

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT,  
DE LA LUTTE CONTRE  
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES,  
DE LA FAUNE ET DES PARCS

## Méthode d'analyse

MA.303 – pH-con-tur  
2023-09-18 (révision 1)

Détermination du pH, de la conductivité et de la turbidité  
dans l'eau : méthode par titrateur robotisé

### **Coordination et rédaction**

Cette publication a été réalisée par la Direction générale de la coordination scientifique et du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (DGCSCEAEQ) du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP). Elle a été produite par la Direction des communications du MELCCFP.

### **Renseignements**

Téléphone : 418 521-3830

1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974

Formulaire : [www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp](http://www.environnement.gouv.qc.ca/formulaires/renseignements.asp)

Internet : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

### **Pour obtenir un exemplaire du document :**

Direction générale de la coordination scientifique et du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec du ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs

675, boul. René-Lévesque Est, 4<sup>e</sup> étage, boîte 23

Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone : 418 521-3848

Ou

Visitez notre site Web : [www.environnement.gouv.qc.ca](http://www.environnement.gouv.qc.ca)

Dépôt légal – 2023

Bibliothèque et Archives nationales du Québec

ISBN : 978-2-550-94047-0 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec – 2023

---

## TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
1. Domaine d'application	2
2. Principe et théorie	2
3. Interférence	3
4. Conservation	3
5. Matériel et appareillage	4
6. Réactifs et étalons	4
7. Protocole d'analyse	5
7.1 Préparation du matériel	5
7.2 Démarrage de l'appareil	5
7.3 Préparation du système	5
7.4 Étalonnage des électrodes de pH et de conductivité	6
7.5 Dosage	7
7.6 Maintenance	8
8. Calcul et expression des résultats	8
9. Critères d'acceptabilité	9
10. Bibliographie	10

## Introduction

La méthode par titrateur robotisé permet de mesurer le pH, la conductivité et la turbidité dans des échantillons d'eau naturelle, d'eau potable et usée à l'aide d'un titrateur robotisé.

Le **pH** sert à déterminer la concentration des ions d'hydrogène qui se retrouve dans une solution. Plus communément, il évalue le degré d'acidité ou de basicité d'une solution. Cette mesure est importante, car le pH régit un grand nombre d'équilibres physicochimiques. Le pH des eaux naturelles varie normalement en fonction du système bicarbonates-carbonates. Le pH des eaux naturelles qui sont peu perturbées par les activités anthropiques dépend de l'origine de l'eau et de la géologie du milieu. De façon générale, le pH des eaux des rivières du Québec varie entre 6 et 8.

La **conductivité** est la mesure de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique. Elle varie en fonction de la présence d'ions, de leur concentration, de leur mobilité et de la température de l'eau. Cette mesure est associée à la concentration et à la nature des substances dissoutes qui se retrouvent dans l'eau. Globalement, les sels minéraux sont de bons conducteurs, par rapport à la matière organique et colloïdale qui conduisent peu. La conductivité des eaux des rivières du Québec varie entre 20 - 1400 microsiemens par centimètre ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).

La **turbidité** est causée par les matières en suspension présentes dans l'eau. Plus ces matières sont abondantes dans l'eau, plus l'eau est qualifiée de turbide. Plusieurs composés peuvent causer la turbidité dans l'eau telle que : l'argile, le limon, des particules organiques, des planctons et divers autres microorganismes.

# 1. Domaine d'application

- pH

cette méthode sert à déterminer le pH dans les eaux souterraines, les eaux de surface, les eaux potables et usées.

Le domaine d'application se situe entre 2 et 12 unités de pH.

- Conductivité

cette méthode sert à déterminer la conductivité dans les eaux souterraines, les eaux de surface, les eaux potables et usées.

Le domaine d'application se situe entre 1 et 1400  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

- Turbidité

cette méthode sert à déterminer la turbidité dans les eaux souterraines, les eaux de surface, les eaux potables et usées.

Le domaine d'application se situe entre 0,1 et 900 unités de turbidité néphélométrique (UTN).

