



Environment and  
Climate Change Canada

Environnement et  
Changement climatique Canada

# **Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux visant le cuivre**

## **Outil du modèle du ligand biotique et manuel de l'utilisateur**

**Bureau national des recommandations et des normes  
Environnement et Changement climatique Canada  
351, boulevard St-Joseph  
Gatineau (Québec)  
K1A 0H3**

Avril 2021

## Table des matières

---

|  |            |
|--|------------|
| <b>Table des matières</b>  | <b>i</b>   |
| <b>Figures</b>   | <b>iii</b> |
| <b>Tableaux</b>  | <b>iii</b> |
| <b>Acronymes</b>   | <b>v</b>   |
| <b>Coordonnées</b>   | <b>vi</b>  |
| <b>Remerciements</b>   | <b>vii</b> |
| <b>1 Introduction</b>  | <b>1</b>   |
| <b>2 Configuration et installation</b>   | <b>1</b>   |
| 2.1 EXIGENCES DU SYSTÈME   | 1          |
| 2.2 INSTALLER LE PROGRAMME BLM POUR WINDOWS®   | 1          |
| <b>3 Démarrer l'application</b>  | <b>2</b>   |
| <b>4 Exécuter l'application</b>  | <b>3</b>   |
| 4.1 DESCRIPTION DE L'INTERFACE   | 3          |
| 4.2 ONGLET D'ENTRÉE DES DONNÉES CHIMIQUES DU SITE  | 4          |
| 4.2.1 Nom du site et nom de l'échantillon  | 6          |
| 4.2.2 Température  | 6          |
| 4.2.3 pH   | 6          |
| 4.2.4 Carbone organique dissous  | 6          |
| 4.2.5 Proportion d'acide humique du COD  | 7          |
| 4.2.6 Concentrations de cuivre   | 7          |
| 4.2.7 Cations majeurs  | 7          |
| 4.2.8 Anions majeurs   | 8          |
| 4.2.9 Alcalinité   | 8          |
| 4.3 ONGLET SUR LES DONNÉES CHIMIQUES SIMPLES   | 9          |
| 4.3.1 Dureté   | 10         |
| 4.3.2 Ratio d'ions   | 10         |
| 4.3.3 pCO <sub>2</sub>   | 12         |
| 4.3.4 Processus de transformation des données chimiques simplifiées en données chimiques complètes | 13         |
| 4.4 BARRE DE MENU  | 14         |
| 4.4.1 Fichier  | 15         |
| 4.4.2 Éditer   | 15         |
| 4.4.3 Options  | 16         |
| 4.4.4 Entrées  | 16         |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.4.5    | Aide  | 17        |
| 4.4.6    | Langue  | 17        |
| 4.5      | MENU DES RACCOURCIS                                 | 18        |
| 4.5.1    | Ouvrir un fichier                                   | 19        |
| 4.5.2    | Enregistrer le fichier                              | 19        |
| 4.5.3    | Vérifier les données d'entrée                       | 19        |
| 4.5.4    | Exécuter le BLM                                     | 21        |
| 4.6      | DESCRIPTION DU FICHIER DE DONNÉES                   | 21        |
| 4.7      | DESCRIPTION DE L'ÉLÉMENT                            | 21        |
| 4.8      | DESCRIPTION DES FICHIERS DE RÉSULTATS               | 21        |
| 4.8.1    | Caractéristiques du site                            | 25        |
| 4.8.2    | Résultats   | 26        |
| 4.8.3    | Annexe I  | 26        |
| 4.9      | TRAITEMENT DE LOT                                   | 26        |
| 4.9.1    | Type de fichier                                     | 27        |
| 4.9.2    | Fichier(s) de données                               | 28        |
| 4.9.3    | Format d'entrée                                     | 28        |
| 4.9.4    | Tableau des composantes                             | 28        |
| 4.9.5    | Taille du lot                                       | 29        |
| 4.9.6    | Répertoire de résultats                             | 29        |
| 4.9.7    | Exécuter  | 29        |
| <b>5</b> | <b>Application exemple</b>                          | <b>29</b> |
| <b>6</b> | <b>Désinstaller le BLM</b>                          | <b>30</b> |
| <b>7</b> | <b>Références</b>                                   | <b>31</b> |
|          | <b>Annexe : Fourchette des paramètres au Canada</b> | <b>32</b> |

## Figures

---

|   |    |
|---|----|
| Figure 2-1. Écran d'accueil du programme de configuration de l'outil BLM .....  | 2  |
| Figure 3-1. Écran d'accueil de l'interface Windows® de l'outil BLM.....   | 3  |
| Figure 4-1. Aperçu de l'interface Windows de l'outil BLM®.....  | 4  |
| Figure 4-2. Colonnes destinées à l'entrée de données dans l'interface Windows® de l'outil BLM .....   | 5  |
| Figure 4-3. Aperçu des données de chimie simplifiée du site à entrer et de ratios d'ions .....  | 10 |
| Figure 4-4. Carte du Canada illustrant les écozones utilisées comme unités spatiales pour le calcul des ratios d'ions du tableau 4-1. Les cercles noirs indiquent les lieux de prélèvement d'échantillons pour obtenir des données de surveillance de la qualité des eaux de surface..... | 11 |
| Figure 4-5. Aperçu de l'option « Fichier » du menu .....  | 15 |
| Figure 4-6. Aperçu de l'option « Éditer » du menu .....   | 16 |
| Figure 4-11. Icônes du menu des raccourcis .....  | 19 |
| Figure 4-12. Exemple d'un rapport de vérification des données d'entrée produit par la fonction de vérification des données d'entrée .....   | 21 |
| Figure 4-13. Distribution de la sensibilité des espèces propres à un site pour le cuivre, selon le modèle le mieux adapté pour les paramètres de toxicité à long terme de 33 espèces aquatiques .....   | 23 |
| Figure 4-14. Exemple d'un fichier texte de résultats contenant des données normalisées sur les conditions chimiques de l'eau d'un site transposées en graphique de la distribution de la sensibilité des espèces .....  | 25 |
| Figure 4-15. Boîte de dialogue de l'utilitaire d'exécution des lots .....   | 27 |
| Figure 5-1. Exemple d'une fenêtre de notifications indiquant la fin d'un traitement du BLM .  | 30 |

## Tableaux

---

|  |    |
|--|----|
| Tableau 4-1. Ratios d'ions médianes du Canada et de l'Amérique du Nord, ratios d'ions des écozones du Canada ..... | 12 |
| Tableau 4-2. Fourchettes prescrites pour les paramètres d'entrée du BLM.....                                       | 20 |

## Appendix Tables

|   |    |
|---|----|
| Tableau A- 1. Fourchettes et quantiles de la concentration du cuivre des données de surveillance canadiennes (en µg/L). ..... | 33 |
|---|----|

|   |    |
|---|----|
| Tableau A- 2. Fourchettes et quantiles de température des données de surveillance canadiennes (en degrés Celsius). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour la température sont de 8,5 à 27 degrés Celsius.....  | 34 |
| Tableau A- 3. Fourchettes et quantiles de pH des données de surveillance canadiennes. Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le pH sont de 5,5 à 8,75. ....  | 35 |
| Tableau A- 4. Fourchettes et quantiles du carbone organique dissous (COD) des données de surveillance canadiennes (en mg C/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le COD sont de 0,2 à 33,4 mg C/L. ....   | 36 |
| Tableau A- 5. Fourchettes et quantiles de dureté des données de surveillance canadiennes (en mg/L de CaCO <sub>3</sub> ). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour la dureté sont de 7,9 à 525 mg/L de CaCO <sub>3</sub> .....   | 37 |
| Tableau A- 6. Fourchettes et quantiles de calcium des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le calcium sont de 2,2 à 160,3 mg/L. ....  | 38 |
| Tableau A- 7. Fourchettes et quantiles de magnésium des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le magnésium sont de 0,49 à 36,3 mg/L.....   | 39 |
| Tableau A- 8. Fourchettes et quantiles du sodium des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le sodium sont de 1,2 à 505,8 mg/L. ....  | 40 |
| Tableau A- 9. Fourchettes et quantiles du potassium des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le potassium varient entre 0,2 et 10,4 mg/L.....   | 41 |
| Tableau A- 10. Fourchettes et quantiles du sulfate des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le sulfate sont de 0,5 à 330 mg/L. ....   | 42 |
| Tableau A- 11. Fourchettes et quantiles du chlorure des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le chlorure sont de 0,2 à 989,1 mg/L.....  | 43 |
| Tableau A- 12. Fourchettes et quantiles de l'alcalinité des données de surveillance canadiennes, les données manquantes ont été complétées en convertissant la CID et le pH en alcalinité (en mg/L de CaCO <sub>3</sub> ). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour l'alcalinité sont de 0,007 à 325,91 mg/L de CaCO <sub>3</sub> . .... | 44 |
| Tableau A- 13. Fourchettes et quantiles du carbone inorganique dissous (CID) des données de surveillance canadiennes, les données manquantes ont été complétées en convertissant l'alcalinité et le pH en CID (en mmol/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le CID sont de 0,0162 à 6,37 mmol/L. ....                            | 45 |

## Acronymes

| Acronyme                       | Définition  |
|--------------------------------|---|
| BLM                            | Biotic Ligand Model   |
| Ca                             | calcium   |
| Ca <sup>2+</sup>               | ion calcium   |
| CaCO <sub>3</sub>              | carbonate de calcium  |
| CEC                            | Commission de coopération environnementale                  |
| Cl                             | chlore  |
| CO <sub>3</sub>                | carbonate   |
| Cu                             | cuiivre   |
| CID                            | carbone inorganique dissous                                 |
| COD                            | carbone organique dissous                                   |
| COT                            | carbone organique total                                     |
| DSS                            | distribution de la sensibilité des espèces                  |
| ECCC                           | Environnement et Changement climatique Canada               |
| H <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | acide carbonique  |
| CD <sub>5</sub>                | 5e centile de la distribution de la sensibilité des espèces |
| HCO <sub>3</sub>               | bicarbonate   |
| K                              | potassium   |
| Mg                             | magnésium   |
| Na                             | sodium  |
| MON                            | matière organique naturelle                                 |
| pCO <sub>2</sub>               | pression partielle du dioxyde de carbone dans l'air         |
| QA/QC                          | assurance qualité / contrôle de la qualité                  |
| RFQE                           | recommandations fédérales pour la qualité des eaux          |
| SO <sub>4</sub>                | sulfate   |
| VEG                            | valeur (de distribution) extrême généralisée                |
| WHAM                           | Windermere Humic Aqueous Model                              |

## **Coordonnées**

---

Coordonnateur du projet :

Sushil S. Dixit, Ph.D.

Bureau national des recommandations et des normes

Environnement et Changement climatique Canada

Gatineau, Québec K1A 0A3

Téléphone : 819-938-5079

Courriel : [sushil.dixit@canada.ca](mailto:sushil.dixit@canada.ca)

Requête par courriel concernant l'outil BLM : [EC.RQE-EQG.EC@Canada.ca](mailto:EC.RQE-EQG.EC@Canada.ca)

Créateurs de l'outil BLM :

Robert Santore

Windward Environmental LLC

Téléphone : 206-812-5450

Courriel : [roberts@windwardenv.com](mailto:roberts@windwardenv.com)

Kelly Croteau

Windward Environmental LLC

Téléphone : 206-812-5452

Courriel : [kellyc@windwardenv.com](mailto:kellyc@windwardenv.com)

## **Remerciements**

---

La rédaction des recommandations fédérales pour la qualité des eaux visant le cuivre a été dirigée par Sushil Dixit du Bureau national des recommandations et des normes (BNRN) d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC). Robert Santore de Windward Environmental, LLC (Windward) a fourni l'expertise technique tout au long du projet et a créé l'outil du modèle du ligand biotique (BLM) pour ECCC. Les droits d'auteur du logiciel BLM appartiennent à ECCC.

Doug Spry, Tamzin El-Fityani, Kathleen McTavish et Rachel DeJong du BNRN et Rachel Bouwhuis et Joël Gauthier de la Division de l'évaluation écologique ont fourni des conseils scientifiques et techniques précieux au cours de ce projet. Erica Tudo (étudiante coop) a aidé à recueillir les données, Guramrit Braich (étudiant coop) a compilé les données de surveillance de la qualité de l'eau au Canada obtenues des programmes de surveillance d'ECCC et des ensembles de données fournis par les provinces et les territoires et Anika Gnaedinger (étudiante coop) a participé à la traduction du logiciel en français. Kelly Croteau (Windward) a offert un soutien très utile pour le logiciel BLM et les analyses de données connexes. Luis Cruz (USEPA) et Ali Azizishirizi (BC Ministry of Environment and Climate Change Strategy) ont partagé des données de toxicité en milieu aquatique et participé à des discussions techniques.

Chris Mebane (USGS), Graham Merrington (wca), Jim McGeer (Wilfrid Laurier University) et Luis Cruz (USEPA) ont formulé des commentaires utiles sur l'examen par les spécialistes des recommandations fédérales pour la qualité des eaux visant le cuivre et pour le logiciel BLM.

## **1 Introduction**

---

Le logiciel du modèle du ligand biotique (BLM) d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) calcule les recommandations fédérales pour la qualité des eaux (RFQE) visant le cuivre en analysant la base de données sur la toxicité chronique pour les poissons, les invertébrés et les végétaux. Le BLM sert à normaliser la base de données sur la toxicité aux conditions chimiques propres à un site, tout en tenant compte des effets des paramètres chimiques de l'eau sur la biodisponibilité. La base de données sur la toxicité chronique normalisée sert alors de base à la détermination de la distribution de la sensibilité des espèces (DSE), qui représente la fourchette de la sensibilité des organismes aquatiques. Le 5<sup>e</sup> centile de la DSE (CD<sub>5</sub>/RFQE) est estimé à l'aide d'une fourchette de modèles de distribution, et des résultats conviviaux sont fournis. Une description technique détaillée des RFQE visant le cuivre est présentée dans ECCC (2021).

## **2 Configuration et installation**

---

### 2.1 Exigences du système

Le programme BLM pour Windows<sup>®</sup> été conçu pour être utilisé dans un PC utilisant Microsoft Windows<sup>®</sup>. Les exigences en ce qui a trait à la mémoire du programme BLM pour Windows<sup>®</sup> sont modestes et ne devraient pas nuire à l'exécution d'autres programmes résidents.

### 2.2 Installer le programme BLM pour Windows<sup>®</sup>

Pour installer le programme du BLM pour l'interface Windows<sup>®</sup> à l'aide du fichier de configuration « BLM\_EnvCanCu\_Users\_1.20\_setup.exe », double-cliquez sur le fichier et suivez les instructions. La première instruction sera de choisir la langue à utiliser au cours de l'installation et la langue de départ de l'interface Windows<sup>®</sup> du BLM. L'utilisateur peut changer la langue de l'interface du BLM plus tard au besoin (voir section 4.4.6). Le programme d'installation (Figure 2-1) guidera l'utilisateur à travers un processus d'installation relativement simple et demandera à l'utilisateur l'endroit où il souhaite installer les fichiers nécessaires. Au cours de l'installation, un raccourci vers le programme BLM pour Windows<sup>®</sup> sera créé dans le sous-menu « Programmes » du menu « Démarrer » du poste de travail Microsoft Windows<sup>®</sup>. Le programme BLM pour Windows<sup>®</sup> sera également enregistré dans le registre du système pour rendre les fichiers de données de BLM créés par l'utilisateur accessibles en simplement double-cliquant sur le nom du fichier.

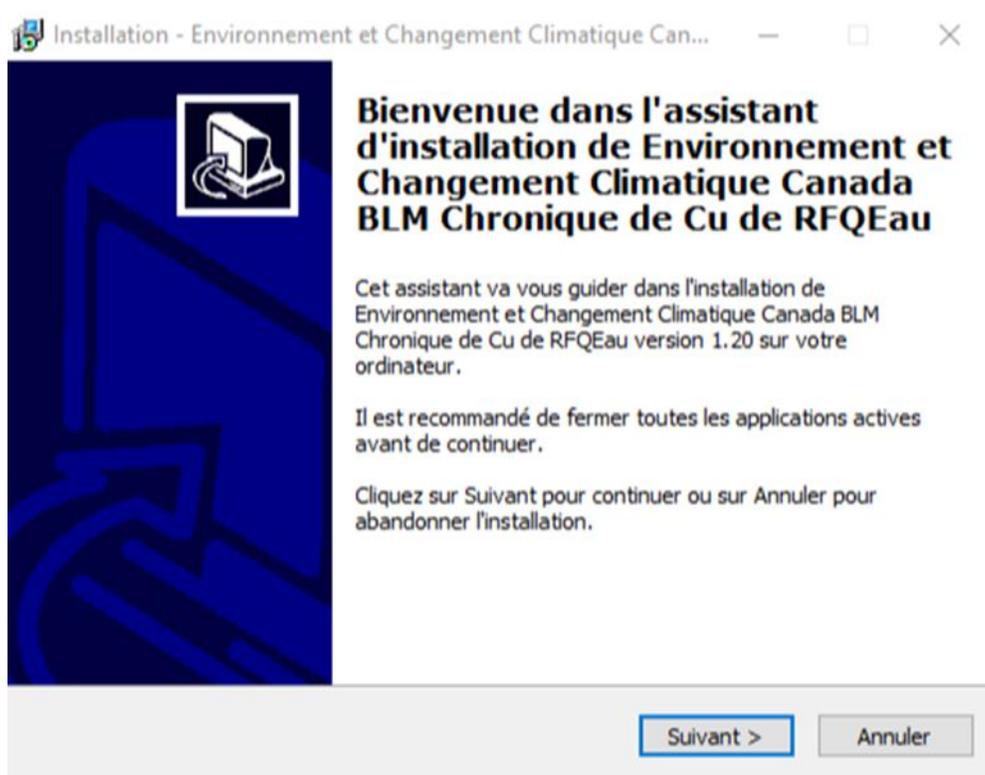


Figure 2-1. Écran d'accueil du programme de configuration de l'outil BLM

### **3 Démarrer l'application**

---

Pour démarrer le programme BLM pour Windows®, l'utilisateur doit choisir l'application de la façon suivante : « Démarrer », « Programmes », « Biotic Ligand Model », « Environnement et Changement climatique Canada Chronic Cu BLM, Version 1.20 » sur le poste de travail Microsoft Windows®. Après avoir démarré le programme, l'utilisateur peut basculer de la version anglaise à la version française en cliquant sur l'onglet « Langue », comme il est illustré à la figure 3-1.

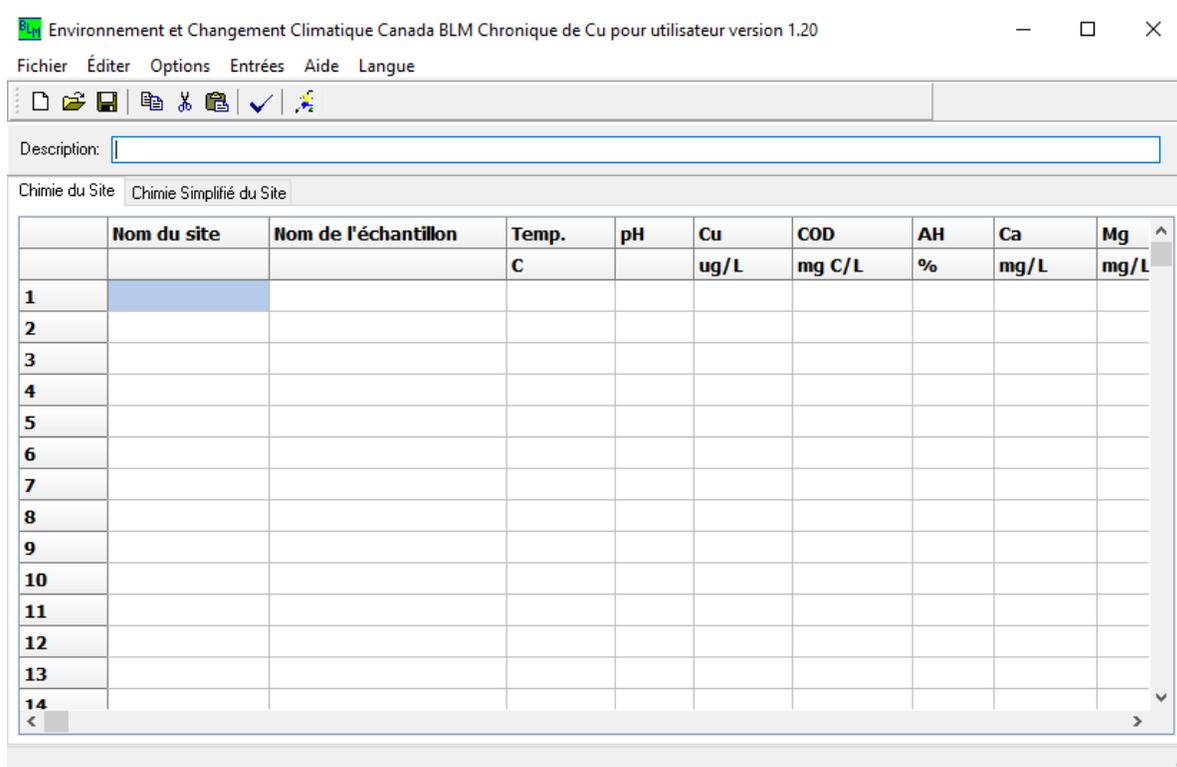


Figure 3-1. Écran d'accueil de l'interface Windows® de l'outil BLM

Si l'utilisateur a déjà créé un fichier de données BLM à l'aide de l'interface Windows® du BLM, le fichier peut être ouvert directement juste en double-cliquant sur le nom du fichier dans un gestionnaire de fichiers comme Explorateur de Microsoft Windows®.

