

## Fiche

# d'information : TOXICITÉ AIGUË DES EFFLUENTS MUNICIPAUX : RELATION ENTRE LES CONCENTRATIONS EN AZOTE AMMONIACAL ET LA TOXICITÉ DES EFFLUENTS MUNICIPAUX POUR LA TRUITE

---

## Objet

Cette fiche d'information présente la particularité des essais de toxicité réalisés avec la truite arc-en-ciel en lien avec la présence d'azote ammoniacal dans les eaux usées municipales. Elle présente aussi le portrait général des résultats obtenus de 2014 à 2018 inclusivement, avec la truite arc-en-ciel, à la suite du suivi réglementaire. Finalement, elle clarifie les limites de l'utilisation de la valeur aiguë finale à l'effluent (VAFe) comme indicateur d'une toxicité pour la truite. Les résultats d'essais de toxicité aiguë réalisés avec la daphnie ne font pas l'objet de cette fiche.

### 1. Toxicité de l'azote ammoniacal pour la vie aquatique et valeur aiguë finale à l'effluent (VAFe)

L'azote ammoniacal, sans être le seul élément contenu dans les effluents municipaux à pouvoir induire une toxicité aiguë, est souvent associé à la toxicité mesurée sur la truite arc-en-ciel. L'azote ammoniacal total est formé de  $\text{NH}_3$  non ionisé et de  $\text{NH}_4$  ionisé, les deux formes étant toxiques. Toutefois, le  $\text{NH}_3$  non ionisé constitue la forme la plus toxique. Or, la concentration du  $\text{NH}_3$  dans l'eau varie en fonction du pH et, dans une moindre mesure, de la température. C'est donc dire que, pour deux échantillons de même concentration d'azote ammoniacal total, la toxicité peut être différente en raison d'un pH distinct.

Des équations permettent de relier entre elles les concentrations d'azote ammoniacal, le pH, et la toxicité qui résulte de cette combinaison<sup>1</sup>. La VAFe de l'azote ammoniacal est tirée de l'une de ces équations qui relie entre elles les concentrations létales à 50 % mesurées sur divers organismes, avec les concentrations d'azote ammoniacal et le pH. Ces VAFe sont souvent présentées sous la forme d'un tableau (annexe 1).

La VAFe est fixée à partir d'effets observés sur un éventail d'organismes aquatiques (poissons, algues, crustacés, etc.), et non uniquement sur la truite arc-en-ciel. Elle est établie pour le produit pur, dilué dans une eau de laboratoire. Elle donne donc une information différente de celle fournie par les résultats obtenus à partir d'essais de toxicité sur des effluents complexes, testés avec la truite uniquement. De fait, les effluents municipaux contiennent plusieurs contaminants dont les effets combinés peuvent mener à une toxicité plus élevée ou plus faible que celle de l'azote ammoniacal considéré uniquement.

La VAFe sert généralement à évaluer les risques associés à un rejet de courte durée<sup>2</sup>, ou à identifier les effluents les plus susceptibles de générer un effluent toxique en l'absence de suivi avec des essais de toxicité. Avant l'adoption du Règlement sur les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées (ROMAEU), en l'absence de données réelles sur la toxicité aiguë pour la truite arc-en-ciel, la VAFe était utilisée comme indicateur du potentiel de toxicité des effluents des stations d'épuration. Les résultats d'essais de toxicité aiguë obtenus par le suivi réglementaire nous permettent maintenant de préciser, pour ce secteur, les risques de toxicité aiguë pour la truite arc-en-ciel en lien avec la présence d'azote ammoniacal.

### 2. Particularité des essais de toxicité réalisés avec la truite arc-en-ciel sur les effluents municipaux

Le résultat de l'essai de toxicité aiguë pour la truite arc-en-ciel réalisé selon la méthode exigée par le ROMAEU peut être, dans certains cas, un faux positif, lorsque l'essai est réalisé sur un effluent d'eaux usées municipales sans procédure de stabilisation du pH.

---

<sup>1</sup> US EPA, 2013

<sup>2</sup> Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet, chap. 8.  
[www.environnement.gouv.qc.ca/eau/oer/index.htm](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/oer/index.htm)

En effet, dans les échantillons d'effluents d'eaux usées contenant de la matière organique, notamment ceux des stations d'épuration municipales, la teneur en dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) peut être élevée en raison d'une forte activité microbiologique. L'aération de ces échantillons, qui fait partie du protocole, peut provoquer l'augmentation du pH en raison de la perte de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Or, tel qu'il a été mentionné, la toxicité de l'azote ammoniacal augmente en fonction du pH de l'échantillon. Il est donc possible qu'un résultat positif soit attribuable à la hausse du pH survenue pendant l'essai. Ce résultat n'est pas représentatif de la toxicité de l'échantillon initial ou de ce qui peut survenir dans le milieu.