# 2. Principe et théorie

Le titrateur robotisé permet l'analyse de façon séquentielle de la conductivité, du pH et de la turbidité. Dans un premier temps, les mesures de conductivité et de pH sont faites directement dans les tubes d'échantillons situés sur le titrateur robotisé par les sondes qui sont couplées au détecteur.

L'échantillon est ensuite mélangé à l'aide d'un agitateur avant d'être transféré dans le flacon situé dans le turbidimètre annexé au titrateur robotisé où les mesures de turbidité sont effectuées.

**Note : Pour la préparation, l'entretien et le stockage des sondes, se référer à la documentation du détecteur consort (Consort C3210) pour les réglages et le fonctionnement et à la documentation des sondes pour la conductivité et le pH respectivement.**

## 2.1 pH

Le pH est une mesure de l'activité de l'ion d'hydrogène dans une solution. Le pH est défini comme l'inverse du logarithme de l'activité de l'ion d'hydrogène comme suit :

$$pH = -\log_{10} a_{H^+}$$

Le pH est mesuré à l'aide d'une électrode de verre, dont le potentiel varie linéairement, à température constante, en fonction de la concentration des ions d'hydrogène selon l'équation de Nernst.

## 2.2 Conductivité

La conductivité d'une solution est la mesure de la capacité des ions à transporter un courant électrique. Ce passage du courant électrique s'effectue par la migration des ions dans un champ électrique produit par un courant alternatif. Un courant alternatif est utilisé afin d'atténuer la perturbation causée par la polarisation des électrodes résultant du passage d'un courant électrique. Les électrolytes peuvent être considérés comme des conducteurs métalliques et ils obéissent à la loi d'Ohm. En appliquant une force électromotrice constante entre les électrodes, la variation de l'intensité de courant est inversement proportionnelle à la résistance de la solution.

Les conductivimètres mesurent la résistance qui se produit dans une zone de la solution qui est définie par la conception physique de la sonde. Une tension est appliquée entre les électrodes, et la chute de tension causée par la résistance de la solution est utilisée pour calculer la conductivité par centimètre. Les unités courantes pour les solutions aqueuses sont le millisiemens par centimètre ( $10^{-3}$  S ou mS/cm) et le microsiemens par centimètre ( $10^{-6}$  S ou  $\mu$ S/cm).

La conductivité d'une solution dépend donc de la concentration d'ions présents et de leur vitesse de migration sous l'influence de la force électromotrice appliquée. Plus l'électrolyte est dilué, plus la conductivité diminue, car il y a moins d'ions par volume de solution pour assurer le transport du courant.

Les ions proviennent de solides inorganiques dissous (p. ex. : les anions chlorure, nitrate, sulfate et phosphate et sodium, les cations calcium, magnésium, fer et aluminium).

## 2.3 Turbidité

La turbidité est une caractéristique physique de l'eau et elle est causée par la présence de matières en suspension ou des impuretés qui nuisent à la clarté de l'eau.

La turbidité est une expression de la propriété optique de l'eau et elle est déterminée à l'aide d'un néphélomètre. Cet appareil mesure la dispersion et l'absorption de la lumière par les particules et les molécules en suspension avec un angle de  $90^\circ$  par rapport au faisceau de lumière incident à travers un échantillon d'eau. L'intensité de la lumière diffusée par un échantillon d'eau est comparée avec celle de solutions standard pour déterminer la turbidité en unités de turbidité néphéométrique (UTN).

## 3. Interférence

Pour le pH, les fortes concentrations de sodium interfèrent à des valeurs de pH supérieures à 10. En général, ce n'est pas le cas pour l'eau potable ou les eaux de surface.

Pour la conductivité, l'érosion de la surface platinée de l'électrode occasionne des résultats erronés. Aussi, le recouvrement de la cellule de conductivité par de l'huile ou toute autre substance analogue peut causer une interférence.

Pour la turbidité, la présence de bulles d'air dans l'échantillon, de graisse, d'huile ou d'une forte coloration peut être source d'interférence.