## **4 Exécuter l'application**

Les sous-sections suivantes décrivent les différentes fonctions et fonctionnalités de l'interface BLM Windows® et l'utilisation des diverses capacités de prédiction du BLM.

### 4.1 Description de l'interface

La Figure 4-1 illustre un aperçu du programme BLM pour Windows®. Le principal objectif de la présente section du programme est d'offrir un éditeur facile à utiliser pour créer des fichiers d'entrée contenant des données chimiques sur l'eau destinées au BLM, faciliter les vérifications et valider l'entrée de données de l'utilisateur pour divers paramètres, vérifier si les valeurs entrées pour un paramètre donné se situent dans la fourchette pour laquelle le BLM a été calibré, et exécuter le BLM pour calculer les RFQE visant le cuivre propres à un site ou à un échantillon d'eau en particulier.

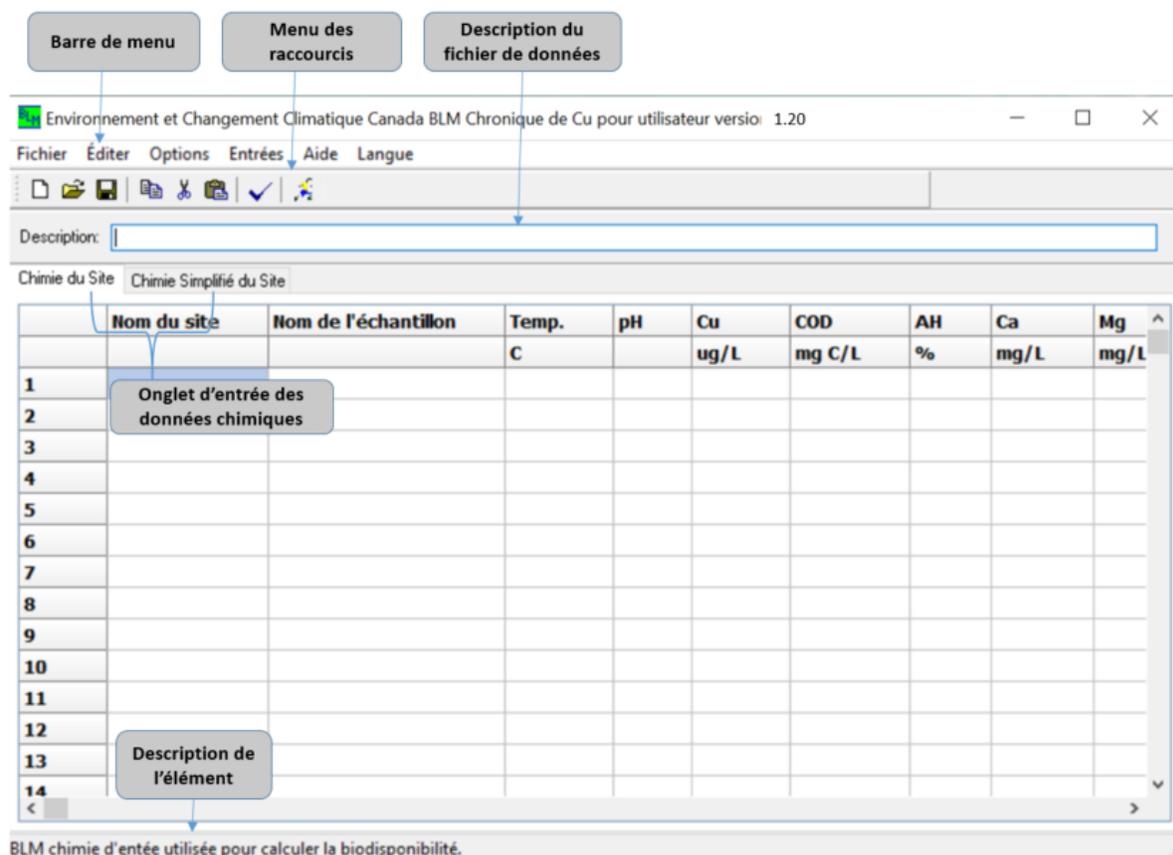
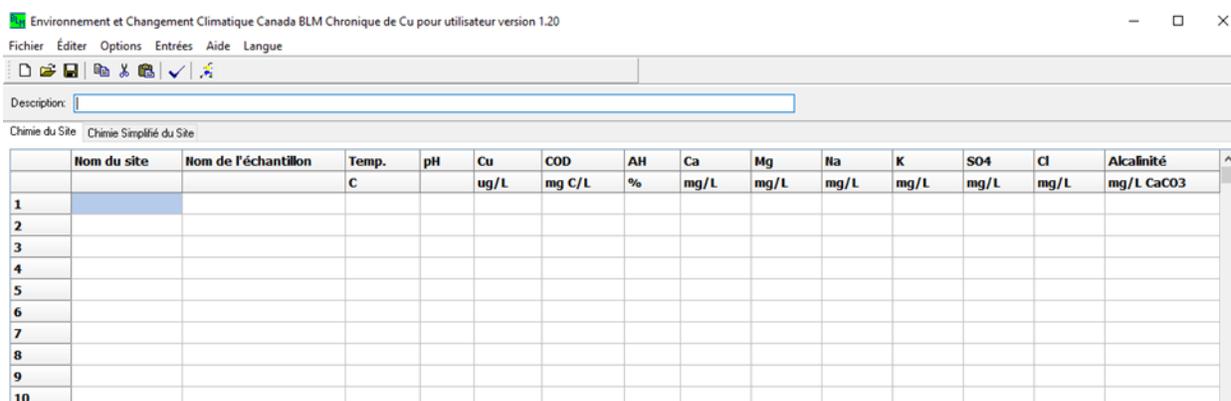


Figure 4-1. Aperçu de l'interface Windows de l'outil BLM®

Comme il est illustré à la Figure 4-1, la fenêtre de l'interface est divisée en cinq grandes zones selon les fonctionnalités. Chacune de ces zones est décrite dans les sous-sections qui suivent.

#### 4.2 Onglet d'entrée des données chimiques du site

Cette zone de la fenêtre de l'interface contient un éditeur sous forme de tableau, qui organise les différents paramètres d'entrée du BLM sous forme de colonnes, de sorte que les données chimiques de chaque échantillon d'eau peuvent être inscrites sur une rangée distincte. Outre les données chimiques de l'eau, deux autres colonnes sont aussi fournies pour identifier les sites et les échantillons décrits dans un fichier de données BLM donné. La Figure 4-2 montre les différentes colonnes généralement mises à la disposition de l'utilisateur pour l'entrée des données.



Environnement et Changement Climatique Canada BLM Chronique de Cu pour utilisateur version 1.20

Fichier Éditer Options Entrées Aide Langue

Description: [ ]

Chimie du Site Chimie Simplifié du Site

|    | Nom du site | Nom de l'échantillon | Temp. | pH | Cu   | COD    | AH | Ca   | Mg   | Na   | K    | SO4  | Cl   | Alcalinité |
|----|-------------|----------------------|-------|----|------|--------|----|------|------|------|------|------|------|------------|
|    |             |                      | C     |    | ug/L | mg C/L | %  | mg/L CaCO3 |
| 1  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 2  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 3  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 4  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 5  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 6  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 7  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 8  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 9  |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |
| 10 |             |                      |       |    |      |        |    |      |      |      |      |      |      |            |

Figure 4-2. Colonnes destinées à l'entrée de données dans l'interface Windows® de l'outil BLM

Le BLM permet de prédire la toxicité du cuivre et sa spéciation pour un site en particulier d'après la qualité de l'eau ambiante. Par conséquent, l'utilisateur devra fournir des données décrivant les propriétés physiques et chimiques de l'eau du site. Les exigences du BLM en matière de données sont des paramètres physiques et chimiques classiques facilement mesurables en laboratoire. La présente section décrit les exigences générales en matière de données physiques et chimiques pour une application du BLM dans le but de prédire la toxicité et la spéciation du cuivre dans les milieux aquatiques.

Les données sur la qualité de l'eau ambiante nécessaires pour exécuter le BLM sont les suivantes :

- ◆ Température
- ◆ pH
- ◆ Carbone organique dissous (COD)
- ◆ Cations majeurs (calcium [Ca], magnésium [Mg], sodium [Na] et potassium [K])
- ◆ Anions majeurs (sulfate [SO<sub>4</sub>] et chlorure [Cl])
- ◆ Alcalinité

Certaines de ces données chimiques d'entrée ont un important effet sur la spéciation du cuivre, alors que d'autres données chimiques n'entraînent qu'un effet mineur sur les prédictions du BLM. L'utilisateur devrait être au courant de l'importance relative de chacune des données chimiques d'entrée, car il doit décider si l'information est suffisamment pertinente pour être entrée dans le BLM. Pour faire cette évaluation, les recommandations décrites dans les sous-sections qui suivent pourraient être utiles.

Chaque échantillon d'eau doit être décrit en totalité à l'aide de données d'entrée sur la qualité de l'eau que le BLM puisse être utilisé. Au cas où les utilisateurs ne disposeraient pas de certaines des valeurs d'entrée, il existe une version simplifiée (voir section 4.3) qui ne nécessite que 4 entrées pour permettre une estimation des paramètres restants. Les utilisateurs peuvent utiliser cet onglet seul ou en complément de l'onglet «Chimie complète» si seulement une partie des paramètres chimiques est manquante. La concentration de cuivre

n'est pas une donnée exigée, puisque le BLM prédira la quantité de cuivre entraînant une toxicité pour le ou les organismes étudiés. Pour toutes les autres données d'entrée sur la qualité de l'eau, chaque rangée assortie d'une donnée manquante sera considérée comme incomplète, et aucune prédiction du BLM ne sera possible pour cette rangée.

#### 4.2.1 Nom du site et nom de l'échantillon

La première colonne, « nom du site », doit contenir l'information sur le site à l'étude. Par exemple, il pourrait s'agir du nom de la rivière ou l'identifiant du site si un même fichier contient des données chimiques sur de l'eau prélevée à plus d'un endroit le long de cette rivière. Le champ « nom de l'échantillon » peut servir à distinguer les différents échantillons d'eau d'un site en particulier. Par exemple, pour un site donné, ce champ pourrait être la date et l'heure auxquels les échantillons d'eau ont été prélevés. Que ce soit pour le site ou pour l'échantillon, le nombre maximal de caractères permis pour chaque champ descriptif est de 20.

#### 4.2.2 Température

Les mesures de température sont généralement les mesures les plus fréquentes et les plus fondamentales de toutes les mesures de qualité de l'eau. Par conséquent, ce type de mesure fait généralement partie de la caractérisation en laboratoire des conditions chimiques de l'eau d'un site. Comme le BLM se fonde sur un cadre de modélisation de chimie thermodynamique à l'équilibre, les mesures de température sont importantes pour déterminer les vitesses de réaction thermodynamique pertinentes.

#### 4.2.3 pH

Il faut des valeurs de pH exactes pour obtenir de bons résultats avec le BLM appliqué à la plupart des métaux, de préférence à au moins 0,1 unité de pH près. La spéciation chimique du Cu est directement influencée par le pH. Toutefois, le pH est aussi important pour déterminer la capacité de complexation du cuivre avec la matière organique dissoute. Le pH joue aussi un grand rôle dans la détermination de la spéciation du carbone inorganique, qui est liée à la formation des complexes de carbonate de cuivre. Pour ces raisons, on considère le pH comme une donnée chimique obligatoire dans le BLM. Si les résultats du BLM doivent être comparés à des mesures prises en laboratoire de la toxicité du cuivre, alors il est préférable que le pH soit mesuré dans une chambre d'essai au cours de l'exposition.

#### 4.2.4 Carbone organique dissous

La matière organique dissoute peut jouer un rôle essentiel dans la détermination de la spéciation du cuivre et de sa biodisponibilité. Dans le BLM, la présence de matière organique dissoute est exprimée sous la forme d'une concentration de COD en mg/L, et il s'agit d'une donnée d'entrée obligatoire dans le BLM, de préférence à 0,1 mg/L près. Dans le cas de l'eau ayant une faible COD, il est important de veiller à ce que les limites de détection de l'analyse soient suffisamment faibles, de préférence inférieure à 0,5 mg/L. Dans les études de toxicité, les organismes d'essai eux-mêmes peuvent s'avérer être une source importante de matière organique, selon le nombre d'organismes et le volume de la chambre d'essai.

La matière organique naturelle (MON) est constituée de toutes les composantes organiques présentes dans l'eau, par exemple la litière de feuilles et les détritiques sont une source fréquente de matière organique. La MON est un mélange complexe d'acides organiques, de protéines et de nombreuses molécules organiques plus complexes. La matière organique totale peut être décomposée en matière organique particulaire et en matière organique dissoute. Selon la définition opérationnelle couramment utilisée, la matière organique dissoute peut passer à travers un filtre de 0,45 micron tandis que la matière organique particulaire est retenue par le filtre. Cependant, cette limite de taille exacte est quelque peu arbitraire. Le carbone organique dissous est une façon de quantifier la matière organique dissoute et représente simplement la masse de carbone présente dans le mélange de composés organiques. Parfois, on fait mention du carbone organique total (COT) au lieu du COD. Aux fins de l'utilisation du BLM, on privilégie le COD, mais le COT peut être utilisé au lieu du COD, mais on présume que la valeur réelle de COD sera inférieure ou égale à celle du COT.

#### 4.2.5 Proportion d'acide humique du COD

Le BLM utilise une description des conditions chimiques de la matière organique élaborée pour le logiciel WHAM, version 1.0 (Tipping, 1994), qui caractérise la complexation des métaux avec les sources de matière organique autant humique que fulvique. (Il est à noter que cette version de WHAM est parfois désignée WHAM modèle V, en raison d'une modification du numéro de la version environ à cette époque.) Pour être en mesure d'utiliser cette capacité, il est nécessaire de spécifier la distribution des acides humiques et fulviques dans la matière organique présente dans une eau donnée. Malheureusement, la composition de la matière organique naturelle n'est pas systématiquement caractérisée, et l'information sur la teneur en acide humique et fulvique n'est pas souvent connue. En l'absence d'une caractérisation chimique, une teneur en acide humique de 10 % est recommandée pour la plupart des eaux naturelles. La variabilité de la teneur en matière organique dissoute dans diverses sources d'eau s'est avérée être un paramètre particulièrement déterminant, et on tire peu d'avantages à caractériser la matière organique naturelle (MON) autrement que par les concentrations de COD.

#### 4.2.6 Concentrations de cuivre

Il n'est pas nécessaire d'entrer les concentrations de cuivre dans le modèle pour calculer une  $CD_5$ , mais on conserve ce champ à des fins de compatibilité et pour faciliter la comparaison des résultats. Les concentrations de cuivre entrées ici n'auront aucun effet sur les calculs de RFQE.

#### 4.2.7 Cations majeurs

Les cations Ca, Mg, Na et K sont tous des données d'entrée nécessaires au BLM. Comme le Ca et le Na peuvent directement entrer en compétition avec le métal aux sites du ligand biotique, ces cations auront donc un effet direct sur les prédictions de toxicité du cuivre. Chez certains organismes, le Mg peut jouer un rôle crucial aussi. Ces cations, par conséquent, devraient être considérés comme les données d'entrée nécessaires au BLM. En revanche, le K n'a habituellement aucun effet direct sur la toxicité du cuivre dans le BLM et peut être l'objet d'une estimation s'il n'y a eu aucune mesure. Le K n'a aucun effet direct sur la toxicité du cuivre, mais il est souvent présent en quantité suffisamment grande pour avoir des effets

sur l'équilibre des charges et la force ionique de l'eau. Ces phénomènes auront un effet indirect sur la toxicité du cuivre – en général, mais pas toujours, dans une faible mesure.

Bien que les cations majeurs, les anions et l'alcalinité constituent des données d'entrée nécessaires, ils peuvent être estimés à partir de la dureté, du pH et des rapports géochimiques des ions, comme indiqué dans la section 4.3

#### 4.2.8 Anions majeurs

Les anions  $\text{SO}_4$  et  $\text{Cl}$  sont des données d'entrée essentielles au BLM (bien que le bicarbonate est aussi un anion important, comme il sera mentionné à la section 4.2.9). Dans les eaux douces, comme le  $\text{SO}_4$  peut être un anion dominant, il joue donc un rôle important pour déterminer l'équilibre des charges et la force ionique. Comme la chimie des métaux et de la matière organique naturelle dépend à des degrés variables de la force ionique, le  $\text{SO}_4$  est une donnée d'entrée quelque peu importante dans le BLM. Si on ne dispose pas de mesures du  $\text{SO}_4$  ou de chlorure, on peut alors estimer les concentrations, notamment en utilisant les rapports géochimiques des ions, comme indiqué dans la section 4.3.

#### 4.2.9 Alcalinité

Les espèces de carbone inorganique dans le BLM comprennent le carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ), le bicarbonate ( $\text{HCO}_3^-$ ) et l'acide carbonique ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). La somme de ces espèces représente le carbone inorganique dissous (CID). Le bicarbonate est généralement l'espèce de CID la plus importante dans les eaux naturelles, car il s'agit de l'espèce dominante entre le pH 6,35 et 10,33. Le carbone inorganique est une donnée d'entrée critique dans le BLM, car de nombreux métaux forment des complexes de carbonate. Malheureusement, le CID n'est pas souvent mesuré dans les échantillons d'eau naturelle. Il peut toutefois être estimé à partir de l'alcalinité et des mesures de pH, comme il est illustré à l'équation 4-1.

$$DIC = Alk \cdot \frac{\frac{[H]}{K_1} + 1 + \frac{K_2}{[H]}}{1 + \frac{2 \cdot K_2}{[H]}} \quad \text{équation 4-1}$$

Où :

$$\begin{aligned} Alk &= \text{alcalinité en équivalents/L} \\ &= 2 \times 10^{-5} \times \text{alcalinité (en mg de carbonate de calcium [CaCO}_3\text{]/L)} \\ [H] &= 10^{-\text{pH}} \\ K_1 &= 10^{-6.352} \\ K_2 &= 10^{-10.329} \end{aligned}$$

Le programme BLM pour Windows® utilise cette formule pour calculer le CID internalisé, et c'est pourquoi seuls l'alcalinité et le pH ont besoin d'être précisés. L'alcalinité devrait être mesurée pour les échantillons filtrés pour éliminer la contribution possible du CaCO<sub>3</sub> en suspension et doit être exprimée en mg/L de CaCO<sub>3</sub>. Toutefois, selon l'option de carbone inorganique choisie, l'utilisateur peut aussi opter pour préciser les concentrations de CID directement ou décider que le BLM calcule le CID qui découlerait du CO<sub>2</sub> de l'air à l'équilibre dans les réactions chimiques du site. Cette dernière méthode présume une valeur de pCO<sub>2</sub> par défaut de 10<sup>-3.2</sup>, et les calculs sont réalisés par le moteur du BLM. Cette méthode est distincte du calcul de l'alcalinité de l'air, calcul pour lequel on effectue une conversion entre les données simples et les données complètes d'un site et un examen de toutes les équations chimiques à l'équilibre, et non uniquement celles du carbone à l'équilibre.

#### 4.3 Onglet sur les données chimiques simples

En cliquant sur l'onglet « Chimie simplifiée du site », un tableau semblable à celui servant à l'entrée de données chimiques complètes du site sera affiché, comme dans la

Figure 4-3. L'onglet « Chimie simplifiée du site » est un autre endroit où l'utilisateur peut sauvegarder la caractérisation chimique de l'eau. Il diffère de l'onglet « Chimie du site », car le nombre de données d'entrée nécessaires pour chacun des sites est plus limité, ce qui rend la collecte de données plus facile. Les données sur la qualité de l'eau ambiante nécessaires pour exécuter le BLM sont les suivantes:

- ◆ Température
- ◆ pH
- ◆ COD
- ◆ Dureté
- ◆ Proportion des ions (valeurs par défaut à utiliser si inconnus)
- ◆ pCO<sub>2</sub> (valeurs par défaut à 3,2 ou 3.0 (plantes/algues); ne peut pas être modifié par l'utilisateur)

Les exigences en matière de température, de pH et COD sont les mêmes que dans l'onglet « Chimie du site » (voir la section précédente). Les données d'entrée sur le ratio d'ions peuvent être visualisées et modifiées dans l'encadré vertical à l'aide de cases modifiables. Les valeurs par défaut sont les valeurs médianes au Canada. Ces valeurs peuvent être changées pour correspondre aux conditions particulières d'un site ou d'un essai, et on peut retourner aux valeurs de départ à tout moment en cliquant sur le bouton « Restaurer les valeurs par défaut ».