Ce biais est éliminé en combinant la procédure de stabilisation du pH SPE 1/RM/50<sup>3</sup> à la méthode SPE 1/RM/13. La procédure de stabilisation du pH a pour but de remplacer le CO<sub>2</sub> perdu à cause de l'aération. Elle consiste à maintenir le pH durant l'essai à la valeur où il se trouvait initialement dans les échantillons. Il est donc important d'utiliser la procédure de stabilisation du pH pour faire les essais avec la truite arc-en-ciel afin d'éliminer d'éventuels biais induits par les variations du pH et la présence d'azote ammoniacal. Lorsqu'un échantillon demeure toxique alors que la procédure de stabilisation du pH est utilisée, on peut parler de toxicité avérée.

Cette procédure ne s'applique pas à l'essai de toxicité aiguë réalisé avec la daphnie puisque cette espèce est peu sensible à l'azote ammoniacal, contrairement à la truite arc-en-ciel.

### 3. Portrait des résultats de toxicité pour la truite (2014-2018)

Les résultats des essais de toxicité pour la truite réalisés de 2014 à 2018 ont permis de faire certains constats. Les premières années ont permis le l'ajustement des essais et la coordination des intervenants, notamment les municipalités et le ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MELCC), ainsi que le développement du système de suivi SOMAEU, par lequel les municipalités transmettent leurs résultats d'essais de toxicité par voie électronique depuis janvier 2017. Le nombre de stations ayant fourni des résultats est passé de 92 en 2014 à 192 en 2018. Dans les premières années, de nombreux essais n'étaient pas réalisés avec la procédure de stabilisation du pH, ce qui entraînait un plus grand nombre de résultats toxiques faux positifs. Avec l'utilisation plus fréquente de la procédure avec stabilisation du pH, la proportion d'essais non létaux a augmenté d'année en année.

Pour les années 2017 et 2018, des résultats ont été obtenus de 187 et 192 stations, respectivement, pour un total de 1 536 essais valides. On entend par « essais valides » les résultats létaux et non létaux obtenus avec la procédure de stabilisation du pH, ainsi que les résultats non létaux obtenus sans cette procédure.

Au total, 33 résultats individuels sur 1 536 (premier essai ou reprise) se sont avérés létaux pour la truite arc-en-ciel (tableau 1). En nombre de municipalités, cela représente 22 municipalités, en deux ans, à avoir présenté, à un moment ou à un autre, un échantillon toxique. Près de la moitié de ces événements toxiques n'ont pas été confirmés avec un essai de reprise. On a confirmé la toxicité de l'effluent de treize de ces municipalités, et un maximum de quatre autres municipalités auraient pu s'ajouter. Comme ces dernières n'ont pas procédé à leurs essais de reprise, il est impossible de déterminer le résultat final.

#### Concentration en azote ammoniacal, pH et toxicité

Pour établir un lien entre la concentration en azote ammoniacal total, le pH et la toxicité, l'ensemble des 1 536 échantillons individuels, toutes municipalités confondues, ont été considérés. Les concentrations en azote ammoniacal total ont varié de 0 à 38 milligrammes par litre (mg/l) (avec deux cas à 42 et 98 mg/l) dans les essais non létaux, et de 2,2 à 60 mg/l dans les essais létaux avec stabilisation du pH. Sur les 33 échantillons toxiques, six avaient une concentration en azote ammoniacal trop basse pour être en cause, et on ne rapportait aucune concentration en azote ammoniacal dans neuf autres échantillons.

Le chevauchement important de la plage de concentrations en azote ammoniacal montre que les concentrations seules ne permettent pas de prévoir la toxicité potentielle d'un effluent et que le pH de l'échantillon d'effluent fait varier grandement cette toxicité.

---

<sup>3</sup> Environnement Canada, 2008.

En ce qui concerne l'effet du pH, la plus grande proportion de résultats toxiques se situait à un pH au-dessus de 7,5 (tableau 1).