## 4. Conservation

Les échantillons sont prélevés dans un contenant de plastique ou de verre. Un volume de 100 ml est requis pour réaliser l'analyse des trois paramètres. Les modalités de conservation et les délais entre la période de prélèvement et d'analyse des échantillons sont les suivants :

Nature de l'échantillon	Conditions de conservation	Délai de conservation
L'eau potable, les eaux de surface, les eaux souterraines et les eaux usées	À $4^\circ\text{C}$ , sans agent de conservation	48 heures (pH et turbidité) 28 jours (conductivité)

**Note : Pour le pH, il est recommandé d'effectuer l'analyse dans les deux heures qui suivent le prélèvement. Un délai de 48 heures est accepté lorsque le pH est utilisé pour interpréter une série de données physicochimiques.**

## 5. Matériel et appareillage

Les marques de commerce qui figurent ci-dessous ne sont mentionnées qu'à titre de renseignement. Un modèle équivalent d'un autre fabricant peut également être utilisé.

- 5.1 Titrateur robotisé de marque Skalar, modèle SP2000 avec support à échantillon de 72 espaces
- 5.2 Tubes de plastique de 50 ml
- 5.3 Électrode de pH de marque Metrohm, modèle Aquatrode plus
- 5.4 Cellule de conductivité de marque Metrohm, constance de cellule de  $0,8 \text{ cm}^{-1}$
- 5.5 Turbidimètre de marque HACH, modèle TU5200 avec cellule de travail intégrée
- 5.6 Couvercle servant à la calibration du turbidimètre, sans cellule intégrée
- 5.7 Analyseur multiparamètres de marque Consort, modèle C3210

## 6. Réactifs et étalons

Lorsque l'utilisation de réactifs commerciaux de qualité particulière est nécessaire, une mention à cet effet est ajoutée après le nom du produit.

L'eau utilisée pour la préparation des solutions est de l'eau déminéralisée ultrapure.

À moins d'indication contraire, les solutions peuvent être conservées à la température de la pièce jusqu'à épuisement.

- 6.1 Solution tampon à pH 4
- 6.2 Solution tampon à pH 7
- 6.3 Solution tampon à pH 10
- 6.4 Solutions étalons certifiées pour la conductivité d'environ  $140 \mu\text{S/cm}$  et  $1400 \mu\text{S/cm}$
- 6.5 Solution commerciale d'électrolytes de chlorure de potassium (KCl) 3M sans chlorure d'argent (AgCl)
- 6.6 Ensemble d'étalons de turbidité de la compagnie HACH pour l'étalonnage (Stabcal 20 UTN et 600 UTN), pour la vérification (Stabcal 10 UTN) et pour l'extrapolation (4000 UTN pour dilution).

**Note:** Les étalons d'étalonnage et de vérification sont contenus dans des ampoules de verre scellées.

- 6.7 Solution d'hypochlorite de sodium 5 %
- 6.8 Solution d'hypochlorite de sodium 1 % (pour le nettoyage)

Préparer une solution d'hypochlorite 1 % en rajoutant 200 ml de solution d'hypochlorite 5 % dans une fiole jaugée de 1000 ml contenant 600 ml d'eau. Compléter au trait de jauge avec de l'eau

## 7. Protocole d'analyse

Pour toute série d'échantillons, les recommandations des *Lignes directrices concernant les travaux analytiques en chimie*, [DR-12-SCA-01](#), sont suivies pour garantir une fréquence d'insertion adéquate en ce qui concerne les éléments de contrôle et d'assurance de la qualité (matériaux de référence, duplicata, etc.). Tous ces éléments d'assurance et de contrôle de la qualité suivent les mêmes étapes du protocole analytique que les échantillons.

### 7.1 Préparation du matériel

Aucune préparation particulière n'est requise.

### 7.2 Démarrage de l'appareil

Démarrer les appareils et les logiciels selon la séquence suivante:

1. Mettre le robot analyseur en marche.
2. Mettre le Consort (C3210) en marche.
3. Mettre le turbidimètre (HACH TU5200) en marche et le laisser préchauffer 60 minutes.