Dans cet onglet, cliquer sur l'option « Ouvrir » permettra de ne retenir que les fichiers ayant l'extension « .blme » plutôt que « .blm ». Ce type de fichier dresse facultativement la liste des ratios d'ions et du pCO<sub>2</sub>. Un exemple de fichier est inclus.

Après l'entrée des données chimiques simplifiées du site dans le tableau, il faut simplement exécuter le BLM comme à l'habitude. Sinon, choisissez l'onglet « Chimie du site » de nouveau pour obtenir une estimation des données chimiques complètes du site. Cette fonction

est utile si certaines données uniquement doivent être estimées, puisque l'utilisateur peut utiliser n'importe quelle valeur mesurée pour remplacer une valeur estimée dans l'onglet « Chimie du site », ce qui devrait donner une meilleure prédiction de la toxicité.

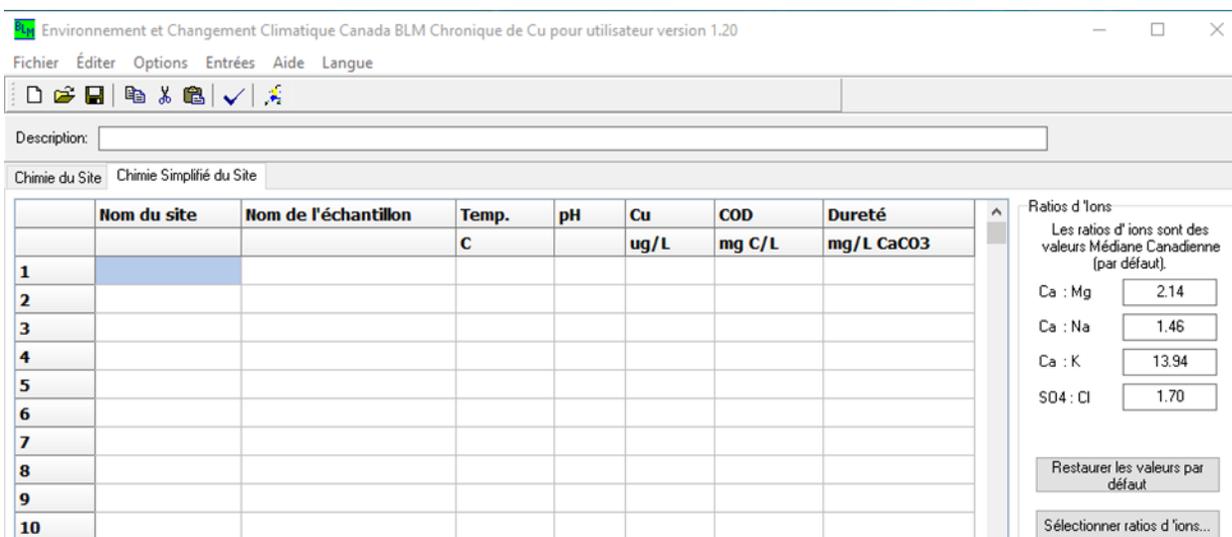


Figure 4-3. Aperçu des données de chimie simplifiée du site à entrer et de ratios d'ions

#### 4.3.1 Dureté

La mesure de la dureté ainsi que le pH et le ratio d'ions sont utilisés pour estimer les cations et les anions majeurs. La dureté est généralement la concentration totale en ions Ca et Mg, mais si la dureté est mesurée directement, d'autres ions peuvent aussi parfois jouer un rôle. Pour ce calcul, on présume que la dureté est équivalente à Ca + Mg et exprimée en mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

#### 4.3.2 Ratio d'ions

Le ratio d'ions est entré dans les cases situées à droite du tableau. On détermine ainsi la proportion de chacun des ions contribuant à la dureté et l'équilibre des charges dans l'eau, de sorte que « Ca : Mg » est le ratio d'ions calcium sur les ions magnésium (en mol/L). Cette proportion variera selon l'échantillon d'eau, la géologie du bassin hydrographique et diverses données d'entrée. Si on ne connaît pas ce ratio pour la source d'eau à l'étude, utilisez les valeurs par défaut au Canada dans les cases ou sélectionnez l'écozone dans laquelle la source d'eau se trouve dans la boîte de dialogue « Sélectionner ratios d'ions... ». Les valeurs par défaut sont les valeurs médianes calculées à partir des données de surveillance de la qualité de l'eau partout au Canada (figure 4-4). Les données utilisées pour calculer ces valeurs sont l'objet d'un exposé dans les annexes. Les valeurs peuvent être modifiées pour retourner aux valeurs par défaut dans les cases en cliquant sur le bouton « Restaurer les valeurs par défaut » sous les cases. Les utilisateurs de l'outil BLM hors du Canada peuvent aussi choisir le ratio d'ions médian de l'Amérique du Nord. Les ratios d'ions médians de l'Amérique du Nord sont

basés sur l'ensemble de données canadiennes de surveillance de la qualité d'eau (annexe 1) et de la National Water-Quality Assessment de la Geological Survey des États-Unis. Le deuxième bouton, « Sélectionner ratios d'ions... » ouvrira une boîte de dialogue pour que l'utilisateur puisse choisir des valeurs propres à une écozone du Canada (ESWG, 1995). Ces valeurs sont aussi indiquées dans le tableau 4-1, et proviennent du même ensemble de données que les valeurs médianes canadiennes, mais ont été groupées par écozone avant le calcul de la valeur médiane. Les données étaient insuffisantes en ce qui concerne le Ca, le Mg, le Na et le K de l'écozone de la taïga de la Cordillère pour déterminer le ratio médian de cations. La Commission de coopération environnementale (CEC, 1997) dispose d'un système semblable, délimitant les régions ayant une écologie et une géologie semblables, à trois échelles spatiales différentes – le niveau I étant la plus grande échelle et le niveau III, l'échelle la plus petite. Les écozones canadiennes sont généralement les mêmes zones écologiques de niveau I du CEC ou des zones avoisinant les mêmes frontières, et quelques écozones correspondent aux régions écologiques de niveau II. L'écozone de la taïga de la Cordillère correspond à une région écologique de niveau II du CEC du même nom, faisant partie de la région écologique de niveau I du CEC qu'est la taïga, c'est pourquoi les ratios d'ions inconnus pour l'écozone de la taïga de la Cordillère sont ceux de la région écologique de niveau I du CEC qu'est la taïga.

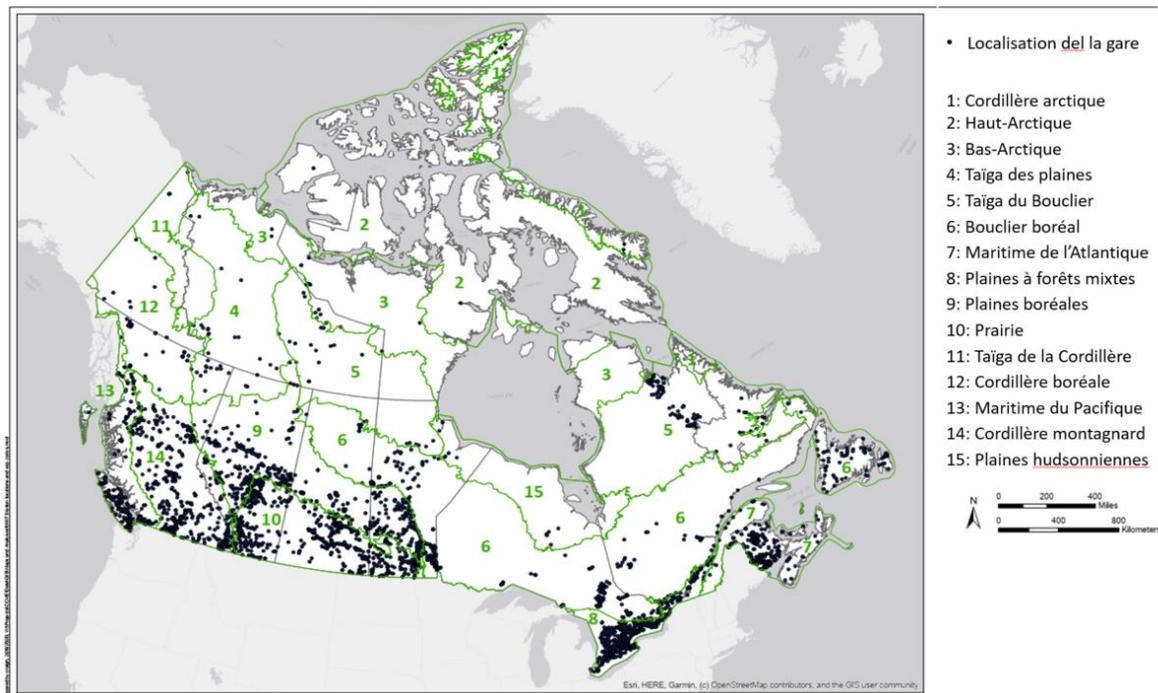


Figure 4-4. Carte du Canada illustrant les écozones utilisées comme unités spatiales pour le calcul des ratios d'ions du tableau 4-1. Les cercles noirs indiquent les lieux de

prélèvement d'échantillons pour obtenir des données de surveillance de la qualité des eaux de surface.

Tableau 4-1. Ratios d'ions médians du Canada et de l'Amérique du Nord, ratios d'ions des écozones du Canada

| <b>Unité géographique</b>  | <b>Ca : Mg</b> | <b>Ca : Na</b> | <b>Ca : K</b> | <b>SO4 : Cl</b> |
|----------------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|
| Canada                     | 2.14           | 1.46           | 13.94         | 1.70            |
| Amérique du Nord           | 1.98           | 1.57           | 11.47         | 1.95            |
| Écozones du Canada         |                |                |               |                 |
| 1 Cordillère arctique      | 3.71           | 3.08           | 5.03          | 7.75            |
| 2 Haut-Arctique            | 4.57           | 10.25          | 30.14         | 10.61           |
| 3 Bas-Arctique             | 1.19           | 1.61           | 3.25          | 1.05            |
| 4 Taïga des plaines        | 2.14           | 3.26           | 33.31         | 6.99            |
| 5 Taïga du Bouclier        | 1.87           | 2.12           | 6.42          | 0.96            |
| 6 Bouclier boréal          | 2.10           | 0.99           | 6.71          | 0.67            |
| 7 Maritime de l'Atlantique | 3.87           | 1.11           | 13.77         | 0.33            |
| 8 Plaines à forêts mixtes  | 2.53           | 2.03           | 25.98         | 4.14            |
| 9 Plaines boréales         | 1.82           | 1.66           | 16.26         | 2.88            |
| 10 Prairie                 | 1.20           | 0.84           | 8.48          | 3.31            |
| 11 Taïga de la Cordillère  | 1.98           | 2.19           | 7.14          | 10.06           |
| 12 Cordillère boréale      | 2.51           | 8.19           | 31.09         | 23.30           |
| 13 Maritime du Pacifique   | 4.07           | 1.46           | 28.05         | 0.81            |
| 14 Cordillère montagnard   | 2.43           | 5.13           | 29.63         | 4.76            |
| 15 Plaines hudsonniennes   | 2.46           | 4.02           | 20.17         | 0.52            |

#### 4.3.3 pCO<sub>2</sub>

La pCO<sub>2</sub> (concentration ambiante de CO<sub>2</sub> en atmosphères) est préreglée dans cette version du logiciel et ne peut pas être modifiée par l'utilisateur. La valeur entrée est un logarithme négatif de la valeur réelle de la concentration du CO<sub>2</sub>. L'alcalinité est estimée à l'aide du pH, en présumant un système ouvert à l'équilibre avec le CO<sub>2</sub> présent dans l'air. Les différences entre les concentrations de CO<sub>2</sub> à l'intérieur et à l'extérieur peuvent considérablement influencer l'alcalinité calculée.

La pression partielle du CO<sub>2</sub> atmosphérique n'a cessé d'augmenter au cours des dernières décennies. Dans les années 1950, les concentrations moyennes de CO<sub>2</sub> atmosphérique étaient d'environ 300 ppm<sup>1</sup> (pression partielle de 3,5), alors qu'en janvier 2020, elles sont d'environ 413 ppm<sup>2</sup> (pression partielle de 3,4). L'air intérieur, cependant, présente souvent des concentrations de CO<sub>2</sub> atmosphérique beaucoup plus élevées que l'air extérieur, qui peuvent atteindre 2500 ppm (Seppänen *et al.* 1999). Comme les tests de toxicité sont presque toujours effectués à l'intérieur, les concentrations enrichies en CO<sub>2</sub> qui sont typiques de l'air intérieur peuvent être plus pertinentes pour les prévisions de la solubilité du CO<sub>2</sub> dans les tests de toxicité aquatique. Étant donnée la variabilité de la qualité de l'air intérieur. Il est difficile d'attribuer une valeur qui serait appropriée pour toutes les conditions.

Les eaux naturelles sont aussi souvent sursaturées en CO<sub>2</sub> par rapport à l'atmosphère, ce qui est un autre facteur à prendre en compte pour attribuer une valeur de pCO<sub>2</sub>. Nous avons constaté qu'une valeur de pCO<sub>2</sub> de 3,2 tend à représenter au mieux la relation entre le pH et l'alcalinité des eaux naturelles. Une exception, cependant, est que pour les plantes et les algues, nous en d'utilisant une concentration de CO<sub>2</sub> légèrement plus élevée qui correspond à une valeur de pCO<sub>2</sub> de 3,0. La raison pour cette différence est que les plantes et les algues sont plus sensibles à l'effet du pCO<sub>2</sub> sur la toxicité du cuivre et qu'une valeur de 3,0 est plus prudente. Pour cette raison, le logiciel utilise des valeurs distinctes de pCO<sub>2</sub> pour l'estimation du carbone inorganique lorsque les mesures d'alcalinité ne sont pas disponibles.

#### 4.3.4 Processus de transformation des données chimiques simplifiées en données chimiques complètes

Lorsque l'utilisateur passe de l'onglet des données chimiques simplifiées du site à l'onglet des données chimiques complètes, l'outil copie les noms, la température, le pH, le COD et les concentrations de cuivre dans le tableau d'entrée des données chimiques complètes. Puis, le pH et la pCO<sub>2</sub> sont utilisés pour estimer l'alcalinité, et la dureté et le ratio d'ions servent à estimer la concentration des ions majeurs.

L'alcalinité est estimée en présumant que le carbonate est en équilibre avec la pCO<sub>2</sub> choisie, suivant la loi de Henry. On obtient l'alcalinité à l'aide des équations suivantes :

$$\begin{aligned} [H_2CO_3^*] &= K_H * P_{CO_2} \\ [HCO_3^-] &= 10^{-6.352} * \frac{[H_2CO_3^*]}{[H^+]} \\ [CO_3^{2-}] &= 10^{-10.329} * \frac{[HCO_3^-]}{[H^+]} \\ [Alk \left( \frac{mg}{L} \text{ as } CaCO_3 \right)] &= ([HCO_3^-] + 2 * [CO_3^{2-}] + [OH^-] - [H^+]) * \left( \frac{100086}{2} \right) \end{aligned}$$

où  $[H_2CO_3^*]$  est la somme du CO<sub>2</sub> dissous et du H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>,  $K_H$  est la constante de la loi de Henry (égal à 10<sup>-1,5</sup> M/atm), de sorte qu'avec la valeur de pCO<sub>2</sub> par défaut de 10<sup>-3,2</sup>, la concentration

<sup>1</sup> [https://climate.nasa.gov/climate\\_resources/24/graphic-the-relentless-rise-of-carbon-dioxide/](https://climate.nasa.gov/climate_resources/24/graphic-the-relentless-rise-of-carbon-dioxide/)

<sup>2</sup> <https://www.co2levels.org/>

de  $[H_2CO_3^*] = 10^{-4,8} M$ . L'alcalinité est alors dépendante du pH, et se situe à 4,44 mg/L de  $CaCO_3$  lorsque le pH est à 7, par exemple. À faible pH, ce calcul donne souvent une alcalinité négative, que nous remplaçons par une alcalinité de 1 mg/L de  $CaCO_3$  pour éviter les incohérences de calcul.

La dureté est convertie en concentrations d'ions en utilisant le ratio d'ions et l'équilibre des charges. La concentration de calcium est d'abord calculée comme suit :

$$[Ca^{2+}] = \left( \frac{\text{Hardness as } \frac{mg}{L} CaCO_3}{100086 \frac{mg}{mol}} \right) * \left( \frac{Ca:Mg}{Ca:Mg + 1} \right)$$

Les cations résiduels sont calculés comme suit :

$$[X] = \frac{[Ca^{2+}]}{Ca:X}$$

où X est le Mg, le Na ou le K. Les anions,  $SO_4$  et Cl, sont calculés en déterminant d'abord le déficit en anions :

$$\begin{aligned} \text{Deficit } \left( \frac{eq}{L} \right) &= 2 * [SO_4^{2-}] + [Cl^-] \\ &= \Sigma(\text{charge} * \text{Cations}) - \Sigma(\text{charge} * \text{Anions}) \\ &= (2 * [Ca^{2+}] + 2 * [Mg^{2+}] + [Na^+] + [K^+] + [H^+]) \\ &\quad - ([OH^-] + [HCO_3^-] + 2 * [CO_3^{2-}]) \end{aligned}$$

Puis, la concentration de  $SO_4$  et de Cl est alors calculée comme suit :

$$\begin{aligned} [SO_4^{2-}] &= \frac{\text{Deficit}}{2 + \frac{1}{SO_4:Cl}} \\ [Cl^-] &= \frac{[SO_4^{2-}]}{SO_4:Cl} \end{aligned}$$

En présence d'un déficit négatif, la concentration de  $SO_4$  calculée sera un chiffre négatif – ce qui est impossible. Dans ce cas, on fixe  $[SO_4^{2-}]$  à une valeur arbitraire faible ( $10^{-7} M$ ) avant de calculer  $[Cl^-]$  pour éviter les incohérences de calcul.

#### 4.4 Barre de menu

Située dans la partie supérieure de la fenêtre de l'interface, la barre de menu offre à l'utilisateur une panoplie de fonctions et de fonctionnalités dont :

- ◆ Un mécanisme pour gérer les fichiers de données BLM
- ◆ Des fonctions de modification de texte
- ◆ Des fonctions pour choisir parmi diverses unités pour les données entrées
- ◆ Une fonction d'aide

Ces fonctionnalités sont décrites ci-dessous.

#### 4.4.1 Fichier

La Figure 4-5 illustre les fonctions offertes par cette option du menu. On y trouve les utilitaires de gestion de fichier de base : créer un nouveau fichier de données BLM, ouvrir un fichier de données BLM existant et sauvegarder un fichier de données BLM. L'utilisateur peut aussi ouvrir une boîte de dialogue pour exécuter des lots à partir de ce menu (voir section 4.9), ou ouvrir un fichier qui a été précédemment utilisé (seuls les cinq derniers fichiers sont sauvegardés de cette façon).

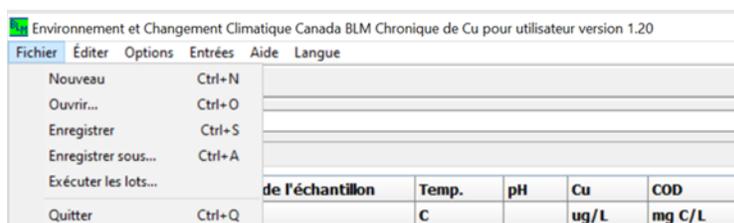


Figure 4-5. Aperçu de l'option « Fichier » du menu

Les raccourcis (à droite de chaque élément) existent aussi pour certaines des fonctions de ce menu.

Pour une facilité d'accès, les fichiers de données BLM peuvent aussi être ouverts directement en double-cliquant sur le fichier de données BLM dans le gestionnaire de fichiers, par exemple Explorer de Microsoft Windows®. Cela permet d'éviter d'avoir à démarrer l'application puis de naviguer dans le menu du fichier pour repérer le fichier de données BLM d'intérêt.

Il est à noter que les fichiers de données BLM créés par le programme ont l'extension « .blm » par défaut. Même si le fichier de données BLM créé par l'application est essentiellement un fichier texte ASCII, il est recommandé que l'utilisateur ne modifie pas ce fichier à l'aide d'un programme autre que le programme BLM pour Windows®. Il pourrait en résulter une corruption du fichier de données BLM. Si cela se produit, lorsque l'utilisateur essaie par la suite de modifier le fichier de données BLM à l'aide de l'interface BLM Windows®, le programme BLM ne sera peut-être pas en mesure de lire correctement le fichier.

#### 4.4.2 Éditer

La Figure 4-6 illustre les fonctions de modification offertes dans l'interface Windows® du BLM. Les fonctions de modification de base comme « Couper », « Copier », « Coller » et « Effacer » sont offertes dans l'interface de l'application. Les fonctions de modification peuvent s'appliquer à une ou à plusieurs cellules en mettant la ou les cellules en surbrillance et en faisant glisser la ou les cellules ou en utilisant les touches Majuscule et Flèche du clavier.

Il est aussi possible d'accéder à ces fonctions de modification en utilisant les raccourcis indiqués à droite de chacune. Il est à noter qu'il est aussi possible de copier et de coller des données de programmes externes, par exemple d'une application de tableur vers le programme BLM pour Windows®.