Tableau 1. Résultats des essais individuels valides, obtenus en fonction du pH, comptabilisés en 2017 et 2018

pH	n	Cas non létaux	Cas létaux	Fréquence relative de cas non létaux	Fréquence relative de cas létaux
pH < 7	103	102	1	99 %	1,0 %
7 < pH < 7,5	640	633	7	99 %	1,1 %
7,5 < pH < 8	483	467	16	97 %	3,3 %
8 < pH < 8,5	60	57	3	95 %	5,0 %
pH > 8,5	4	4	0	100 %	0,0 %
pH non indiqué	246	240	6	98 %	2,4 %
TOTAL	1 536	1 503	33	98 %	2,1 %

n : nombre d'échantillons toutes concentrations d'azote ammoniacal confondues

À noter :

- Un seul cas léthal à un pH inférieur à 7 a été rapporté, et celui-ci ne serait pas lié à la présence d'azote ammoniacal en raison de la concentration très basse de celui-ci (2,15 mg/l);
- Seuls quatre échantillons présentaient des pH supérieurs à 8,5, et ils ne se sont pas avérés létaux en raison de concentrations très basses en azote ammoniacal (1,9 et 5,4 mg/l pour deux d'entre eux, et sans information pour les deux autres).

À ces 1 536 échantillons, auraient pu s'ajouter 170 autres échantillons pour lesquels la létalité observée n'a pu être validée faute d'essais de toxicité avec la procédure de stabilisation du pH. La majorité de ces échantillons présentaient des concentrations en azote ammoniacal suffisamment basses pour qu'on suspecte plutôt la hausse du pH, durant les essais, comme cause de la toxicité. De fait, en utilisant la VAFé à titre d'indicateur de la concentration en azote ammoniacal susceptible d'entraîner une toxicité aiguë pour la truite, ce sont 138 de ces échantillons qui n'auraient pas été toxiques si le pH avait été stabilisé durant l'essai. Sachant que la VAFé est un indicateur très « sécuritaire » pour prédire la toxicité aiguë des effluents municipaux pour la truite (tableau 2), le nombre de résultats non toxiques aurait été, en réalité, beaucoup plus élevé.

#### Validation de la VAFé

Une analyse statistique des résultats obtenus pour lesquels les données de pH, d'azote ammoniacal et de toxicité étaient complètes (1 043 échantillons, pour 24 cas létaux) montre que la VAFé théorique de l'azote ammoniacal est une concentration en-dessous de laquelle la probabilité d'obtenir une toxicité aiguë (50 % de mortalité), même pour la truite, qui fait partie des organismes les plus sensibles à cette forme d'azote, est très faible (tableau 2).

En effet, en considérant chacun des 1 043 échantillons, qu'il s'agisse du premier essai ou d'un essai de reprise, on obtient une proportion de cas létaux de 1% (7/947) lorsque la VAFé est respectée (toutes concentrations confondues sous la VAFé) alors que, lorsque la VAFé est dépassée (toutes concentrations confondues, mêmes celles avec des dépassements élevés), la proportion de cas létaux est de 18 % (17/96).

Tableau 2. Concordance entre la VAFe et les résultats des essais de toxicité réalisés avec la truite arc-en-ciel\*

VAFe (US EPA, 1986)	Non toxique et non léthal	Toxique et léthal	TOTAL*
VAFe respectée	940	7	947
VAFe dépassée	79	17	96
<b>TOTAL</b>	1 019	24	1 043

\* Le nombre total d'échantillons est inférieur aux 1 536 échantillons (n) présentés au tableau 1, car ici, seuls les échantillons dont la toxicité, le pH et la concentration en azote ammoniacal ont été fournis ont pu faire partie de l'analyse. Le pH n'est pas toujours bien rapporté.

Le nombre élevé de faux positifs observés, même pour des échantillons qui dépassent la VAFe, confirme que, pour les effluents municipaux, la VAFe de l'azote ammoniacal est un indicateur trop « sécuritaire » pour prédire la létalité pour la truite. Par conséquent, l'interprétation de la VAFe se limite uniquement à dire que son respect est un indicateur de l'absence de toxicité aiguë liée à l'azote ammoniacal. Selon les analyses effectuées, la probabilité que l'effluent soit toxique est très faible lorsque la VAFe est respectée, et cette probabilité augmente graduellement avec l'ampleur du dépassement pour atteindre une probabilité de 100 % à une valeur qui peut être de plusieurs fois la valeur de la VAFe.

#### 4. Utilisations de la VAFe

##### a. Utilisation de la VAFe en l'absence d'essais de toxicité

Compte tenu de ces constats, la VAFe ne doit plus être employée directement pour prévoir la toxicité aiguë des effluents municipaux pour la truite arc-en-ciel. Elle ne peut être utilisée pour une application réglementaire ou une vérification de conformité. Dans la note d'instructions 18-03, « Installation d'équipements de traitement supplémentaires pour la réduction de l'azote ammoniacal dans les stations d'épuration de petite et très petite taille », le dépassement de la VAFe ne doit pas être utilisé pour exiger la réalisation d'essais de toxicité ou d'un [plan correcteur](#) pour les stations qui ne sont pas visées par l'obligation réglementaire d'effectuer des essais de toxicité.