**Note :** La langue du turbidimètre doit être l'anglais pour une bonne communication avec le logiciel Skalar RoboticsAccess<sup>md</sup>.

4. Ouvrir le logiciel *Skalar RoboticsAcces*<sup>MD</sup> après l'initialisation complète de tous les appareils.

**Note :** Le profil d'administrateur permet d'accéder à des paramètres d'analyse supplémentaires.

### 7.3 Préparation du système

Avant de démarrer un étalonnage ou de procéder à des analyses, faire en rinçage du système (sondes pH et conductivité et cellule du turbidimètre) avec de l'eau ultrapure en utilisant la fonction "Flush" dans le logiciel Skalar RoboticsAccess<sup>md</sup>.

Dans le cas d'une utilisation journalière et de routine, les étapes de préparation suivantes sont recommandées :

#### 7.3.1 Quotidiennement

1. Vérifier si le réservoir d'eau ultrapure de rinçage est suffisant et remplir si besoin.
2. Procéder à l'étalonnage des sondes et valider avec les étalons de vérification
3. Vérifier le plateau d'échantillons, les pompes et les distributeurs (propreté); nettoyer si nécessaire.

#### 7.3.2 Hebdomadaire

1. Effectuer la maintenance quotidienne
2. Faire une sauvegarde des données.
3. Vérifiez la tuyauterie du distributeur, de la pompe et du récipient de rinçage.
4. Inspecter les sondes et nettoyer si nécessaire.
5. Remplir la solution de KCl (3 mol/L) dans l'électrode de pH au besoin.
6. Rincer les tubulures avec une solution d'hypochlorite à 1 % comme suit :



- Mettre le tuyau de rinçage dans 1L de solution d'hypochlorite à 1 %.
- Procéder à un rinçage en sélectionnant “Flush” dans le logiciel
- Rincer l’extérieur du tuyau de rinçage à l’eau ultrapure,
- Transférer le tuyau de rinçage dans le réservoir d’eau ultrapure et procéder à un rinçage (“Flush”) du système.

7. Procéder à l’étalonnage des sondes de pH et conductivité et passer un étalon de vérification.

**Note : Conserver la sonde de pH dans la solution de stockage lorsqu'elle n'est pas utilisée. Se référer à la documentation de la sonde.**

## 7.4 Étalonnage des électrodes de pH et de conductivité

Avant de commencer une analyse, faire un étalonnage des sondes de pH et de conductivité.

Les solutions d’étalonnage sont renouvelées au moins chaque semaine en suivant les recommandations de stockage et d'utilisation des fournisseurs.

**Note :**

1. **Les valeurs des solutions d’étalons de pH et de conductivité dépendent de la température et les solutions doivent être protégées de la lumière.**
2. **Se référer à la documentation des sondes pour les précisions ainsi que pour la préparation, l'entretien et le stockage des sondes.**

### 7.4.1 Étalonnage de l’électrode de pH

Pour l’étalonnage de la sonde de pH, utiliser les solutions étalons de pH 4, 7 et 10.

### 7.4.2 Étalonnage de l’électrode de conductivité

Pour l’étalonnage de la sonde de conductivité, utiliser les étalons de conductivité d’environ 140 µS/cm et 1400 µS/cm.

**Note : S'assurer que les valeurs des étalons de conductivité saisies dans le Consort (C3210) correspondent aux concentrations et lots utilisés.**

### 7.4.3 Étalonnage du turbidimètre (HACH 5200)

1. Étalonner le turbidimètre chaque semaine et faire une vérification avant chaque analyse. Pour faire une vérification ou un étalonnage, changer le couvercle avec la cellule intégrée pour le couvercle sans cellule.
2. Effectuer la vérification quotidienne de l’étalonnage comme suit :
  - Sélectionner “Verification” dans le menu se trouvant à droite de l’écran de l’appareil.
  - Nettoyer le flacon d'étalon de vérification avec un chiffon non pelucheux pour éliminer toute contamination.
  - Retourner délicatement le flacon trois fois de suite.
  - Placer le flacon de l’étalon de formazine de 10 UTN dans le compartiment de mesure.
  - Confirmer la valeur indiquée ou saisir la valeur de turbidité exacte de l’étalon.
  - Appuyer sur READ.
  - La valeur s’affiche sur l’écran.
  - Noter le résultat sur la feuille prévue à cet effet.