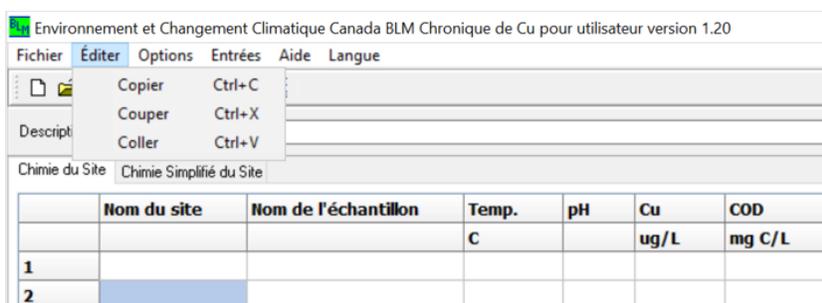


Figure 4-6. Aperçu de l'option « Éditer » du menu

#### 4.4.3 Options

La figure 4-7 indique l'option offerte dans l'option « Options » du menu, qui actuellement ne contient que l'option « Afficher exécutions du programme ». Cette option peut être choisie pour rendre visibles à l'écran les fenêtres de la ligne de commande qui sont normalement cachées lorsque le programme BLM fonctionne. Cela peut être utile pour détecter le problème si les calculs du programme BLM semblent « gelés ».

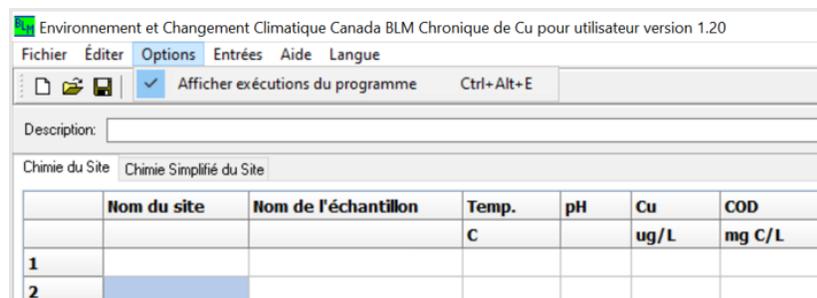


Figure 4-7. Aperçu de l'option « Options » du menu

#### 4.4.4 Entrées

La Figure 4- indique les options offertes dans l'option « Entrées » du menu. Les unités de tous les paramètres peuvent être changées en choisissant l'option « Régler unités ». L'option « Régler carbone inorganique » du menu peut être choisie pour modifier l'entrée de données concernant le carbone inorganique de l'utilisateur dans l'onglet « Chimie du site ». Il existe deux choix pour l'entrée du carbone inorganique des systèmes fermés : sous forme de CID ou alcalinité. La troisième option concerne les systèmes ouverts, dans lesquels le carbone inorganique est en équilibre avec l'air (ainsi, un système ouvert est « ouvert à l'atmosphère », ce qui signifie que le CO<sub>2</sub> atmosphérique peut se dissoudre et affecter la composition aqueuse).

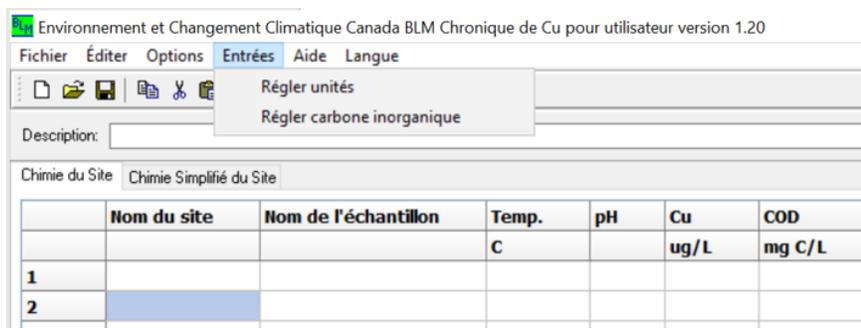


Figure 4-8. Aperçu de l'option « Entrées » du menu

#### 4.4.5 Aide

La Figure 4- indique les diverses fonctionnalités offertes dans l'option « Aide » du menu.

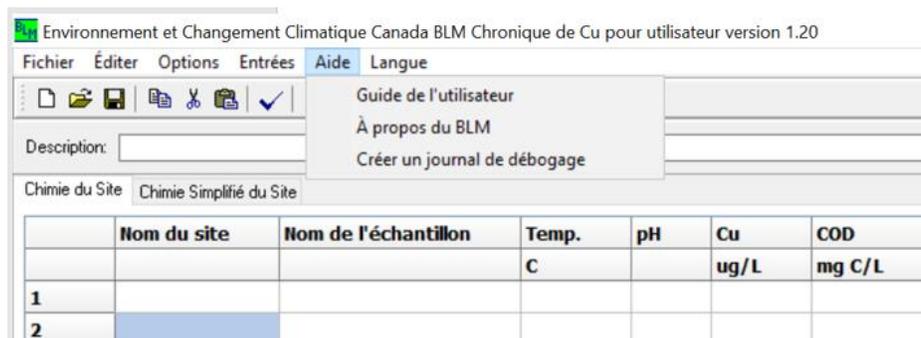


Figure 4-9. Aperçu de l'option « Aide » du menu

On peut accéder au guide de l'utilisateur du programme BLM pour Windows® par cette option du menu. En outre, sous « À propos du BLM », on trouve aussi les coordonnées du soutien technique. L'option « Créer un journal de débogage » fera en sorte que le programme crée un compte rendu détaillé de tous les événements, ce qui est utile pour les développeurs en cas de problème.

#### 4.4.6 Langue

La Figure 4- indique les choix offerts dans l'option « Langue » du menu.

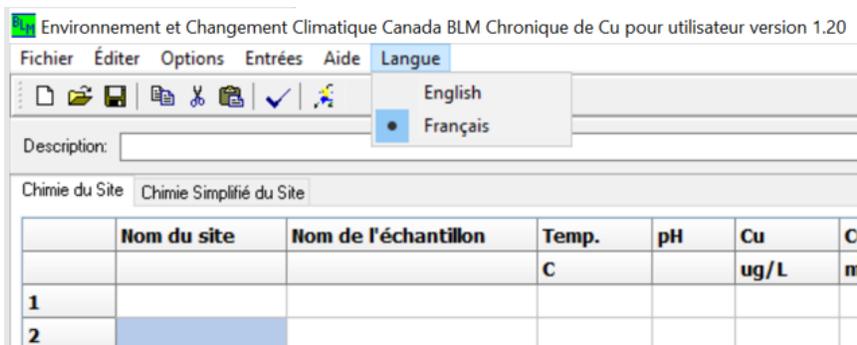


Figure 4-10. Aperçu de l'option « Langue » du menu

L'utilisateur peut utiliser ce menu pour choisir l'option de langue « Anglais » ou « Français » pour l'interface et les résultats du BLM. L'interface du BLM demeurera dans la langue choisie (même après redémarrage) jusqu'à la modification de celle-ci par l'utilisateur. Il est à noter que le changement de langue réinitialisera le programme et effacera toutes les données entrées dans le tableau. Il est donc important de sauvegarder le travail avant de le faire.

#### 4.5 Menu des raccourcis

Les icônes situées dans la barre d'outils tiennent lieu de raccourcis vers certains éléments de la barre de menu, ainsi qu'à d'autres fonctions non offertes dans la barre de menu.

Figure 4-7 indique les diverses icônes et leurs fonctions. Vous trouverez des descriptions brèves dans les sous-sections qui suivent.

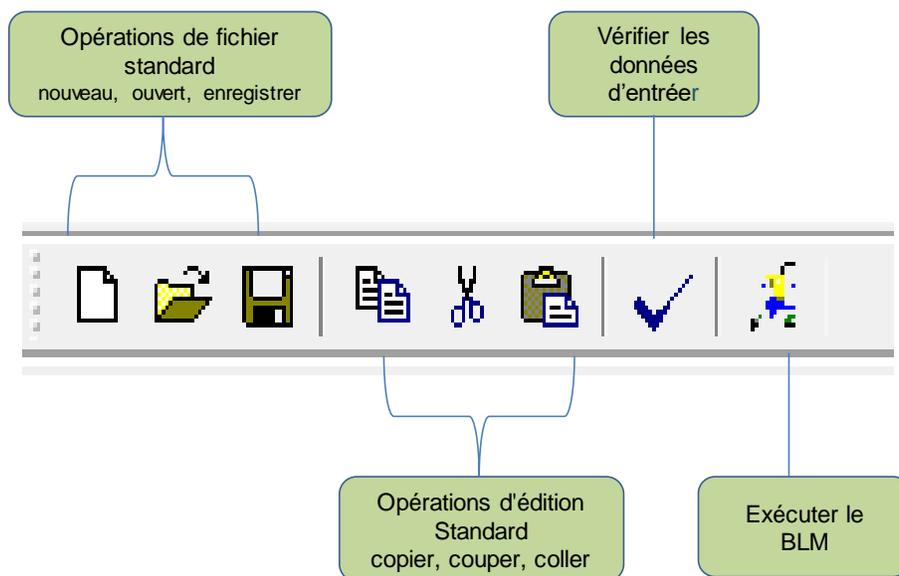


Figure 4-7. Icônes du menu des raccourcis

#### 4.5.1 Ouvrir un fichier

Il s'agit d'un raccourci du sous-élément « Ouvrir » de l'option « Fichier » de la barre de menu et permet d'accéder rapidement au fichier de données BLM. Si le fichier de données BLM à modifier a été changé depuis la dernière sauvegarde et que l'utilisateur essaie d'ouvrir un autre fichier, on demandera à l'utilisateur s'il doit sauvegarder le fichier de données actuel avant qu'un autre fichier soit ouvert.

#### 4.5.2 Enregistrer le fichier

Il s'agit d'un raccourci du sous-élément « Enregistrer » de l'option « Fichier » de la barre de menu et permet de sauvegarder rapidement un fichier de données BLM. Le fichier de données sera sauvegardé sous le même nom. S'il souhaite sauvegarder le fichier sous un autre nom, l'utilisateur devra choisir l'option de la barre de menu « Fichier », puis « Enregistrer sous ».

#### 4.5.3 Vérifier les données d'entrée

Après avoir créé un fichier de données BLM, l'utilisateur peut souhaiter vérifier les données chimiques entrées de l'eau pour vérifier si les valeurs des paramètres se situent dans la fourchette globale de calibration du BLM et si tous les paramètres nécessaires pour obtenir une prédiction ont été établis. Le fait de cliquer sur cette icône produit un rapport de vérification des données d'entrée qui contient de l'information sur les paramètres situés hors de la fourchette (c.-à-d. trop élevés ou trop faibles par rapport à la fourchette de calibration du BLM) et quels paramètres manquent dans une rangée de données d'entrée. Les fourchettes

prescrites pour chaque paramètre d'entrée du BLM sont indiquées au Tableau 4-2.

La

Figure 4-8 montre un exemple de rapport de vérification des données d'entrée. Si les données chimiques d'entrée d'un utilisateur se situent hors des fourchettes prescrites au Tableau 4-2, le BLM substituera la limite supérieure ou inférieure avant de normaliser les données.

Tableau 4-2. Fourchettes prescrites pour les paramètres d'entrée du BLM

| <b>Paramètres</b>           | <b>Limite inférieure</b> | <b>Limite supérieure</b> | <b>Importance</b> |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------|
| Température (°C)            | 8,5                      | 27                       | Faible            |
| pH                          | 5,5                      | 8,75                     | Élevé             |
| COD (mg/L)                  | 0,2                      | 33,4                     | Élevé             |
| Teneur en acide humique (%) | 0,01                     | 24,1                     | Faible            |
| Calcium (mg/L)              | 2,2                      | 160,3                    | Élevé             |
| Magnésium (mg/L)            | 0,49                     | 36,3                     | Élevé             |
| Sodium (mg/L)               | 1,2                      | 505,8                    | Élevé             |
| Potassium (mg/L)            | 0,2                      | 10,4                     | Faible            |
| Sulfate (mg/L)              | 0,5                      | 330                      | Faible            |
| Chlorure (mg/L)             | 0,2                      | 989,1                    | Faible            |
| Alcalinité (mg/L)           | 0,007                    | 325,91                   | Élevé             |
| CID (mmol/L)                | 0,0162                   | 6,37                     | Élevé             |
| Dureté (mg/L)               | 7,9                      | 525                      | Élevé             |

CID – carbone inorganique dissous

COD – carbone organique dissous

Les fourchettes représentent les valeurs minimale et maximale observées du paramètre dans des études de toxicité chronique de qualité acceptable selon le CCME (2007). Le CID est compris, car il s'agit d'une donnée d'entrée autre que l'alcalinité. Puisque la transformation de l'alcalinité en CID dépend du pH, une fourchette distincte a été déterminée pour l'alcalinité. Même si ces fourchettes sont basées sur les valeurs réelles utilisées dans les essais de toxicité réalisés pour l'évaluation du modèle, des conditions dans lesquelles toutes les entrées du modèle correspondent aux valeurs les plus élevées ou les plus faibles seraient inhabituelles.

La fourchette de températures reflète les conditions utilisées dans les essais de toxicité et non les conditions de terrain. Les effets de la température sur la toxicité du cuivre sont relativement mineurs et l'utilisation de températures de terrain en dehors de cette fourchette est courante et ne devrait pas être une source de préoccupation.



Figure 4-8. Exemple d'un rapport de vérification des données d'entrée produit par la fonction de vérification des données d'entrée

#### 4.5.4 Exécuter le BLM

Cette icône sert à lancer le programme BLM de calcul des FRQE en fonction des choix précisés par l'utilisateur dans l'onglet « Chimie du site » du fichier de données BLM ouvert dans l'interface BLM Windows<sup>®</sup>. Si le fichier de données BLM a changé depuis la dernière sauvegarde et que l'utilisateur tente d'exécuter le BLM, on lui demandera si le fichier doit être sauvegardé avant que le BLM soit exécuté.

#### 4.6 Description du fichier de données

Dans cette zone, l'utilisateur peut insérer des commentaires décrivant le fichier de données BLM, et ces commentaires seront sauvegardés en même temps que les paramètres chimiques de l'eau entrés par l'utilisateur. Même si cette fonction n'est pas d'une importance cruciale pour l'utilisation du BLM, elle est utile à des fins de consignation et possiblement d'assurance de la qualité ou de contrôle de la qualité.

#### 4.7 Description de l'élément

Située complètement au bas de la fenêtre de l'interface, cette zone a été conçue pour afficher une brève description de l'icône, de l'image ou de la zone sur lequel ou laquelle le curseur est placé. Dans l'exemple illustré à la Figure 4-1, le curseur est situé sur la zone « Chimie du site ». Des descriptions semblables sont visibles lorsque le curseur se déplace dans d'autres zones de la fenêtre de l'interface.

#### 4.8 Description des fichiers de résultats

Divers résultats seront enregistrés à l'endroit même où les fichiers de données sont sauvegardés, et avec le même nom que le fichier d'entrée de données muni de l'extension « .output ». Par exemple, le fichier de données d'entrée « Example.blm » permettra de créer un fichier de résultats Microsoft Excel<sup>®</sup> désigné « Example.output.xls ». Le fichier de résultats contient les données chimiques complètes répétées dans les premières colonnes, suivies de la meilleure distribution probabilistique, la CD<sub>5</sub> (RFQE), la limite inférieure de confiance (LIC) et la limite supérieure de confiance (LSC) de la CD<sub>5</sub>. Le modèle de

distribution est automatiquement choisi comme étant le meilleur ajustement parmi quatre modèles d'espace logarithmique (log-normal, log-logistique, log-Gumbel et log-valeur extrême généralisée). Le modèle de distribution de la sensibilité des espèces le mieux adapté est choisi selon celui qui donnera la somme la plus faible des variances résiduelles au carré sur l'axe de probabilités parmi les quatre modèles, et ce modèle est sauvegardé comme étant un ou plusieurs fichiers bitmap (figure 4-13). Par exemple, si l'exemple antérieur « Example.blm » comptait deux lignes de données d'entrée, il y aurait deux fichiers bitmap qui pourraient être nommés « Example.blm\_site 1\_day 1\_1.bmp » et « Example.blm\_site 2\_day 1\_2.bmp ». Il est à noter que le numéro de la ligne est aussi enregistré pour que chaque fichier ait un nom unique en cas de site ou de nom d'échantillon identique. Le graphique de la distribution de sensibilité des espèces indique la sensibilité relative de chaque poisson, invertébré et plante, ainsi que du modèle de distribution choisi, la  $CD_5$  (RFQE) et les limites supérieure et inférieure de l'intervalle de confiance. En outre, un fichier de résultats contenant des données sur la toxicité normalisées servira à tracer le graphique de la distribution de la sensibilité des espèces (figure 4-14), et ce graphique sera enregistré en tant que fichier texte dans le dossier de données. Ce fichier de résultats contient de l'information sur les données chimiques du site, chaque distribution de la sensibilité des espèces et les valeurs observées individuelles sur la toxicité que l'on a choisi d'utiliser pour les RFQE, comme il est décrit dans les sous-sections suivantes. Dans les fichiers Excel et les fichiers de résultats texte et dans l'onglet sur les résultats, la  $CD_5$  faible ne dépasse pas « 0,2\* »  $\mu\text{g/L}$  (lorsque la  $CD_5$  est calculée et se situe en dessous de 0,2  $\mu\text{g/L}$ , le logiciel fournit une valeur de RFQE de 0,2  $\mu\text{g/L}$ ). Il a été nécessaire d'établir cette limite inférieure parce que les RFQE calculées étaient extrêmement faibles pour les eaux dont la biodisponibilité du Cu était très élevée (p. ex., COD faible). Il est à noter que pour les eaux en question, la valeur de  $HC_5$  calculée par le BLM sera toujours présentée dans les graphiques de DES et les utilisateurs pourront les examiner au cas par cas.

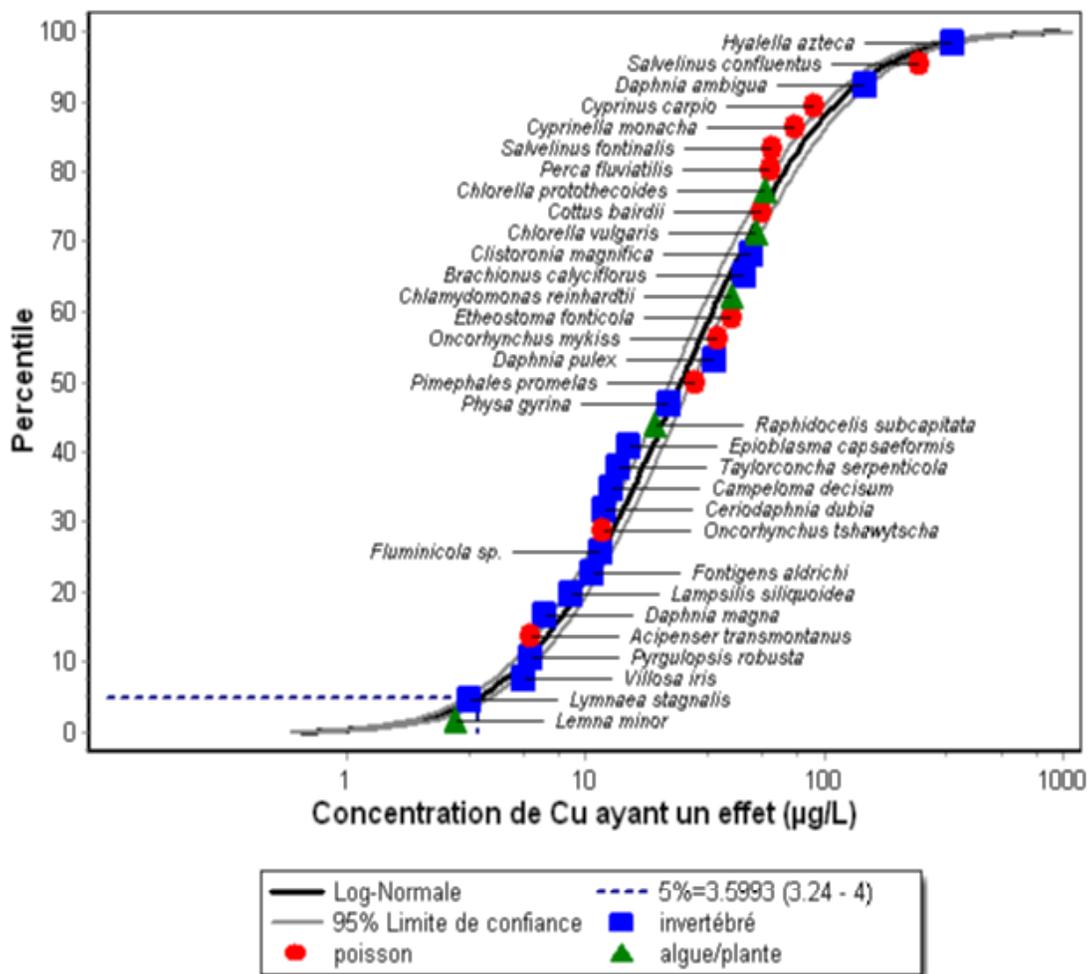


Figure 4-9. Distribution de la sensibilité des espèces propres à un site pour le cuivre, selon le modèle le mieux adapté pour les paramètres de toxicité à long terme de 33 espèces aquatiques

**Recommandations fédérales pour la qualité des eaux visant le cuivre Manuel de l'utilisateur**

Example\_Chronique.results.txt - Notepad

File Edit Format View Help

Modèle du ligand biotique (BLM) Chronique de Cuivre

Recommandation fédérale pour la qualité des eaux (RFQEAU) pour Cuivre Version 1.20

Pour le calcul suivant, le BLM est utilisé en conjonction avec des données de toxicité chronique acceptable pour cuivre.