##### b. Utilisation de la VAFe pour interpréter les résultats toxiques (létaux)

###### Résultats obtenus avec la procédure de stabilisation du pH

Ce sont généralement des concentrations nettement au-dessus de la VAFe ou à des pH élevés qui ont présenté une toxicité avec la procédure de stabilisation du pH.

La VAFe peut toutefois servir à écarter l'azote ammoniacal comme cause d'une toxicité observée. Pour les effluents qui se sont avérés toxiques avec la procédure de stabilisation du pH, et qui respectent la VAFe, un autre contaminant est vraisemblablement en cause.

###### Résultats obtenus sans la procédure de stabilisation du pH

Compte tenu des résultats réels obtenus, le dépassement de la VAFe n'apparaît plus comme un bon indicateur de la létalité réelle d'un échantillon qui s'est avéré léthal à partir d'un essai sans stabilisation du pH. Il est donc plus pertinent de demander la réalisation d'essais avec contrôle du pH (SPE 1/RM/50), comme le recommande la fiche d'information « [Plan correcteur à réaliser lors d'un essai positif de toxicité aiguë à l'effluent d'une station d'épuration municipale](#) ».

#### 5. Conclusions

- Les premières années de suivi de la toxicité aiguë ont permis aux différents intervenants (municipalités et MELCC) de mettre au point leurs procédures et de se coordonner.

- L'utilisation de la procédure d'essai avec stabilisation du pH a permis de réduire le nombre d'essais qui semblaient létaux au départ. La procédure est donc essentielle pour valider le résultat lorsqu'un premier échantillon s'avère toxique avec la procédure sans stabilisation du pH.
- Moins d'une dizaine de municipalités par année ont obtenu un ou plusieurs résultats toxiques confirmés. Aucune n'a présenté de toxicité tous les trimestres.
- La VAFe est un bon indicateur de l'absence de risque de toxicité en lien avec la présence d'azote ammoniacal, mais son dépassement ne signifie pas, dans la majorité des cas, un résultat létaux pour la truite.

## Références

ENVIRONNEMENT CANADA. *Procédure de stabilisation du pH pendant un essai de létalité aiguë d'un effluent d'eau usée chez la truite arc-en-ciel*, Centre des sciences et technologies environnementales, Direction des sciences et de la technologie, 2008, SPE 1/RM/50.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENT CLIMATIQUES (MELCC), 2019. *Critères de qualité de l'eau de surface au Québec*. [En ligne] [www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (MDDEP), 2007. *Calcul et interprétation des objectifs environnementaux de rejet pour les contaminants du milieu aquatique*, 2<sup>e</sup> édition, Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, Direction du suivi de l'état de l'environnement, ISBN-978-2-550-49172-9 (PDF), 56 p. et 4 annexes.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (US EPA), 2013. *Aquatic life ambient water quality criteria for ammonia – freshwater*, Washington, DC, Office of Water, Office of Science and Technology, EPA 822-R-18-002, 85 p. et 14 annexes.

**Annexe 1 : Valeur aiguë finale à l'effluent\* de l'azote ammoniacal total (mg-N/l) à une température de 15 degrés Celsius**

pH	Valeur aiguë finale à l'effluent (VAFe) US EPA, 1986	Valeur aiguë finale à l'effluent (VAFe) US EPA, 2013
	Valeurs qui ont cours (mg/l-N)	Valeurs mises à jour (mg/l-N)
6,5	49	66
6,6	48	62
6,7	46	60
6,8	44	56
6,9	42	52
7,0	39	48
7,1	37	44
7,2	34	40
7,3	31	36
7,4	28	30
7,5	25	26
7,6	22	22
7,7	19	19
7,8	16	16
7,9	14	14
8,0	11	11
8,1	9,1	9,2
8,2	7,3	7,6
8,3	5,8	6,4
8,4	4,7	5,2
8,5	3,8	4,2
8,6	3,1	3,6
8,7	2,5	3
8,8	2,1	2,4
8,9	1,7	2
9,0	1,4	1,8

\* Les valeurs de 2013 remplaceront celles de 1986 sur le site Web du MELCC dans un avenir rapproché<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> [www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres\\_eau/index.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/eau/criteres_eau/index.asp)