- Enlever le flacon et remettre le couvercle avec la cellule de travail intégrée.

3. Effectuer l'étalonnage hebdomadaire avec les étalons de 20 et 600 UTN comme suit:

- Sélectionner "Calibration" dans le menu se trouvant à droite de l'écran de l'appareil.
- Nettoyer le flacon d'étalon de 20 UTN avec un chiffon non pelucheux pour éliminer toute contamination.
- Placer le flacon dans le compartiment et appuyer sur READ.
- Nettoyer le flacon d'étalon de 600 UTN avec un chiffon non pelucheux pour éliminer toute contamination.
- Placer le standard 600 UTN dans le compartiment et appuyer sur READ.
- Procéder à la lecture de l'étalon de vérification de 10 UTN et noter la valeur obtenue sur la feuille prévue à cet effet.

**Note : Vérifier la date d'expiration des étalons (durée de vie : environ 400 jours) et recommander des trousse d'étalons 1-2 mois avant expiration.**

4. Remettre le couvercle avec la cellule de travail intégrée après l'étalonnage ou la vérification.

Lorsque l'étalonnage ou la vérification est terminé, reconnecter l'appareil pour les analyses avec le robot en sélectionnant sur l'appareil, dans le menu à droite de l'écran, Set-up > Network & Péripherals > PC : connected, Set-up > remote.

**Note : L'appareil affiche « Status: offline » et se mettra en mode « Online » lorsque la séquence débutera.**

## 7.5 Dosage

1. S'assurer que l'électrode de pH se trouve dans le tube contenant la solution de stockage.
2. Vérifier le niveau de la solution de KCl (3 mol/L) dans l'électrode de pH. Remplir au besoin.
3. Remplir des tubes d'analyse avec les solutions tampon de pH et étalons de conductivité et les déposer dans le support à l'extrémité droite de l'appareil. Cet espace est réservé à l'étalonnage. Aucun échantillon ne peut être analysé dans cette section.

**Note : Pour les étalons, solutions de contrôle et échantillons réfrigérés, laisser les solutions atteindre la température ambiante avant l'analyse.**

### 7.5.1 Préparation d'une séquence d'analyse dans le logiciel RoboticsAccess<sup>MD</sup>

1. Pour commencer une nouvelle analyse, cliquer sur « New » et sélectionner l'action à exécuter (p. ex. : *Flush* pour un rinçage du système, *Calibration* pour un étalonnage et *Waters* pour des analyses) et cliquer sur "Continue". Vérifier les paramètres d'analyse en cliquant dans "Settings". Les paramètres peuvent être modifiés uniquement pour l'analyse en cours en cliquant sur « Settings » suivi de « Apply » après modifications. Pour retrouver les paramètres d'analyse par défaut, cliquer sur "Get default settings".
2. Procéder à un rinçage du système avant de commencer un étalonnage ou une séquence d'analyse en choisissant l'option "Flush".
3. Préparer une séquence d'analyse en cliquant sur un support à échantillon virtuel à droite de l'écran dans l'onglet « Available Racks » et le glisser dans « Analyzer » ou dans l'onglet « Order of racks handling ».

4. Préparer la séquence d'analyse en [lisant les codes-barres](#) des échantillons à partir de la feuille de travail vers le logiciel. Les [numéros](#) des échantillons de la séquence apparaîtront dans la colonne « *Identity* » du tableau de la séquence. Chaque onglet est numéroté de 1 à 72 et ils correspondent aux positions des échantillons dans le support du titrateur robotisé.
5. Remplir les tubes d'analyse de 50 ml avec une aliquote d'environ 45 ml de l'échantillon à analyser.
6. Mettre les tubes d'échantillon remplis dans le support [du robot](#) et fermer la porte.
7. Vérifier les paramètres dans « *Settings* ». L'étalonnage des sondes de pH et de conductivité s'effectue avant le début de chaque analyse. S'assurer que l'étalonnage est inclus dans la séquence d'analyse en vérifiant les paramètres d'étalonnage dans « *Settings* » (*Calibration* > *True*).