Ces calculs du BLM résultent de trois étapes. Dans la première étape, le BLM prédit les effets de la biodisponibilité pour ajuster les valeurs de toxicité observées (CE10, CMAT, DSENO, etc.) à des valeurs appropriées pour la chimie de la nouvelle masse d'eau. Dans la deuxième étape, les paramètres privilégiés avec les moyennes géométriques (lorsque possible)

Valeurs de toxicités du Cu BLM normalisées à la chimie retrouvée dans le fichier:  
C:\Users\Dixits\Desktop\Ver.1.20\_EnvCanCu\_Users - 2020-02-28 draft(1)\Data\Example.blm

Caractéristiques du site:

| Nom du site  | Nom de l'échantillon | Temp. C | pH   | COD mg C/L | AH % | Alcalinité mg/L CaCO3 |
|--------------|----------------------|---------|------|------------|------|-----------------------|
| Bow at Chuny | 1                    | 7.6*    | 8.05 | 2.2        | 10   | 141                   |

| Nom du site  | Nom de l'échantillon | Ca mg/L | Mg mg/L | Na mg/L | K mg/L | SO4 mg/L | Cl mg/L |
|--------------|----------------------|---------|---------|---------|--------|----------|---------|
| Bow at Chuny | 1                    | 49.4    | 15.8    | 15      | 1.83   | 54.8     | 14.9    |

\*La limite inférieure de ce paramètre a été utilisé dans le modèle car la valeur entrée était trop basse.  
\*\*La limite supérieure de ce paramètre a été utilisé dans le modèle car la valeur entrée était trop élevée.

Résultats pour l'observation 1, Bow at Chuny, 1

| Espèces                   | Groupe Taxonomique | Durée    | Quant. | Effet                | Log Conc. ayant un effet | Conc. ayant un effet | N  |
|---------------------------|--------------------|----------|--------|----------------------|--------------------------|----------------------|----|
| Lemna minor               | algue/plante       | 7 d      | CE10   | Longueur des racines | 0.457                    | 2.864                | 4  |
| Lymnaea stagnalis         | invertébré         | 30 d     | CE20   | croissance           | 0.5188                   | 3.302                | 1  |
| Villosa iris              | invertébré         | 28 d     | CE10   | Poids sec            | 0.7406                   | 5.503                | 3  |
| Pyrgulopsis robusta       | invertébré         | 28 d     | CE10   | croissance           | 0.7705                   | 5.896                | 1  |
| Acipenser transmontanus   | poisson            | 24 d     | CE20   | croissance           | 0.775                    | 5.957                | 1  |
| Daphnia magna             | invertébré         | 21 d     | CE10   | reproduction         | 0.829                    | 6.745                | 4  |
| Lampsilis siliquoidea     | invertébré         | 28 d     | CI10   | survie               | 0.9437                   | 8.785                | 1  |
| Fontigens aldrichi        | invertébré         | 28 d     | CE10   | survie               | 1.031                    | 10.73                | 1  |
| Fluminicola sp.           | invertébré         | 28 d     | CL20   | survie               | 1.063                    | 11.56                | 1  |
| Oncorhynchus tshawytscha  | poisson            | 14 weeks | CE10   | croissance           | 1.072                    | 11.81                | 1  |
| Ceriodaphnia dubia        | invertébré         | 7 d      | CE10   | reproduction         | 1.081                    | 12.06                | 4  |
| Cameloma decusum          | invertébré         | 42 d     | CE10   | survie               | 1.113                    | 12.97                | 2  |
| Taylorconcha serpenticola | invertébré         | 28 d     | CL20   | survie               | 1.139                    | 13.79                | 1  |
| Epioblasma capsaeformis   | invertébré         | 28 d     | CI10   | survie               | 1.187                    | 15.37                | 1  |
| Raphidocelis subcapitata  | algue/plante       | 72 hr    | CMAT   | croissance           | 1.293                    | 19.63                | 4  |
| Physa gyrina              | invertébré         | 28 d     | CE10   | croissance           | 1.353                    | 22.56                | 1  |
| Pimephales promelas       | poisson            | 30 d     | CI10   | croissance           | 1.465                    | 29.16                | 2  |
| Daphnia pulex             | invertébré         | 42 d     | CSE0   | survie               | 1.54                     | 34.71                | 9  |
| Oncorhynchus mykiss       | poisson            | 200 hr   | CL10   | survie               | 1.556                    | 35.97                | 1  |
| Etheostoma fonticola      | poisson            | 30 d     | CI10   | survie               | 1.617                    | 41.44                | 1  |
| Chlamydomonas reinhardtii | algue/plante       | 3 d      | CE10   | croissance           | 1.618                    | 41.53                | 3  |
| Brachionus calyciflorus   | invertébré         | 48 hr    | CE10   | Taux intrinsèque ... | 1.663                    | 46.07                | 1  |
| Clistoronia magnifica     | invertébré         | 8 mo.    | CE10   | Cycle de vie         | 1.693                    | 49.29                | 1  |
| Chlorella vulgaris        | algue/plante       | 3 d      | CE10   | croissance           | 1.716                    | 51.99                | 17 |
| Cottus bairdii            | poisson            | 28 d     | CE10   | biomasse             | 1.742                    | 55.18                | 1  |
| Chlorella protothecoides  | algue/plante       | 72 hr    | CMAT   | croissance           | 1.756                    | 57                   | 4  |
| Perca fluviatilis         | poisson            | 30 d     | CMAT   | croissance           | 1.778                    | 59.96                | 1  |
| Salvelinus fontinalis     | poisson            | 30 d     | CE10   | reproduction         | 1.781                    | 60.46                | 1  |
| Cyprinella monacha        | poisson            | 30 d     | CI10   | biomasse             | 1.882                    | 76.15                | 1  |
| Cyprinus carpio           | poisson            | 168 h    | CMAT   | survie               | 1.959                    | 90.89                | 1  |
| Daphnia ambigua           | invertébré         | 10 d     | CE10   | reproduction         | 2.171                    | 148.2                | 1  |
| Salvelinus confluentus    | poisson            | 60 d     | CMAT   | survie               | 2.397                    | 249.3                | 1  |
| Hyalella azteca           | invertébré         | 10 d     | CSE0   | survie               | 2.537                    | 344.3                | 5  |

cd5 (5-percentile) estimé basé sur:  
Modèle de distribution Log-Normale (meilleur) ..... 3.5993 ( 3.2358 - 4.0036)

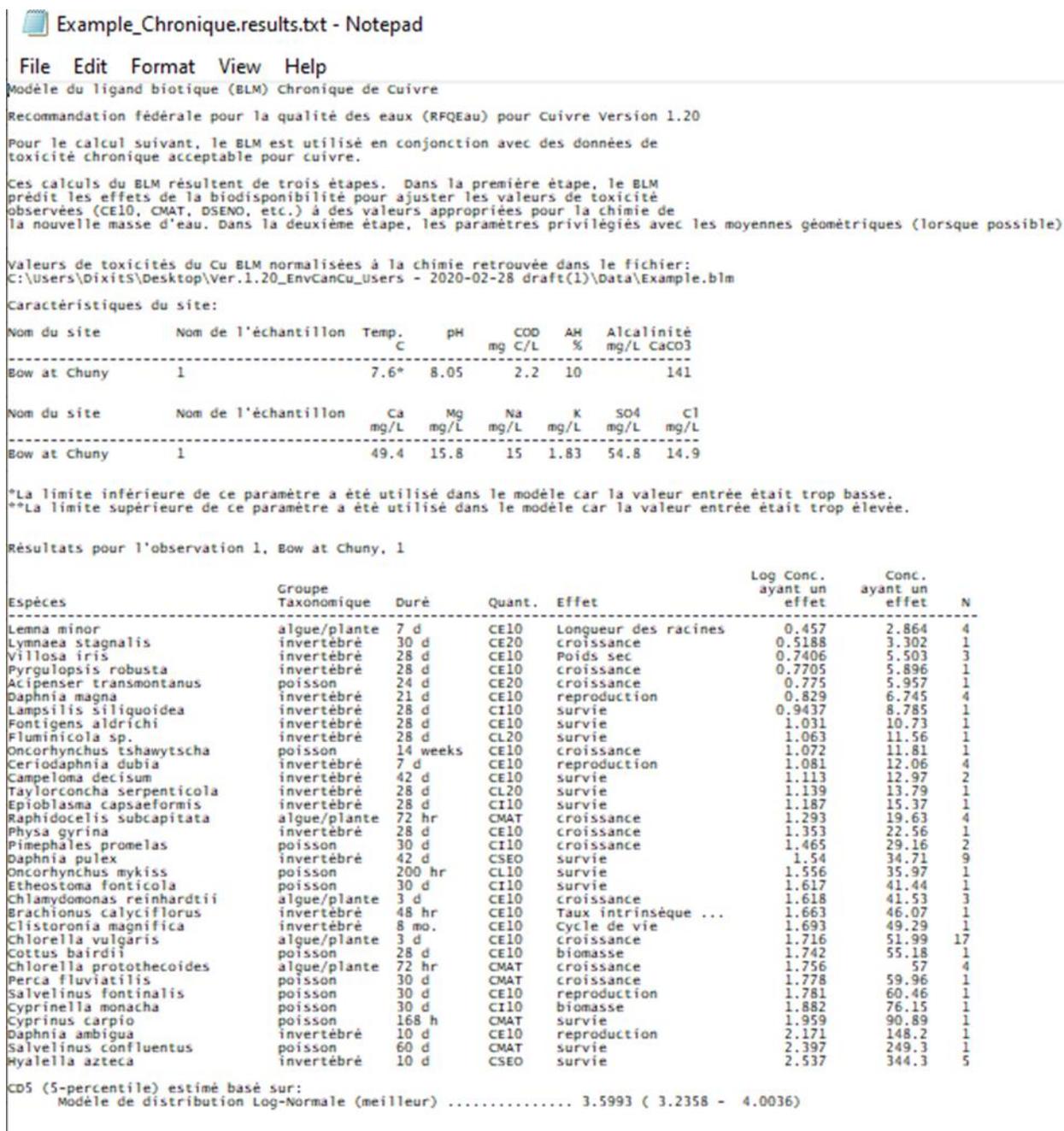


Figure 4-10. Exemple d'un fichier texte de résultats contenant des données normalisées sur les conditions chimiques de l'eau d'un site transposées en graphique de la distribution de la sensibilité des espèces

#### 4.8.1 Caractéristiques du site

Le fichier texte des résultats commence avec un résumé des données chimiques ayant subi une normalisation et appelé « Caractéristiques du site ». Ce résumé comprend les données

chimiques d'entrée pour chaque observation (ligne) dans le fichier de données chimiques du site. Si le modèle est exécuté à partir de l'onglet « Chimie simplifiée du site », on obtiendra d'abord une liste des ratios d'ions utilisés, puis les données simplifiées et enfin les données chimiques estimées qui ont été finalement utilisées pour la normalisation du BLM.

#### 4.8.2 Résultats

Les résultats sont présentés dans une série de sections indiquant un résumé de la distribution de la sensibilité des espèces normalisée pour chaque valeur observée du fichier de données chimiques d'entrée. Les résultats sont catégorisés par nom de l'espèce, groupe taxonomique, durée de l'essai, quantificateur du paramètre, effet, et concentrations ayant un effet, et nombre d'entrées dans la base de données (soit « N ») pour chaque espèce. La concentration entraînant un effet pour chaque espèce est le paramètre à privilégier selon le CCME (2007), et il s'agit de la valeur à tracer dans les graphiques de distribution de la sensibilité des espèces. À la suite de chaque graphique de distribution de la sensibilité des espèces, les valeurs estimées de  $CD_5$  sont données.

#### 4.8.3 Annexe I

Cette section énumère les valeurs déterminantes et normalisées du BLM pour chaque entrée dans la base de données, et chaque valeur chimique observée.

#### 4.9 Traitement de lot

On accède à la boîte de dialogue du traitement de lot du BLM à partir du menu Fichier en cliquant sur l'option « Exécuter le traitement du lot » du menu. Le BLM ne peut accepter que 250 valeurs chimiques observées du site à la fois (en raison de problèmes de mémoire), mais les ensembles de données de surveillance contiennent souvent plusieurs fois cette quantité de valeurs observées. Pour cette raison, il faut trouver un moyen d'importer de grandes quantités de données et de sauvegarder ou d'exécuter des lots d'au plus 250 valeurs observées à la fois. Une capture d'écran de la boîte de dialogue est illustrée à la Figure 4-11, et ses composantes sont expliquées ci-dessous.

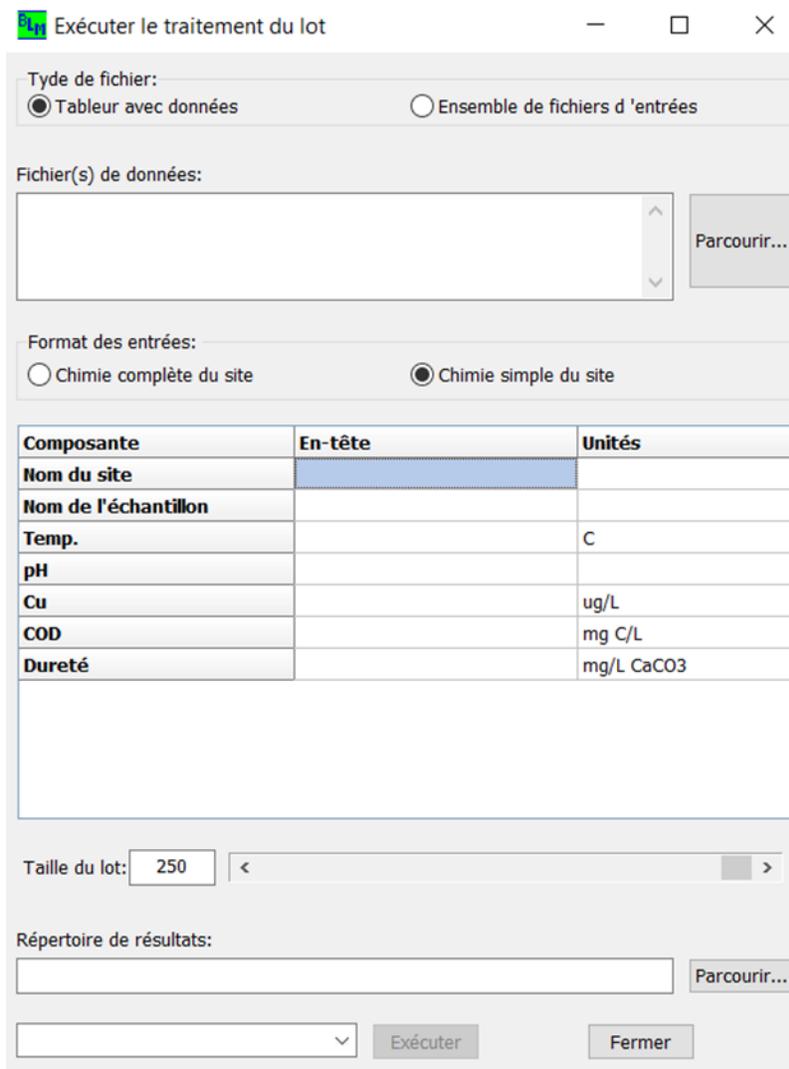


Figure 4-11. Boîte de dialogue de l'utilitaire d'exécution des lots

#### 4.9.1 Type de fichier

Dans cette section de la boîte de dialogue, deux types de fichier s'offrent à vous : « Tableur avec données » et « Ensemble de fichiers d'entrées ». Avec l'option « Tableur avec données », vous pouvez importer des données d'un fichier \*.csv ou \*.xls et laisser le programme créer des fichiers d'entrée de données BLM pour vous, puis facultativement, exécuter le BLM avec ces fichiers. L'option « Ensemble de fichiers d'entrées » vous permettra de choisir un ou plusieurs fichiers d'entrée de données BLM déjà été créés et de les exécuter en séquence. Les sections « Format des entrées », « Tableau des composantes » et « Taille du lot » disparaîtront lorsque l'option « Ensemble de fichiers d'entrées » est sélectionnée, puisqu'elles ne sont pertinentes que lorsqu'on importe des données pour créer des fichiers d'entrée de données.

#### 4.9.2 Fichier(s) de données

La section « Data File(s) » dispose d'une case dans laquelle apparaît le nom du seul fichier de données ou de la liste de fichiers d'entrée de données BLM sélectionné(s). Cliquez sur le bouton « Parcourir » à droite de la case pour choisir le ou les fichiers à utiliser. Il est à noter qu'un seul fichier de données peut être choisi, mais plusieurs fichiers d'entrée de données BLM peuvent être sélectionnés. Un fichier de données doit disposer de toutes les données chimiques pertinentes du site dans les colonnes (c.-à-d. une colonne pour la température, une colonne pour le pH, etc.), exprimées dans l'une des unités acceptées pour cette composante (dans le menu « Entrées » de données, cliquez sur « Régler unités » pour voir les options). Les colonnes doivent correspondre aux composantes chimiques complètes du site (température, pH, Cu, COD, CD, Ca, Mg, Na, K, SO<sub>4</sub>, Cl et alcalinité) ou aux composantes chimiques simplifiées (température, pH, Cu, COD et dureté) et un seul nom devrait être indiqué dans la première rangée. Les types de fichiers de données acceptés portent l'extension « \*.csv » (valeurs séparées par une virgule) ou « \*.xls » (1997-2003 Microsoft® Excel). À l'opposé, l'option « Ensemble de fichiers d'entrées » vous permettra de choisir tout nombre et combinaison de fichiers « \*.blm » (données chimiques complètes BLM) et \*.blme (données chimiques simplifiées BLM) qui seront alors ouverts et exécutés en séquence.

#### 4.9.3 Format d'entrée

Cette section n'apparaît que lorsque le type de fichier « Tableur avec données » est choisi. À cet endroit, vous pouvez choisir quel ensemble de composantes chimiques vous aimeriez utiliser, c'est-à-dire les données chimiques simplifiées ou complètes. Si vous choisissez d'utiliser les données chimiques simplifiées, alors tous les fichiers d'entrée de données créés utiliseront les ratios d'ions actuellement sélectionnés dans l'onglet « chimie simple du site ». Vous n'avez pas besoin de fermer la boîte de dialogue « Exécuter le traitement du lot » pour changer le ratio d'ions.

#### 4.9.4 Tableau des composantes

Cette section n'apparaît que lorsque le type de fichier « Tableur avec données » est choisi. Une fois que vous avez choisi un fichier de données, le programme lira les en-têtes de colonnes sur la première rangée du fichier. Ces en-têtes apparaîtront maintenant comme des options d'une case à liste déroulante dans la colonne identifiée « En-tête » du tableau des composantes. En leur absence, le programme complétera ces options en les devinant (p. ex. si vous avez une colonne intitulée « COD (mg/L) », il utilisera l'en-tête qui sert habituellement aux composantes COD). Vérifiez le travail du programme (l'ordinateur est *peu* intelligent) et remplissez les en-têtes manquants en choisissant l'en-tête pertinent dans la case à liste déroulante qui apparaît lorsque vous modifiez une cellule. Aussi, assurez-vous de vérifier que les unités sont correctes – elles devraient correspondre aux unités des données de votre fichier de données. Toutes les composantes ont besoin d'avoir un en-tête avant l'exécution du traitement de lot. Le même en-tête peut être utilisé deux fois (p. ex. si vous avez seulement un nom de colonne, vous pouvez l'utiliser comme « Nom de site » et « nom d'échantillon »).

#### 4.9.5 Taille du lot

Cette section n'apparaît que lorsque le type de fichier « Tableur avec données » est choisi. La section « Taille du lot » de la boîte de dialogue présente une petite zone de texte et un curseur permettant de choisir la taille des lots à analyser par le programme. La valeur par défaut est le nombre maximal de valeurs observées possible dans un fichier d'entrée de données (250), mais ce chiffre peut être modifié dans les cas où un plus petit nombre de valeurs observées par fichier est souhaité. Déplacez le curseur ou tapez un chiffre dans la zone de texte pour changer la taille du lot. Si le nombre de valeurs observées n'est pas un multiple de la taille du lot, alors le dernier lot sera plus petit que le chiffre de la taille du lot.

#### 4.9.6 Répertoire de résultats

La section « Répertoire de résultats » permet de choisir ou d'afficher l'endroit où les fichiers seront enregistrés. Avec l'option « Tableur avec données », vous pouvez sélectionner un répertoire différent pour les fichiers d'entrée de données BLM nouvellement créés et les fichiers de résultats connexes qui seront sauvegardés ou conserver le répertoire par défaut (le répertoire même dans lequel se trouve le fichier de données). Cliquez sur le bouton « Parcourir » ouvrira une boîte de dialogue distincte qui permettra à l'utilisateur de naviguer dans un répertoire existant. Un nouveau répertoire peut être créé en modifiant le champ « Nom du répertoire » de la boîte de dialogue de sélection. Lorsque l'option « Ensemble de fichiers d'entrées » est choisie, le répertoire des résultats ne pourra pas être modifié, mais est juste affiché à des fins de clarification – il s'agira du même répertoire que celui d'où proviennent les fichiers d'entrée de données.

