium (Mg)			<b>2.84</b>	mg/L	
Manganèse extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Manganèse (Mn)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Molybdène extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Molybdène (Mo)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Sodium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Sodium (Na)			<b>7.3</b>	mg/L	
Nickel extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Nickel (Ni)			<b>&lt;0.005</b>	mg/L	
Plomb extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Plomb (Pb)			<b>&lt;0.003</b>	mg/L	

### Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Association des Riverains du Lac Whitton  
 9995, Chemin Baillargeon  
 Nantes, Québec  
 G0Y 1G0  
**Tél.:** (514) 918-9230

Certificat : **4480768**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-30  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995311

Antimoine extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Antimoine (Sb)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Sélénium extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Sélénium (Se)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Silicium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Silicium (Si)			<b>1.43</b>	mg/L	
Étain extractible	Oui	ILCE69		2025-09-17	LG
Étain (Sn)			<b>&lt;0.050</b>	mg/L	
Strontium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Strontium (Sr)			<b>&lt;0.100</b>	mg/L	
Tellure extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Tellure (Te)			<b>&lt;0.1</b>	mg/L	
Titane extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Titane (Ti)			<b>&lt;0.100</b>	mg/L	
Thallium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG
Thallium (Tl)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Uranium extractible	Non	ILCE69		2025-09-17	LG

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Association des Riverains du Lac Whitton  
 9995, Chemin Baillargeon  
 Nantes, Québec  
 G0Y 1G0  
**Tél.:** (514) 918-9230

Certificat : **4480768**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-30  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995311

Uranium (U)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Vanadium extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Vanadium (V)			<b>&lt;0.010</b>	mg/L	
Zinc extractible	Oui	ILCE69			2025-09-17 LG
Zinc (Zn)			<b>&lt;0.020</b>	mg/L	
Zirconium extractible	Non	ILCE69			2025-09-17 LG
Zirconium (Zr)			<b>&lt;0.01</b>	mg/L	
Alcalinité(Carbonate-Bicarbonate)	Non	PC-EN-CHI-PON002			2025-09-17 LG
Alcalinité totale "Th"			<b>30</b>	mgCaCO3/L	
Bicarbonate			<b>30</b>	mgCaCO3/L	
Carbonate			<b>&lt;6</b>	mgCaCO3/L	
Alcalinité totale	Non	CHM31/PCEN-CHIPON002			2025-09-17 LG
Résultat			<b>30</b>	mgCaCO3/L	
Chlorures	Oui	PC-EN-CHI-PON028			2025-09-17 LG
Résultat			<b>8.97</b>	mg/L	
Azote ammoniacal	Oui	PC-EN-CHI-PON003			2025-09-23 LG
Résultat			<b>&lt;0.05</b>	mg N/L	

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

# CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Association des Riverains du Lac Whitton  
 9995, Chemin Baillargeon  
 Nantes, Québec  
 G0Y 1G0  
**Tél.:** (514) 918-9230

Certificat : **4480768**  
 Demande d'analyse : NA  
 Date du rapport: 2025-09-30  
 Projet client : Général (Particuliers) S  
 Bon de commande : 1133650  
 Chargé de projets :  
 Adresse courriel :

**Données sur le prélèvement**

Échantillon EnvironeX : 8995311

Nitrites et nitrates EP	Oui	PC-EN-CHI-PON028	2025-09-17	LG
Résultat		<b>&lt;0.02</b>	mg N/L	
Azote total Kjeldahl	Oui	PC-EN-CHI-PON008	2025-09-19	LG
Résultat		<b>&lt;0.8</b>	mg N/L	
Phosphores totaux	Oui	ILCE69	2025-09-17	LG
Résultat		<b>&lt;0.02</b>	mg/L	
Solides dissous	Oui	ILCE-043	2025-09-18	LG
Solide dissous		<b>89</b>	mg/L	
Carbone organique dissous (EU)	Non	PC-EN-CHI-PON004	2025-09-17	LG
Résultat		<b>7.8</b>	mg/L	
Carbone organique total (EU)	Oui	PC-EN-CHI-PON004	2025-09-17	LG
Résultat		<b>10.3</b>	mg/L	

Commentaires de l'échantillon : L'échantillon pour l'analyse du carbone organique dissous a été filtré et préservé au laboratoire dans un délai conforme.

**Avertissement** **Hors critères**

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
 TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.

## CERTIFICAT D'ANALYSES OFFICIEL

Association des Riverains du Lac Whitton  
9995, Chemin Baillargeon  
Nantes, Québec  
G0Y 1G0  
Tél.: (514) 918-9230

Certificat : **4480768**  
Demande d'analyse : NA  
Date du rapport: 2025-09-30  
Projet client : Général (Particuliers) S  
Bon de commande : 1133650  
Chargé de projets :  
Adresse courriel :

### Données sur le prélèvement

Échantillon EnvironeX : 8995311

Commentaires du certificat :

Approuvé par : Camille Gendron  
Camille Gendron, Chimiste à l'entraînement  
Site de Longueuil, Permis OCQ 2425-087

Avertissement Hors critères

\*\* Analyse accréditée par le CCN -- Accr. \* : Accréditation du MELCCFP -- NA : Non-Applicable -- TNI: Colonies trop nombreuses pour être identifiées  
TNC : Colonies trop nombreuses pour être comptées -- PNA : Paramètre non-accrédité

Laboratoire traitant : QC : Québec; LG : Longueuil; SH : Sherbrooke; ST : Sous-traitance externe / Méthode interne : CHM ou MBIO (méthodes QC) ; ILCE ou ILME (méthodes LG)

À moins d'une demande explicite du client, les échantillons d'analyse chimiques seront entreposés au maximum 21 jours après l'émission du certificat pour les paramètres dont le délai analytique le permet.

**Ce certificat ne peut être reproduit, sinon en entier, sans l'autorisation écrite du laboratoire. Résultats applicables qu'aux échantillons soumis à l'analyse.**

Tous les résultats d'analyse provenant de matrice solide sont calculés sur une base sèche, à moins d'avis contraires.