#### 4.9.7 Exécuter

Le bouton « Exécuter » commande au programme l'action affichée dans la case à menu déroulant à côté du bouton. L'option « Créer des fichiers d'entrée uniquement » est disponible seulement lorsque l'option « Tableur avec données » est choisie. Lorsque cette option est sélectionnée, le programme ne normalisera pas les données, mais créera les fichiers d'entrée de données et arrêtera. Si on choisit plutôt l'option « Traiter », alors le programme fera l'équivalent de lire un fichier d'entrée de données et de cliquer sur le bouton « Traiter » de l'interface principale. Lorsqu'on a fini de traiter tous les lots, un message apparaîtra et mentionnera à l'utilisateur le moment où il aura terminé et la durée du traitement. Il faut environ une heure pour traiter un lot de 250 valeurs observées, mais la durée exacte dépend de la puissance de l'ordinateur et de la difficulté avec laquelle le moteur BLM analyse les données chimiques pour. Soyez patient et souvenez-vous que le moteur BLM réalise environ 80 calculs d'équilibre chimique représentant plus de 100 réactions chimiques et plus de 25 bilans massiques, et résoud des algorithmes d'optimisation non linéaires, pour *chaque* valeur chimique observée du site.

## **5 Application exemple**

---

Le logiciel BLM Windows® contient aussi une application exemple à des fins de démonstration. Le fichier, appelé « Example.blm » est installé en même temps que le

programme BLM et est situé dans le répertoire de données BLM demandé au cours de l'installation (par défaut dans le dossier « Mes documents »). Le fichier peut être ouvert directement en double-cliquant sur le nom du fichier dans un gestionnaire de fichiers comme Explorer de Microsoft Windows® ou en démarrant d'abord le programme BLM pour Windows® et en choisissant le fichier par « Fichier », puis « Ouvrir ». Ce fichier de données servant d'exemple contient des valeurs observées sur la qualité de l'eau d'un site donné.

Le fichier de données « Example.blm » peut servir à normaliser la DSE du Cu. Une fois la portée des prédictions du BLM définie par l'utilisateur, le BLM peut être exécuté à l'aide du bouton de raccourci « Traitement BLM » du menu. Selon le nombre de lignes de données d'entrée du fichier de données BLM et la base de données, la durée du traitement peut varier de quelques secondes à quelques heures avant d'obtenir les prédictions de BLM. À la fin du traitement, l'utilisateur est informé des noms des fichiers de résultats et des endroits où ils se trouvent, et il peut ou non ouvrir le répertoire, comme il est indiqué à la Figure 5-1.

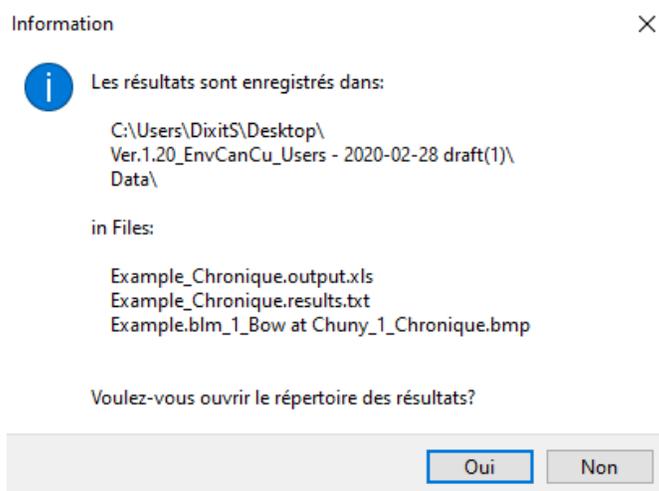


Figure 5-1. Exemple d'une fenêtre de notifications indiquant la fin d'un traitement du BLM

Le contenu des fichiers de résultats est décrit à la section 4.8 – Description des fichiers de résultats.

## **6 Désinstaller le BLM**

---

Pour désinstaller le programme BLM pour Windows®, choisissez l'utilitaire de désinstallation par « Démarrer », « Programmes », « Environment Canada Chronic Cu BLM », « Désinstaller ». Tous les fichiers de programme installés par le BLM au cours de la configuration seront désinstallés. Toutefois, aucun des fichiers créés par l'utilisateur et enregistrés dans le répertoire d'installation du BLM ne sera effacé au cours de la désinstallation. Ces fichiers devront être effacés manuellement par l'utilisateur, s'il le souhaite.

## **7 Références**

---

---

- CCME. 2007. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique. Protocole d'élaboration des recommandations pour la qualité des eaux en vue de protéger la vie aquatique 2007. Conseil canadien des ministres de l'environnement, Winnipeg, Manitoba.
- [CCE] Commission de coopération environnementale. 1997. Les régions écologiques de l'Amérique du Nord. Vers une perspective commune. Commission de coopération environnementale, Montréal, Québec, Canada.
- [ECCC] Environnement et Changement climatique Canada. 2021. Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux visant le cuivre. Environnement et Changement climatique Canada, Bureau national des recommandations et des normes, Gatineau, Québec.
- [GTSE] Groupe de travail sur la stratification écologique. 1995. Cadre écologique national pour le Canada. Agriculture et Agroalimentaire Canada, Direction générale de la recherche, Centre de recherches sur les terres et les ressources biologiques et Environnement Canada, Direction générale de l'État de l'environnement, Direction de l'analyse des écozones, Ottawa, Canada.
- Seppänen, O.A., W.J. Fisk and M.J. Mendell. 1999. Association of ventilation rates and CO<sub>2</sub> concentrations with health and other responses in commercial and institutional buildings. *Indoor Air* 9: 226-252. (disponible en anglais seulement)
- Tipping E. 1994. WHAM - a chemical equilibrium model and computer code for waters, sediments, and soils incorporating a discrete site/electrostatic model of ion-binding by humic substances. *Comput Geosci* 20: 973-1023. (disponible en anglais seulement)

## **Annexe : Fourchette des paramètres au Canada**

---

Les données canadiennes de surveillance de la qualité des eaux résumées ci-après, dont les concentrations de cuivre (Tableau A- 1, ECCC, 2021) ont été compilées par Environnement et Changement climatique Canada. Les sources de données sont les programmes et les ensembles de données sur la surveillance d'ECCC fournis par les provinces et les territoires. Chaque province et écozone dispose de données avec des températures inférieures à la température minimale du modèle, qui est de 8,5 °C, un résultat qui n'avait pas été prévu (Tableau A- 2). Quelques provinces affichaient des températures supérieures à la température maximale du modèle, soit 27 °C, mais ces écarts se produisaient dans moins de 10 % du temps dans les données. La Nouvelle-Écosse, l'Ontario et l'écozone du Bouclier boréal sont associées à des valeurs observées dont plus de 10 % ont une valeur de pH inférieure à la valeur minimale du modèle, qui est de 5,5, et la Saskatchewan et l'écozone du Haut-Arctique présentent des valeurs observées qui sont plus de 10 % du temps supérieures à la valeur maximale du modèle, qui est de 8,75 (Tableau A- 3). Les valeurs de COD dans les données de surveillance ont rarement dépassé la fourchette du modèle, qui se situe de 0,2 à 33,4 mg C/L, et moins de 10 % des données pour chaque province et écozone se situaient hors de la fourchette (Tableau A- 4). Les valeurs de dureté dans les données de surveillance étaient inférieures à la valeur minimale du modèle > 50 % du temps en Nouvelle-Écosse et > 75 % du temps dans l'écozone de la Cordillère arctique (Tableau A- 5). D'autres zones dont les eaux étaient généralement moins dures étaient Terre-Neuve-et-Labrador (> 25 %), le Nunavut (> 25 %), les Territoires du Nord-Ouest (> 10 %), l'Ontario (> 10 %) et le Bouclier boréal (> 25 %), le Bas-Arctique (> 25 %) et la taïga du Bouclier (> 25 %). La Saskatchewan et l'écozone des Prairies étaient les seules à afficher des eaux particulièrement dures, car > 25 % des données de surveillance étaient supérieures à la valeur maximale du modèle en Saskatchewan et > 10 %, dans l'écozone des Prairies. Chaque cation avait tendance à suivre cette même tendance (Tableau A- 6 au Tableau A- 9), bien que les concentrations de sodium étaient généralement relativement faibles partout, en particulier dans les écozones de l'Arctique, et les concentrations de potassium étaient généralement très conformes aux valeurs des limites du modèle. Les concentrations de sulfate (Tableau A- 10) étaient rarement inférieures à la valeur minimale du modèle, car < 10 % des valeurs étaient inférieures à la valeur minimale du modèle dans toutes les provinces et les écozones. Les concentrations de sulfate étaient élevées en Saskatchewan (> 25 % supérieures à la valeur maximale du modèle), en Colombie-Britannique (> 10 %) et dans les Prairies (> 10 %). Les concentrations de chlorure se situent presque toujours dans les limites du modèle dans les données de surveillance, < 10 % des valeurs étant hors des limites pour toutes les écozones et les provinces (Tableau A- 11). Les valeurs d'alcalinité des données de surveillance étaient très rarement inférieures à la valeur minimale du modèle et étaient très souvent supérieures à la valeur maximale du modèle en Saskatchewan (> 25 % supérieures à la valeur maximale du modèle), au Manitoba (> 25 %) et les plaines boréales (> 25 %) et les Prairies (> 10 %) (Tableau A- 12). Toutefois, la CID des données de surveillance était considérablement plus élevée que la valeur maximale du modèle dans la majorité des provinces et des écozones (Tableau A- 13).

Tableau A- 1. Fourchettes et quantiles de la concentration du cuivre des données de surveillance canadiennes (en µg/L).

| Unité géographique           | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 % | 25 % | 50 % | 75 % | 90 % | Maximum |
|------------------------------|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|---------|
| <b>Résumé par province</b>   |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Alberta                      | 347/5 909                        | 0,02    | 0,21 | 0,47 | 0,77 | 1,14 | 1,94 | 19      |
| Colombie-Britannique         | 751/19 018                       | 0,02    | 0,25 | 0,44 | 0,7  | 1,38 | 3,33 | 4 600   |
| Manitoba                     | 170/5 045                        | 0,2     | 0,8  | 1,11 | 1,82 | 3,36 | 6,47 | 2 270   |
| Nouveau-Brunswick            | 320/4 138                        | 0,2     | 0,5  | 0,5  | 0,5  | 0,7  | 1    | 23      |
| Terre-Neuve-et-<br>Labrador  | 99/4 680                         | 0,02    | 0,19 | 0,26 | 0,44 | 1,35 | 2,22 | 30      |
| Territoires du<br>Nord-Ouest | 53/2 930                         | 0,06    | 0,3  | 0,5  | 1    | 2    | 3,70 | 218     |
| Nouvelle-Écosse              | 13/591                           | 0,03    | 0,17 | 0,25 | 0,4  | 0,82 | 1,44 | 158     |
| Nunavut                      | 10/147                           | 0,03    | 0,32 | 0,66 | 1,27 | 2,58 | 3,81 | 50      |
| Ontario                      | 539/29 752                       | 0,002   | 0,37 | 0,7  | 1    | 2,14 | 4,07 | 2 320   |
| Île-du-Prince-Édouard        | 3/76                             | 0,09    | 0,2  | 0,22 | 0,31 | 0,5  | 1,13 | 3       |
| Québec                       | 164/1 673                        | 0,025   | 0,36 | 0,73 | 1,1  | 1,5  | 2,8  | 25      |
| Saskatchewan                 | 317/4 293                        | 0,02    | 0,17 | 0,9  | 1,5  | 2,71 | 8,29 | 5 273   |
| Yukon                        | 11/1 266                         | 0,16    | 0,36 | 0,49 | 0,91 | 1,84 | 4,2  | 46      |
| <b>Résumé par écozone</b>    |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Cordillère arctique          | 2/21                             | 0,37    | 0,44 | 0,99 | 2,1  | 2,62 | 3,09 | 10      |
| Maritime de<br>l'Atlantique  | 346/4 910                        | 0,03    | 0,48 | 0,5  | 0,5  | 0,78 | 1,05 | 158     |
| Cordillère boréale           | 65/1 291                         | 0,05    | 0,32 | 0,46 | 0,83 | 1,53 | 3,8  | 46      |
| Plaines boréales             | 297/5 209                        | 0,02    | 0,31 | 0,6  | 1    | 1,82 | 4    | 253     |
| Bouclier boréal              | 375/19 489                       | 0,002   | 0,23 | 0,4  | 0,7  | 1,23 | 2,62 | 2 270   |
| Plaines hudsoniennes         | 9/75                             | 0,39    | 0,56 | 0,84 | 1,03 | 1,95 | 2,41 | 14      |
| Plaines à forêts mixtes      | 444/17 144                       | 0,021   | 1    | 1    | 1,52 | 2,72 | 4,39 | 2 320   |
| Cordillère montagnard        | 462/14 428                       | 0,02    | 0,2  | 0,38 | 0,63 | 1,23 | 3    | 4 600   |
| Haut-Arctique                | 7/70                             | 0,03    | 0,20 | 0,61 | 1,29 | 3,15 | 6,53 | 50      |
| Maritime du Pacifique        | 262/5 447                        | 0,05    | 0,37 | 0,52 | 0,81 | 1,5  | 3,72 | 400     |
| Prairies                     | 397/7 827                        | 0,05    | 0,54 | 0,91 | 1,66 | 2,74 | 6,09 | 5 273   |
| Bas-Arctique                 | 14/428                           | 0,1     | 0,3  | 0,47 | 0,7  | 1,55 | 2    | 7       |
| Taïga de la Cordillère       | 2/97                             | 0,2     | 0,28 | 0,6  | 1,7  | 2,64 | 4,94 | 16      |
| Taïga des Plaines            | 31/894                           | 0,06    | 0,3  | 0,6  | 1,4  | 2,4  | 5    | 39      |
| Taïga du Bouclier            | 89/2 176                         | 0,05    | 0,25 | 0,4  | 0,7  | 1,1  | 2    | 40      |

Tableau A- 2. Fourchettes et quantiles de température des données de surveillance canadiennes (en degrés Celsius). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour la température sont de 8,5 à 27 degrés Celsius.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 %  | 50 %  | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Alberta                    | 685/14 392                       | 0       | 0     | 1,64  | 9,85  | 16    | 19,61 | 28      |
| Colombie-Britannique       | 374/18 780                       | 0       | 0,2   | 2,5   | 6     | 11    | 15,5  | 28      |
| Manitoba                   | 207/14 908                       | 0       | 3,3   | 13,1  | 18,9  | 21,5  | 23,1  | 33      |
| Nouveau-Brunswick          | 64/2 357                         | 0       | 5,5   | 11,2  | 15,1  | 19,8  | 22,8  | 30      |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 94/4 136                         | 0       | 0,3   | 2,61  | 8,76  | 14,76 | 18,52 | 26      |
| Territoires du Nord-Ouest  | 13/221                           | 0,08    | 2,13  | 6,87  | 12,17 | 16,27 | 19,09 | 23      |
| Nouvelle-Écosse            | 12/760                           | 0       | 0,18  | 2,73  | 10,96 | 17,18 | 20,49 | 26      |
| Nunavut                    | -                                | -       | -     | -     | -     | -     | -     | -       |
| Ontario                    | 552/54 265                       | 0       | 2,9   | 4,8   | 10,2  | 17,9  | 21,8  | 38      |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/211                            | 0       | 0,5   | 3,1   | 9,7   | 12,8  | 14,56 | 19      |
| Québec                     | 151/955                          | 0       | 7,48  | 11,23 | 15,76 | 19,05 | 22,5  | 27      |
| Saskatchewan               | 244/3 433                        | 0       | 0,3   | 4,4   | 13    | 18,8  | 21,6  | 31      |
| Yukon                      | 10/1 228                         | 0       | 0     | 0     | 2,1   | 10    | 13    | 22      |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Cordillère arctique        |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Maritime de l'Atlantique   | 88/3 382                         | 0       | 2,3   | 9     | 14    | 18,8  | 22,1  | 30      |
| Cordillère boréale         | 11/1 140                         | 0       | 0     | 0     | 2     | 9,15  | 13    | 18      |
| Plaines boréales           | 410/12 603                       | 0       | 0,04  | 7,56  | 15,5  | 20,1  | 22,3  | 30      |
| Bouclier boréal            | 323/36 727                       | 0       | 0,92  | 4,4   | 8     | 17    | 21,2  | 37      |
| Plaines hudsoniennes       | 9/94                             | 0       | 0     | 9,56  | 14,88 | 18,28 | 19,86 | 22      |
| Plaines à forêts mixtes    | 490/25 510                       | 0       | 4,5   | 8,3   | 14,8  | 19,8  | 22,7  | 38      |
| Cordillère montagnard      | 336/15 394                       | 0       | 0     | 1,9   | 5,2   | 9,9   | 15    | 28      |
| Haut-Arctique              | -                                | -       | -     | -     | -     | -     | -     | -       |
| Maritime du Pacifique      | 96/4 129                         | 0       | 3     | 5,1   | 9     | 13,5  | 17    | 25      |
| Prairies                   | 569/14 345                       | 0       | 0     | 3,03  | 11,9  | 18,2  | 21,7  | 31      |
| Bas-Arctique               | 4/29                             | 5,9     | 8,95  | 10,62 | 11,48 | 14,74 | 16,25 | 17      |
| Taïga de la Cordillère     | 2/92                             | 0       | 0     | 0     | 4     | 12    | 16    | 22      |
| Taïga des Plaines          | 2/16                             | 0       | 2,35  | 5,13  | 10,45 | 12,25 | 13,6  | 22      |
| Taïga du Bouclier          | 75/728                           | 0       | 1,185 | 6     | 12,35 | 16,29 | 18,6  | 23      |

Tableau A- 3. Fourchettes et quantiles de pH des données de surveillance canadiennes. Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le pH sont de 5,5 à 8,75.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 % | 25 % | 50 % | 75 % | 90 % | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Alberta                    | 699/15 931                       | 3,65    | 7,6  | 7,91 | 8,2  | 8,4  | 8,61 | 11      |
| Colombie-Britannique       | 708/19 008                       | 4,3     | 7,3  | 7,6  | 7,9  | 8,1  | 8,3  | 10      |
| Manitoba                   | 205/8 336                        | 3,2     | 7,77 | 8,01 | 8,24 | 8,41 | 8,56 | 113     |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 153                        | 4,48    | 6,81 | 7,11 | 7,44 | 7,8  | 8,04 | 8,9     |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 90/3 856                         | 3,63    | 5,57 | 6,1  | 6,59 | 7,03 | 7,45 | 9,8     |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 977                         | 4,15    | 6,76 | 7,11 | 7,53 | 8    | 8,26 | 10      |
| Nouvelle-Écosse            | 12/756                           | 3,22    | 4,7  | 6,03 | 6,6  | 6,99 | 7,27 | 8,7     |
| Nunavut                    | 10/122                           | 4,3     | 6,12 | 6,85 | 7,48 | 8,18 | 8,59 | 10      |
| Ontario                    | 585/36 539                       | 3,06    | 5,21 | 6,27 | 7,81 | 8,19 | 8,44 | 12      |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/204                            | 6,8     | 7,2  | 7,5  | 7,8  | 8    | 8,2  | 10      |
| Québec                     | 151/943                          | 3       | 6,62 | 7,25 | 7,8  | 8,1  | 8,2  | 9,4     |
| Saskatchewan               | 417/7 437                        | 4,45    | 7,72 | 8,04 | 8,32 | 8,58 | 8,8  | 11      |
| Yukon                      | 11/903                           | 6,7     | 7,77 | 7,94 | 8,08 | 8,16 | 8,2  | 13      |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Cordillère arctique        | 2/17                             | 5,77    | 5,86 | 6,4  | 6,9  | 7,47 | 7,88 | 8,3     |
| Maritime de l'Atlantique   | 343/5 168                        | 3,22    | 6,5  | 7    | 7,35 | 7,76 | 8,02 | 10      |
| Cordillère boréale         | 25/857                           | 6,7     | 7,77 | 7,94 | 8,09 | 8,15 | 8,2  | 8,5     |
| Plaines boréales           | 453/10 739                       | 3,65    | 7,57 | 7,9  | 8,2  | 8,43 | 8,67 | 11      |
| Bouclier boréal            | 373/20 361                       | 3,2     | 4,78 | 5,53 | 6,3  | 7,15 | 8    | 13      |
| Plaines hudsoniennes       | 9/75                             | 7,4     | 7,88 | 8,08 | 8,19 | 8,27 | 8,32 | 8,4     |
| Plaines à forêts mixtes    | 485/22 736                       | 3,06    | 7,54 | 7,83 | 8,09 | 8,31 | 8,53 | 13      |
| Cordillère montagnard      | 529/15 932                       | 4,9     | 7,5  | 7,8  | 8    | 8,2  | 8,3  | 10      |
| Haut-Arctique              | 7/63                             | 4,3     | 6,06 | 6,95 | 7,98 | 8,41 | 8,94 | 10      |
| Maritime du Pacifique      | 215/4 474                        | 4,3     | 6,9  | 7,3  | 7,57 | 7,8  | 8    | 9,6     |
| Prairies                   | 698/17 459                       | 5,34    | 7,77 | 8,04 | 8,28 | 8,48 | 8,67 | 10      |
| Bas-Arctique               | 14/414                           | 5,64    | 6,54 | 6,66 | 6,84 | 7,47 | 8,2  | 13      |
| Taïga de la Cordillère     | 2/46                             | 7,43    | 7,76 | 7,95 | 8,05 | 8,16 | 8,24 | 8,3     |
| Taïga des Plaines          | 30/924                           | 6,44    | 7,51 | 7,84 | 8,11 | 8,30 | 8,55 | 9,6     |
| Taïga du Bouclier          | 86/1 899                         | 3       | 6,63 | 6,93 | 7,32 | 7,58 | 7,91 | 9,7     |

Tableau A- 4. Fourchettes et quantiles du carbone organique dissous (COD) des données de surveillance canadiennes (en mg C/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le COD sont de 0,2 à 33,4 mg C/L.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 % | 25 % | 50 % | 75 % | 90 % | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Alberta                    | 519/10 780                       | 0,01    | 0,8  | 1,8  | 3,8  | 10   | 17,7 | 5 950   |
| Colombie-Britannique       | 632/16 378                       | 0,2     | 0,5  | 1    | 1,9  | 3,7  | 6,7  | 500     |
| Manitoba                   | 141/7 438                        | 1       | 7    | 8,8  | 10,9 | 13,7 | 17   | 99      |
| Nouveau-Brunswick          | 317/4 156                        | 1       | 2,5  | 3,6  | 5,9  | 8,1  | 10,9 | 34      |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 99/4 685                         | 1       | 2,7  | 3,6  | 5,1  | 6,8  | 9,2  | 43      |
| Territoires du Nord-Ouest  | 49/2 009                         | 0,5     | 1,8  | 2,6  | 4,3  | 6,4  | 7,9  | 56      |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 127                         | 1       | 3,8  | 5,3  | 7,8  | 11,1 | 14,7 | 30      |
| Nunavut                    | 10/145                           | 0,5     | 0,5  | 0,8  | 1,8  | 3,7  | 4,8  | 9,3     |
| Ontario                    | 319/21 447                       | 0,1     | 2,7  | 3,7  | 5,5  | 8,6  | 16,9 | 84      |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/111                            | 0,5     | 1    | 1,3  | 2,2  | 4,3  | 8,7  | 13      |
| Québec                     | 153/933                          | 0,2     | 2,4  | 3    | 4,6  | 7,2  | 11,8 | 32      |
| Saskatchewan               | 400/6 019                        | 1       | 5,3  | 10,2 | 14,6 | 20,2 | 28   | 2 666   |
| Yukon                      | 10/1 066                         | 0,3     | 0,5  | 0,8  | 1,7  | 2,9  | 5,8  | 29      |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 0,5     | 0,5  | 0,5  | 0,6  | 0,9  | 1,4  | 1,8     |
| Maritime de l'Atlantique   | 341/5 447                        | 0,5     | 2,5  | 3,8  | 6,2  | 8,6  | 12,2 | 34      |
| Cordillère boréale         | 38/1 007                         | 0,3     | 0,5  | 0,7  | 1,5  | 2,5  | 4,1  | 29      |
| Plaines boréales           | 363/7 929                        | 0,2     | 2,2  | 5,4  | 10   | 14,7 | 21   | 374     |
| Bouclier boréal            | 330/19 565                       | 0,5     | 2,8  | 4    | 6,3  | 10,2 | 18   | 84      |
| Plaines hudsoniennes       | 9/75                             | 5,6     | 6,9  | 7,8  | 8,7  | 9,5  | 12,5 | 20      |
| Plaines à forêts mixtes    | 231/8 366                        | 0,1     | 2,6  | 3,4  | 4,7  | 6,2  | 8,1  | 29      |
| Cordillère montagnard      | 423/13 095                       | 0,01    | 0,5  | 0,8  | 1,6  | 3,6  | 7    | 5 950   |
| Haut-Arctique              | 7/67                             | 0,5     | 0,5  | 0,7  | 1,2  | 1,9  | 3,4  | 8,4     |
| Maritime du Pacifique      | 221/4 351                        | 0,5     | 0,8  | 1,3  | 2,2  | 3,3  | 5,1  | 500     |
| Prairies                   | 575/13 427                       | 0,3     | 2    | 4,2  | 10,9 | 15,8 | 21,1 | 2 666   |
| Bas-Arctique               | 14/431                           | 0,5     | 1,9  | 2,3  | 2,8  | 3,5  | 4,5  | 16      |
| Taïga de la Cordillère     | 2/94                             | 0,5     | 0,8  | 1,6  | 7,5  | 10,3 | 13,3 | 27      |
| Taïga des Plaines          | 29/671                           | 0,5     | 1,1  | 1,9  | 3,9  | 7,2  | 20   | 61      |
| Taïga du Bouclier          | 87/1 747                         | 0,9     | 2,6  | 3,6  | 5,2  | 6,5  | 7,3  | 35      |

Tableau A- 5. Fourchettes et quantiles de dureté des données de surveillance canadiennes (en mg/L de CaCO<sub>3</sub>). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour la dureté sont de 7,9 à 525 mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 %  | 50 %  | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Alberta                    | 550/10 646                       | 23,4    | 100   | 130   | 170   | 220   | 280   | 2 270   |
| Colombie-Britannique       | 682/18 160                       | 0,4     | 21,98 | 39,38 | 64    | 110   | 170   | 3 400   |
| Manitoba                   | 173/5 419                        | 1,4     | 52,28 | 129   | 269   | 379   | 474   | 2 990   |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 135                        | 1,2     | 8,78  | 12    | 22,9  | 46,6  | 68,2  | 361     |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 99/4 732                         | 0,5     | 4,16  | 6,03  | 9,54  | 30    | 53,3  | 4 055   |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 998                         | 0,007   | 7     | 15    | 34,8  | 114,6 | 206,6 | 2 280   |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 126                         | 1,18    | 3,24  | 3,97  | 5,57  | 20,27 | 51,48 | 131     |
| Nunavut                    | 10/147                           | 2,12    | 5,37  | 7,86  | 16,21 | 41,97 | 58,25 | 115     |
| Ontario                    | 543/30 703                       | 0,06    | 5,07  | 8,5   | 103   | 245   | 297   | 1 510   |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/235                            | 23,38   | 63,53 | 82,07 | 104   | 131,3 | 136,9 | 146     |
| Québec                     | 154/954                          | 4,02    | 10,23 | 23,23 | 67,24 | 105   | 117,8 | 235     |
| Saskatchewan               | 407/6 054                        | 6       | 176   | 214   | 395   | 629   | 1 643 | 60 300  |
| Yukon                      | 10/1 082                         | 29,2    | 50,41 | 75,93 | 99,9  | 154,8 | 228   | 773     |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 2,16    | 4,06  | 5,48  | 6,41  | 7,59  | 8,26  | 16      |
| Maritime de l'Atlantique   | 344/5 549                        | 1,18    | 4,59  | 9,95  | 20,9  | 47,7  | 79,7  | 361     |
| Cordillère boréale         | 65/1 111                         | 0,5     | 48,9  | 62,4  | 97,2  | 155   | 268   | 773     |
| Plaines boréales           | 387/7 199                        | 1,5     | 99,48 | 123   | 170   | 253   | 464,5 | 34 890  |
| Bouclier boréal            | 379/20 306                       | 0,06    | 4,51  | 6,36  | 9,17  | 26,6  | 71    | 4 055   |
| Plaines hudsoniennes       | 9/75                             | 43      | 68,96 | 83,3  | 92,5  | 120   | 134,4 | 151     |
| Plaines à forêts mixtes    | 440/16 758                       | 3,034   | 97,8  | 171   | 236,1 | 280   | 322   | 1 510   |
| Cordillère montagnard      | 431/13 818                       | 0,4     | 36    | 56    | 79,5  | 132   | 200   | 2 270   |
| Haut-Arctique              | 7/69                             | 2,12    | 3,72  | 9,56  | 39,99 | 63,1  | 82,23 | 108     |
| Maritime du Pacifique      | 247/5 276                        | 0,5     | 10,5  | 21    | 36    | 60    | 120   | 3 400   |
| Prairies                   | 587/12 535                       | 7       | 160   | 190   | 264,9 | 427   | 651,7 | 60 300  |
| Bas-Arctique               | 14/432                           | 0,01    | 4,62  | 6,28  | 9,39  | 26,25 | 114,2 | 350     |
| Taïga de la Cordillère     | 2/95                             | 30,6    | 70,26 | 99,95 | 123   | 198   | 207,5 | 250     |
| Taïga des Plaines          | 19/889                           | 0,22    | 96,9  | 108   | 140,2 | 201,5 | 233,7 | 362     |
| Taïga du Bouclier          | 89/2 245                         | 0,5     | 4,5   | 7,34  | 16,24 | 29,4  | 65,12 | 158     |

Tableau A- 6. Fourchettes et quantiles de calcium des données de surveillance canadiennes (en ml/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le calcium sont de 2,2 à 160,3 mg/L.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 %  | 50 %  | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Alberta                    | 503/9 998                        | 2,49    | 24,5  | 32,7  | 44    | 54    | 66    | 373     |
| Colombie-Britannique       | 673/15 094                       | 0,05    | 6,8   | 11,2  | 18    | 30,1  | 49    | 420     |
| Manitoba                   | 173/5 611                        | 2,35    | 14,1  | 30,2  | 54    | 77    | 94,5  | 1 160   |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 134                        | 0,26    | 2,71  | 3,81  | 7,47  | 15,48 | 22,8  | 67,6    |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 99/4 729                         | 0,26    | 0,99  | 1,51  | 2,62  | 9,37  | 17,2  | 265     |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 993                         | 0,07    | 1,49  | 4,03  | 9,3   | 31,8  | 53,6  | 824     |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 126                         | 0,19    | 0,66  | 0,81  | 1,19  | 6,15  | 16,77 | 44      |
| Nunavut                    | 10/147                           | 0,57    | 1,64  | 2,19  | 4,27  | 11,05 | 19,34 | 36      |
| Ontario                    | 480/24 766                       | 0,02    | 1,26  | 1,96  | 7,72  | 65,5  | 84,7  | 326     |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/235                            | 5,7     | 14,4  | 18,88 | 25,5  | 44    | 46,9  | 51      |
| Québec                     | 154/954                          | 0,85    | 2,8   | 6,8   | 19    | 30    | 34    | 65      |
| Saskatchewan               | 407/6 055                        | 1       | 36    | 47    | 65    | 92    | 124   | 566     |
| Yukon                      | 3/104                            | 15,3    | 25,89 | 30,87 | 44,35 | 67,1  | 90,62 | 194     |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 0,7     | 1,33  | 1,75  | 1,99  | 2,32  | 2,63  | 5,2     |
| Maritime de l'Atlantique   | 344/5 548                        | 0,19    | 1,04  | 3,06  | 6,65  | 15,6  | 24,5  | 68      |
| Cordillère boréale         | 60/228                           | 0,05    | 9,77  | 15    | 34    | 73,03 | 180   | 220     |
| Plaines boréales           | 351/6 641                        | 2       | 25,7  | 31    | 42    | 55,4  | 82,1  | 824     |
| Bouclier boréal            | 376/19 847                       | 0,02    | 1,14  | 1,56  | 2,48  | 7,15  | 20    | 1 160   |
| Plaines hudsoniennes       | 9/75                             | 13,2    | 20    | 24,65 | 27,5  | 30,45 | 31,62 | 37,5    |
| Plaines à forêts mixtes    | 381/11 346                       | 0,74    | 27,65 | 47,2  | 67,8  | 81,8  | 95    | 326     |
| Cordillère montagnard      | 426/11 653                       | 0,05    | 11    | 16    | 22    | 38    | 56    | 420     |
| Haut-Arctique              | 7/69                             | 0,57    | 0,94  | 2,89  | 14,3  | 20,4  | 24,16 | 36      |
| Maritime du Pacifique      | 245/4 515                        | 0,05    | 2,71  | 6,35  | 10,2  | 17    | 26    | 270     |
| Prairies                   | 574/12 429                       | 1       | 37    | 46    | 58,4  | 78    | 101   | 566     |
| Bas-Arctique               | 14/432                           | 0,4     | 0,9   | 1,2   | 2,1   | 6,57  | 29,72 | 110     |
| Taïga de la Cordillère     | -                                | -       | -     | -     | -     | -     | -     | -       |
| Taïga des Plaines          | 19/886                           | 0,07    | 26,7  | 30,6  | 39    | 52,45 | 61,15 | 92      |
| Taïga du Bouclier          | 89/2 243                         | 0,5     | 1,10  | 1,81  | 4,35  | 7,61  | 17    | 177     |

Tableau A- 7. Fourchettes et quantiles de magnésium des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le magnésium sont de 0,49 à 36,3 mg/L.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 % | 25 % | 50 % | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|------|------|------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |      |      |      |       |       |         |
| Alberta                    | 433/9 254                        | 1,3     | 8,03 | 11   | 15   | 19,5  | 29,9  | 330     |
| Colombie-Britannique       | 740/15 276                       | 0,01    | 0,8  | 1,95 | 4,1  | 7,6   | 15,4  | 650     |
| Manitoba                   | 173/5 419                        | 0,84    | 4,18 | 11,9 | 28,5 | 45,5  | 60,6  | 330     |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 135                        | 0,13    | 0,45 | 0,62 | 1,07 | 1,91  | 2,87  | 67      |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 99/4 729                         | 0,14    | 0,36 | 0,46 | 0,77 | 1,66  | 2,66  | 824     |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 997                         | 0,01    | 0,8  | 1,2  | 2,8  | 9,04  | 16,74 | 93      |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 126                         | 0,17    | 0,38 | 0,46 | 0,59 | 1,13  | 2,37  | 4,9     |
| Nunavut                    | 10/147                           | 0,1     | 0,31 | 0,52 | 1,1  | 2,34  | 4,25  | 8,1     |
| Ontario                    | 533/26 837                       | 0,002   | 0,36 | 0,58 | 3,12 | 15,6  | 22,6  | 168     |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/235                            | 1,51    | 4,25 | 4,55 | 7,52 | 10,05 | 11,7  | 14      |
| Québec                     | 154/954                          | 0,29    | 0,75 | 1,5  | 4,3  | 7,3   | 8,37  | 24      |
| Saskatchewan               | 407/6 054                        | 0,5     | 17   | 23   | 52   | 98    | 335   | 14 600  |
| Yukon                      | 3/104                            | 3,1     | 4,4  | 5,2  | 6,9  | 13,2  | 19,32 | 42      |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |      |      |      |       |       |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 0,1     | 0,18 | 0,29 | 0,33 | 0,41  | 0,54  | 0,8     |
| Maritime de l'Atlantique   | 344/5 549                        | 0,13    | 0,43 | 0,58 | 0,99 | 1,99  | 3,45  | 67      |
| Cordillère boréale         | 60/228                           | 0,05    | 3,47 | 4,9  | 9,6  | 18,27 | 32    | 42      |
| Plaines boréales           | 291/6 040                        | 1       | 6,9  | 10   | 15,5 | 29    | 59,2  | 8 342   |
| Bouclier boréal            | 376/19 890                       | 0,002   | 0,33 | 0,46 | 0,7  | 1,58  | 4,6   | 824     |
| Plaines hudsoniennes       | 9/75                             | 2,46    | 4,64 | 5,01 | 6,11 | 11,65 | 13,68 | 14      |
| Plaines à forêts mixtes    | 432/13 304                       | 0,24    | 4,07 | 9,38 | 15,3 | 21    | 25,8  | 168     |
| Cordillère montagnard      | 468/11 533                       | 0,01    | 2    | 3,57 | 5,45 | 10,7  | 17    | 270     |
| Haut-Arctique              | 7/69                             | 0,17    | 0,3  | 0,47 | 1,33 | 2,53  | 4,90  | 11      |
| Maritime du Pacifique      | 255/4 581                        | 0,01    | 0,36 | 0,72 | 1,4  | 3,33  | 5,51  | 650     |
| Prairies                   | 568/12 390                       | 1       | 13,8 | 17,5 | 29,1 | 56    | 97,6  | 14 600  |
| Bas-Arctique               | 14/432                           | 0,2     | 0,6  | 0,7  | 1,1  | 2,34  | 8,71  | 24      |
| Taïga de la Cordillère     | -                                | -       | -    | -    | -    | -     | -     | -       |
| Taïga des Plaines          | 31/901                           | 0,01    | 6,77 | 7,72 | 10,2 | 16,4  | 21,2  | 38      |
| Taïga du Bouclier          | 89/2 241                         | 0,1     | 0,4  | 0,61 | 1,3  | 2,42  | 5,1   | 14      |

Tableau A- 8. Fourchettes et quantiles du sodium des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le sodium sont de 1,2 à 505,8 mg/L.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 % | 50 % | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|-------|------|------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |       |      |      |       |       |         |
| Alberta                    | 302/7 235                        | 0,33    | 2,4   | 5,7  | 13   | 31    | 78    | 2 200   |
| Colombie-Britannique       | 452/9 081                        | 0,05    | 0,94  | 1,59 | 2,6  | 5     | 10,6  | 5 300   |
| Manitoba                   | 170/5 163                        | 0,03    | 2,52  | 6,01 | 23   | 61,7  | 106   | 773     |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 134                        | 0,53    | 1,42  | 1,86 | 2,59 | 3,9   | 6,02  | 558     |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 97/1 595                         | 0,2     | 0,61  | 1,39 | 3,05 | 23,4  | 82,62 | 786     |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 376                         | 0,03    | 0,5   | 0,8  | 1,72 | 2,7   | 8,16  | 3 460   |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 126                         | 2,02    | 3,21  | 3,62 | 4,28 | 8,89  | 21,81 | 310     |
| Nunavut                    | 10/147                           | 0,09    | 0,32  | 0,45 | 0,58 | 0,69  | 1,03  | 3,03    |
| Ontario                    | 573/24 597                       | 0,005   | 0,61  | 0,86 | 2,4  | 12,6  | 41,6  | 5 480   |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/76                             | 3,19    | 5,68  | 7,27 | 8,17 | 9,42  | 9,99  | 11      |
| Québec                     | 154/954                          | 0,25    | 0,92  | 2,2  | 7,5  | 12    | 14    | 84      |
| Saskatchewan               | 407/5 754                        | 0,3     | 13    | 26,1 | 77   | 183   | 491   | 25 990  |
| Yukon                      | 3/81                             | 0,4     | 1,24  | 2,7  | 3,3  | 4,1   | 5,9   | 11      |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |       |      |      |       |       |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 0,15    | 0,25  | 0,33 | 0,39 | 0,46  | 0,55  | 0,75    |
| Maritime de l'Atlantique   | 344/5 389                        | 0,53    | 1,51  | 2,09 | 3,08 | 4,55  | 9,48  | 558     |
| Cordillère boréale         | 50/157                           | 0,52    | 0,932 | 2    | 3,5  | 9     | 14    | 540     |
| Plaines boréales           | 215/5 124                        | 0,41    | 2,6   | 6,3  | 15   | 40,02 | 150,7 | 11 980  |
| Bouclier boréal            | 375/16 316                       | 0,005   | 0,58  | 0,72 | 1,35 | 2,64  | 6,77  | 786     |
| Plaines hudsoniennes       | 7/73                             | 1,29    | 1,60  | 1,87 | 3,21 | 16,3  | 21,5  | 43,2    |
| Plaines à forêts mixtes    | 471/11 711                       | 0,04    | 1,7   | 5,88 | 12,6 | 32,2  | 75,8  | 5 480   |
| Cordillère montagnard      | 307/6 508                        | 0,05    | 0,93  | 1,5  | 2,4  | 4,14  | 8,39  | 1 700   |
| Haut-Arctique              | 7/69                             | 0,09    | 0,29  | 0,39 | 0,58 | 1,06  | 1,69  | 3       |
| Maritime du Pacifique      | 119/2 761                        | 0,05    | 0,86  | 1,66 | 3,36 | 7,8   | 15    | 5 300   |
| Prairies                   | 544/11 570                       | 0,3     | 7,36  | 16   | 42,8 | 97,15 | 202   | 25 990  |
| Bas-Arctique               | 14/409                           | 0,03    | 0,4   | 0,5  | 0,6  | 0,8   | 1,1   | 3       |
| Taïga de la Cordillère     | -                                | -       | -     | -    | -    | -     | -     | -       |
| Taïga des Plaines          | 19/384                           | 0,35    | 1,5   | 2,92 | 5,33 | 8,61  | 13    | 32      |
| Taïga du Bouclier          | 88/1 814                         | 0,1     | 0,5   | 0,67 | 1,47 | 2,1   | 2,5   | 35      |

Tableau A- 9. Fourchettes et quantiles du potassium des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le potassium varient entre 0,2 et 10,4 mg/L.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 % | 25 % | 50 % | 75 % | 90 % | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|------|------|------|------|------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Alberta                    | 377/7 849                        | 0,2     | 0,5  | 0,8  | 1,5  | 3,2  | 8,6  | 123     |
| Colombie-Britannique       | 484/9 540                        | 0,01    | 0,18 | 0,38 | 0,63 | 1,1  | 2    | 210     |
| Manitoba                   | 170/5 162                        | 0,02    | 1,01 | 2,33 | 7,01 | 11,6 | 14,9 | 57      |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 134                        | 0,05    | 0,25 | 0,31 | 0,38 | 0,52 | 0,78 | 22      |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 97/1 594                         | 0,08    | 0,17 | 0,23 | 0,4  | 0,76 | 1,65 | 11      |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 377                         | 0,1     | 0,4  | 0,53 | 0,86 | 1,1  | 1,44 | 12      |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 126                         | 0,17    | 0,27 | 0,34 | 0,4  | 0,62 | 1,5  | 5       |
| Nunavut                    | 10/147                           | 0,09    | 0,27 | 0,36 | 0,43 | 0,54 | 0,84 | 3,7     |
| Ontario                    | 537/24 820                       | 0,005   | 0,18 | 0,33 | 0,69 | 2    | 3,74 | 172     |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/76                             | 0,56    | 0,85 | 0,99 | 1,16 | 1,25 | 1,32 | 2,5     |
| Québec                     | 154/954                          | 0,03    | 0,28 | 0,51 | 1,2  | 1,58 | 1,9  | 34      |
| Saskatchewan               | 407/5 754                        | 0,2     | 3    | 6,74 | 14   | 23   | 61   | 3 510   |
| Yukon                      | 3/81                             | 0,27    | 0,57 | 1    | 1,3  | 1,5  | 1,9  | 3       |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |      |      |      |      |      |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 0,14    | 0,19 | 0,33 | 0,43 | 0,56 | 0,67 | 0,94    |
| Maritime de l'Atlantique   | 344/5 389                        | 0,05    | 0,26 | 0,31 | 0,4  | 0,54 | 0,94 | 22      |
| Cordillère boréale         | 53/160                           | 0,19    | 0,4  | 0,78 | 1,3  | 2,28 | 8,3  | 110     |
| Plaines boréales           | 255/5 434                        | 0,1     | 0,6  | 1    | 2,63 | 8,57 | 14,7 | 746     |
| Bouclier boréal            | 373/16 458                       | 0,005   | 0,14 | 0,24 | 0,38 | 0,59 | 1,24 | 35,5    |
| Plaines hudsoniennes       | 4/70                             | 0,44    | 0,53 | 0,60 | 0,96 | 2,83 | 3,18 | 3,4     |
| Plaines à forêts mixtes    | 440/11 794                       | 0,06    | 0,86 | 1,32 | 2,07 | 3,37 | 4,99 | 172     |
| Cordillère montagnard      | 341/6 986                        | 0,05    | 0,33 | 0,5  | 0,67 | 1,2  | 2    | 103     |
| Haut-Arctique              | 7/69                             | 0,09    | 0,23 | 0,31 | 0,41 | 0,53 | 0,79 | 3,7     |
| Maritime du Pacifique      | 137/2 965                        | 0,01    | 0,10 | 0,17 | 0,34 | 0,84 | 2    | 210     |
| Prairies                   | 556/11 646                       | 0,27    | 1,1  | 2,3  | 8    | 15   | 23   | 3 510   |
| Bas-Arctique               | 14/409                           | 0,1     | 0,34 | 0,4  | 0,5  | 0,6  | 0,7  | 2,3     |
| Taïga de la Cordillère     | -                                | -       | -    | -    | -    | -    | -    | -       |
| Taïga des Plaines          | 19/384                           | 0,13    | 0,48 | 0,77 | 1,01 | 1,41 | 2,17 | 7,5     |
| Taïga du Bouclier          | 88/1 816                         | 0,03    | 0,33 | 0,46 | 0,8  | 1,08 | 1,2  | 4,4     |

Tableau A- 10. Fourchettes et quantiles du sulfate des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le sulfate sont de 0,5 à 330 mg/L.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 %  | 50 %  | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Alberta                    | 466/9 810                        | 0,5     | 10    | 21,42 | 41,45 | 64    | 120   | 7 750   |
| Colombie-Britannique       | 57/9 894                         | 0,5     | 2,5   | 6,2   | 11    | 41,18 | 580   | 740     |
| Manitoba                   | 171/5 199                        | 0,3     | 2,38  | 11,95 | 69,4  | 189   | 287   | 2 800   |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 179                        | 0,12    | 1,69  | 2,32  | 3,52  | 5,91  | 10,1  | 139     |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 99/4 714                         | 0,2     | 0,6   | 0,83  | 1,68  | 6,7   | 12,6  | 111     |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 966                         | 0,3     | 2     | 3     | 5     | 27,2  | 60,55 | 1 840   |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 550                         | 0,7     | 1,33  | 1,68  | 2,23  | 6,47  | 17,7  | 52      |
| Nunavut                    | 10/146                           | 0,3     | 0,69  | 1,14  | 2,44  | 6,2   | 10,85 | 47      |
| Ontario                    | 110/12 659                       | 0,05    | 0,6   | 2,4   | 3,7   | 5,1   | 6,81  | 213     |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/281                            | 2,11    | 4,34  | 5     | 6,9   | 9,6   | 10,8  | 13      |
| Québec                     | 16/102                           | 0,6     | 1,2   | 1,6   | 2,15  | 3,43  | 7,2   | 13      |
| Saskatchewan               | 405/5 888                        | 0,4     | 51,97 | 95,18 | 270   | 590   | 1 919 | 98 300  |
| Yukon                      | 11/1 294                         | 2,9     | 6,9   | 12,92 | 17,85 | 47    | 88,07 | 541     |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 0,72    | 2,14  | 2,66  | 2,99  | 3,82  | 5,14  | 12      |
| Maritime de l'Atlantique   | 336/6 015                        | 0,12    | 1,56  | 2,11  | 3,37  | 6,20  | 11,41 | 139     |
| Cordillère boréale         | 8/1 164                          | 2,9     | 6,9   | 12,3  | 16,9  | 40    | 90    | 541     |
| Plaines boréales           | 345/6 495                        | 0,5     | 6     | 17    | 40    | 78,4  | 238,6 | 57 730  |
| Bouclier boréal            | 288/17 539                       | 0,05    | 0,64  | 1,62  | 3,4   | 5,2   | 8,74  | 1 570   |
| Plaines hudsoniennes       | 4/70                             | 0,3     | 0,5   | 0,52  | 5,85  | 26,38 | 36,12 | 38,5    |
| Plaines à forêts mixtes    | 20/676                           | 0,05    | 2,95  | 3,49  | 4,75  | 19,18 | 34,5  | 213     |
| Cordillère montagnard      | 71/8 603                         | 0,5     | 4,09  | 8,29  | 14,5  | 57    | 580   | 740     |
| Haut-Arctique              | 7/68                             | 0,55    | 1,1   | 4,46  | 7,82  | 10,72 | 18,68 | 47      |
| Maritime du Pacifique      | 14/2 272                         | 0,5     | 1,1   | 2,82  | 7,2   | 11    | 18,5  | 54      |
| Prairies                   | 571/12 195                       | 0,3     | 31,3  | 53    | 120   | 290   | 635,1 | 98 300  |
| Bas-Arctique               | 14/432                           | 0,3     | 1     | 1,79  | 2     | 3     | 10    | 205     |
| Taïga de la Cordillère     | 2/97                             | 3,5     | 11,9  | 21,9  | 43    | 52    | 60,8  | 90      |
| Taïga des Plaines          | 18/875                           | 1       | 19    | 25,6  | 40,4  | 58,65 | 78,58 | 135     |
| Taïga du Bouclier          | 39/2 147                         | 0,2     | 0,61  | 1     | 2,9   | 4     | 7     | 48      |

Tableau A- 11. Fourchettes et quantiles du chlorure des données de surveillance canadiennes (en mg/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le chlorure sont de 0,2 à 989,1 mg/L.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 % | 50 %  | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|-------|------|-------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |       |      |       |       |       |         |
| Alberta                    | 345/8 090                        | 0,04    | 0,8   | 1,2  | 3,7   | 9,2   | 20    | 1 500   |
| Colombie-Britannique       | 462/12 679                       | 0,02    | 0,5   | 0,6  | 1,3   | 3,1   | 7,1   | 11 000  |
| Manitoba                   | 171/5 349                        | 0,1     | 1,1   | 3,54 | 15,4  | 30,6  | 80,32 | 1 410   |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 179                        | 0,07    | 0,9   | 1,51 | 2,87  | 4,39  | 8,64  | 898     |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 99/4 714                         | 0,07    | 0,24  | 2,05 | 5,3   | 43,18 | 154   | 2 770   |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 923                         | 0,05    | 0,35  | 0,7  | 1,54  | 2,7   | 7,31  | 5 750   |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 550                         | 0,1     | 4,5   | 5,15 | 6,6   | 14,88 | 39,41 | 526     |
| Nunavut                    | 10/146                           | 0,07    | 0,12  | 0,19 | 0,35  | 1,06  | 1,45  | 2,42    |
| Ontario                    | 594/37 300                       | 0,002   | 0,3   | 1,61 | 12,7  | 35,9  | 82    | 18 200  |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/282                            | 5,76    | 11,95 | 14,1 | 15,45 | 22,4  | 23,6  | 27      |
| Québec                     | 89/525                           | 0,06    | 0,37  | 1,2  | 3,6   | 9,6   | 24    | 170     |
| Saskatchewan               | 391/4 847                        | 0,2     | 3,8   | 8,5  | 22,8  | 57,7  | 137,9 | 24 460  |
| Yukon                      | 11/1 296                         | 0,05    | 0,12  | 0,2  | 0,3   | 0,5   | 0,8   | 6,8     |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |       |      |       |       |       |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 0,09    | 0,1   | 0,13 | 0,16  | 0,2   | 0,21  | 0,66    |
| Maritime de l'Atlantique   | 344/6 064                        | 0,07    | 1,11  | 2,14 | 3,94  | 7,13  | 17,9  | 898     |
| Cordillère boréale         | 46/1 244                         | 0,05    | 0,11  | 0,2  | 0,3   | 0,5   | 0,8   | 1 000   |
| Plaines boréales           | 250/5 390                        | 0,2     | 1     | 2    | 5,96  | 19,48 | 115,1 | 5 750   |
| Bouclier boréal            | 378/20 523                       | 0,004   | 0,24  | 0,38 | 1,96  | 5,8   | 23,8  | 2 770   |
| Plaines hudsoniennes       | 4/70                             | 0,1     | 0,76  | 0,98 | 1,64  | 17,32 | 21,37 | 25      |
| Plaines à forêts mixtes    | 478/22 700                       | 0,002   | 7,4   | 14   | 27,3  | 54,9  | 111   | 18 200  |
| Cordillère montagnard      | 332/10 223                       | 0,02    | 0,42  | 0,5  | 1,1   | 2,4   | 4,6   | 200     |
| Haut-Arctique              | 7/68                             | 0,07    | 0,1   | 0,15 | 0,23  | 0,53  | 2,38  | 4,1     |
| Maritime du Pacifique      | 138/3 499                        | 0,1     | 0,5   | 0,8  | 2,1   | 6,2   | 14    | 11 000  |
| Prairies                   | 514/10 562                       | 0,1     | 2,3   | 6    | 14    | 31,2  | 72,66 | 24 460  |
| Bas-Arctique               | 14/409                           | 0,1     | 0,26  | 0,4  | 0,7   | 0,8   | 1,35  | 25      |
| Taïga de la Cordillère     | 2/96                             | 0,1     | 0,29  | 0,6  | 1,35  | 4,93  | 5,85  | 6,8     |
| Taïga des Plaines          | 18/875                           | 0,05    | 0,18  | 0,36 | 1,84  | 5,07  | 8,43  | 49      |
| Taïga du Bouclier          | 39/2 123                         | 0,07    | 0,18  | 0,4  | 1     | 1,72  | 2,2   | 11      |

Tableau A- 12. Fourchettes et quantiles de l'alcalinité des données de surveillance canadiennes, les données manquantes ont été complétées en convertissant la CID et le pH en alcalinité (en mg/L de CaCO<sub>3</sub>). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour l'alcalinité sont de 0,007 à 325,91 mg/L de CaCO<sub>3</sub>.

| Unité géographique         | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 %  | 50 %  | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|----------------------------|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b> |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Alberta                    | 464/10 103                       | 0,1     | 90,42 | 120   | 150   | 206   | 300   | 2 750   |
| Colombie-Britannique       | 501/11 730                       | 0,001   | 12    | 26,92 | 51,9  | 90    | 140   | 2 062   |
| Manitoba                   | 193/8 031                        | 5,7     | 57,9  | 130   | 254   | 1 018 | 1 958 | 7 113   |
| Nouveau-Brunswick          | 320/4 187                        | 0,009   | 6,04  | 8,54  | 18,4  | 38,4  | 57    | 167     |
| Terre-Neuve-et-Labrador    | 99/4 764                         | 0,01    | 2     | 3,63  | 7,6   | 18,4  | 25,77 | 200     |
| Territoires du Nord-Ouest  | 53/2 935                         | 1,2     | 4,3   | 13    | 29,6  | 88,25 | 144   | 362     |
| Nouvelle-Écosse            | 13/1 474                         | 0,02    | 1,7   | 20    | 20    | 20    | 26,94 | 68      |
| Nunavut                    | 10/146                           | 1,2     | 3,5   | 5,95  | 16,9  | 37,85 | 48,1  | 66      |
| Ontario                    | 595/35 497                       | 0,002   | 2,2   | 5,45  | 113   | 209   | 241   | 6 254   |
| Île-du-Prince-Édouard      | 3/130                            | 22,25   | 51,75 | 66,61 | 83    | 92,14 | 119,3 | 1 047   |
| Québec                     | 15/75                            | 8       | 9     | 11    | 17    | 27    | 34    | 54      |
| Saskatchewan               | 404/5 897                        | 6,11    | 140   | 168   | 246   | 328   | 413   | 10 300  |
| Yukon                      | 11/1 302                         | 22,7    | 44,7  | 65,1  | 85,6  | 103   | 140   | 806     |
| <b>Résumé par écozone</b>  |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Cordillère arctique        | 2/21                             | 1,5     | 2,8   | 3     | 3,9   | 5     | 5,4   | 6,2     |
| Maritime de l'Atlantique   | 336/5 795                        | 0,009   | 5,6   | 9,6   | 20    | 35,1  | 56    | 1 047   |
| Cordillère boréale         | 44/1 248                         | 7,2     | 44    | 63    | 84,8  | 102   | 145   | 806     |
| Plaines boréales           | 353/7 906                        | 7,1     | 94,85 | 129,2 | 174   | 347   | 1 300 | 5 817   |
| Bouclier boréal            | 358/21 372                       | 0,002   | 1,3   | 2,8   | 5,75  | 20,2  | 75    | 4 470   |
| Plaines hudsoniennes       | 9/75                             | 40      | 69,4  | 74,8  | 91,3  | 101   | 113,2 | 121     |
| Plaines à forêts mixtes    | 436/20 485                       | 0,5     | 96,6  | 153   | 201   | 230   | 254   | 6 254   |
| Cordillère montagnard      | 363/8 918                        | 0,001   | 30    | 49    | 64,25 | 109   | 150   | 2 062   |
| Haut-Arctique              | 7/68                             | 1,2     | 3,54  | 6,05  | 32,35 | 50,45 | 63,84 | 86      |
| Maritime du Pacifique      | 129/3 755                        | 0,5     | 6,5   | 11    | 21    | 40    | 96,41 | 1 043   |
| Prairies                   | 576/13 085                       | 5,4     | 130   | 160   | 230   | 303   | 444   | 10 300  |
| Bas-Arctique               | 14/431                           | 1,2     | 3,3   | 3,8   | 5,5   | 24,85 | 98,4  | 232     |
| Taïga de la Cordillère     | 2/96                             | 22,7    | 50,9  | 64,6  | 93,35 | 158   | 166   | 394     |
| Taïga des Plaines          | 20/865                           | 14,7    | 68,2  | 80,9  | 101   | 146   | 170   | 244     |
| Taïga du Bouclier          | 39/2 150                         | 0,1     | 3,65  | 5,9   | 15,5  | 23,87 | 60,41 | 99      |

Tableau A- 13. Fourchettes et quantiles du carbone inorganique dissous (CID) des données de surveillance canadiennes, les données manquantes ont été complétées en convertissant l'alcalinité et le pH en CID (en mmol/L). Les fourchettes acceptables des données d'entrée du modèle pour le CID sont de 0,0162 à 6,37 mmol/L.

| Unité géographique           | Valeurs (sites/<br>échantillons) | Minimum | 10 %  | 25 %  | 50 %  | 75 %  | 90 %  | Maximum |
|------------------------------|----------------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|
| <b>Résumé par province</b>   |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Alberta                      | 462/10 010                       | 0,11    | 1,86  | 2,43  | 3,05  | 4,17  | 6,11  | 102     |
| Colombie-Britannique         | 431/11 735                       | 0,01    | 0,33  | 0,80  | 1,90  | 11    | 22,2  | 77      |
| Manitoba                     | 193/8 011                        | 0,17    | 2,77  | 11,8  | 31    | 53,2  | 68,7  | 568     |
| Nouveau-Brunswick            | 320/4 165                        | 0,003   | 0,15  | 0,21  | 0,41  | 0,81  | 1,19  | 38      |
| Terre-Neuve-et-<br>Labrador  | 99/4 718                         | 0,05    | 0,7   | 1,1   | 1,7   | 3,1   | 6,1   | 48      |
| Territoires du<br>Nord-Ouest | 53/2 893                         | 0,03    | 0,13  | 0,3   | 0,63  | 1,82  | 2,94  | 263     |
| Nouvelle-Écosse              | 13/1 312                         | 0,42    | 0,5   | 0,69  | 1,59  | 5,7   | 9,1   | 543     |
| Nunavut                      | 10/119                           | 0,03    | 0,08  | 0,17  | 0,46  | 0,83  | 1,17  | 106     |
| Ontario                      | 583/33 840                       | 0,002   | 0,11  | 0,24  | 3,4   | 7,3   | 49,5  | 4 233   |
| Île-du-Prince-Édouard        | 3/98                             | 0,78    | 6,81  | 12,19 | 18,2  | 20,95 | 22,96 | 29      |
| Québec                       | 15/42                            | 0,23    | 0,32  | 0,39  | 0,55  | 0,68  | 0,79  | 1,1     |
| Saskatchewan                 | 404/5 857                        | 0,14    | 2,82  | 3,37  | 4,91  | 6,62  | 8,38  | 724     |
| Yukon                        | 11/1 192                         | 0,75    | 2,55  | 10,5  | 17,9  | 22,5  | 33,8  | 52      |
| <b>Résumé par écozone</b>    |                                  |         |       |       |       |       |       |         |
| Cordillère arctique          | 2/17                             | 0,037   | 0,06  | 0,07  | 0,13  | 0,16  | 0,29  | 0,44    |
| Maritime de<br>l'Atlantique  | 336/5 577                        | 0,003   | 0,17  | 0,26  | 0,6   | 1,08  | 4,4   | 543     |
| Cordillère boréale           | 24/1 094                         | 0,16    | 2,33  | 10,4  | 17,7  | 22,2  | 28,78 | 48      |
| Plaines boréales             | 354/7 909                        | 0,14    | 1,96  | 2,66  | 3,98  | 21,8  | 41,52 | 724     |
| Bouclier boréal              | 354/20 790                       | 0,002   | 0,08  | 0,15  | 0,39  | 1,8   | 10    | 568     |
| Plaines hudsoniennes         | 9/75                             | 9,2     | 15,22 | 16,65 | 19,9  | 22,9  | 25,52 | 29      |
| Plaines à forêts mixtes      | 428/19 354                       | 0,002   | 2,23  | 3,73  | 4,87  | 44,2  | 53,9  | 4 233   |
| Cordillère montagnard        | 329/9 127                        | 0,02    | 0,83  | 1,19  | 2,25  | 11,5  | 21,1  | 50      |
| Haut-Arctique                | 7/60                             | 0,03    | 0,08  | 0,36  | 0,76  | 1,17  | 1,86  | 106     |
| Maritime du Pacifique        | 110/3 469                        | 0,01    | 0,2   | 0,27  | 0,56  | 6,4   | 20,26 | 77      |
| Prairies                     | 576/13 057                       | 0,11    | 2,65  | 3,29  | 4,90  | 8,95  | 58,7  | 331     |
| Bas-Arctique                 | 14/412                           | 0,03    | 0,09  | 0,10  | 0,16  | 0,54  | 1,98  | 5       |
| Cordillère boréale           | 2/98                             | 4,6     | 11,49 | 14,92 | 20,85 | 37,55 | 39,2  | 52      |
| Taïga des Plaines            | 20/842                           | 0,35    | 1,44  | 1,67  | 2,11  | 2,98  | 3,60  | 13      |
| Taïga du Bouclier            | 39/2 110                         | 0,04    | 0,14  | 0,32  | 0,51  | 1,3   | 2,3   | 63      |