**Note : Il est possible [d'étalonner](#) les sondes séparément d'une séquence d'analyse en sélectionnant « *New* » puis « *Calibration* ».**

8. Démarrer la séquence en cliquant sur « *Start* ». [Attendre que le turbidimètre passe de « \*Offline\* » à « \*Online\* ».](#)
9. Lorsque la séquence est terminée, s'assurer que tous les échantillons [ont été analysés](#). Si c'est le cas, appuyer sur « *OK* ».
10. Pour rajouter des échantillons ou pour une reprise d'échantillon, appuyer sur « *Pause* » et rajouter les échantillons dans la séquence.

### 7.5.2 Arrêt de l'analyseur

1. Vider les [supports à échantillons](#) de l'analyseur.
2. Effectuer un rinçage (*flush*) à la fin de chaque séquence d'analyse.
3. Fermer le logiciel.
4. Éteindre l'analyseur si nécessaire.

## 7.6 Maintenance

[Voir les manuels d'utilisation des électrodes \(pH et conductivité\) et des appareils \(SP2000 et turbidimètre HACH TU5200\).](#)

# 8. Calcul et expression des résultats

## 8.1 pH

Les résultats sont exprimés en unités de pH. La courbe est linéaire pour des valeurs comprises entre 1 et 14 unités de pH. Les résultats sont calculés par le logiciel après l'étalonnage de l'électrode.

## 8.2 Conductivité

Les résultats sont exprimés en  $\mu\text{S}/\text{cm}$  et sont calculés par le logiciel après l'étalonnage de l'électrode.

## 8.3 Turbidité

Les résultats sont exprimés en [unités de mesure néphélométrique \(UNT\)](#) et sont calculés par le logiciel.

## 9. Critères d'acceptabilité

Les critères d'acceptabilité sont appliqués comme suit :

Éléments de contrôle	Critères d'acceptabilité
Matériaux de référence	La valeur obtenue doit être à l'intérieur de la moyenne $\pm 2$ écarts types. Une vérification du processus est amorcée lorsque le résultat est compris entre $\pm 2$ et $\pm 3$ écarts types.
Duplicata et réplikat	Le pourcentage de la différence entre le résultat parent et le duplicata (ou réplikat) divisé par le résultat moyen doit être inférieur à 10 %.
Étalonnage du turbidimètre	La courbe d'étalonnage est vérifiée avant chaque séquence avec l'étalon 10 UTN. L'écart maximal permis est de $\pm 0,5$ . La courbe d'étalonnage peut être étendue à <u>900</u> UTN si nécessaire en passant un étalon de vérification de <u>900</u> UTN. L'écart maximal permis est de 5 %.
Étalonnage de l'électrode de pH	La pente de l'étalonnage doit être supérieure à 96.6 %. La courbe d'étalonnage est vérifiée avant chaque séquence avec un étalon de vérification certifié. L'écart maximal permis est de 0,5 de la valeur certifiée.
Étalonnage de l'électrode de conductivité	La valeur de la constante de la cellule doit être dans les 10 % de la valeur de la constante de la cellule de l'électrode <u>(0.8 cm<sup>-1</sup> pour l'étalon de conductivité le plus bas)</u> . La courbe d'étalonnage est vérifiée avant chaque séquence avec un étalon certifié. L'écart maximal permis est de 5 % de la valeur certifiée.

Les chimistes peuvent valider les résultats des analyses à partir de l'ensemble des données du contrôle de la qualité, même s'il y a dépassement des critères.

## 10. Bibliographie

**Note : Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique.**

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.  
*Lignes directrices concernant les travaux analytiques en chimie*, DR-12-SCA-01, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, édition courante,  
[\[http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12SCA01\\_lignes\\_dir\\_chimie.pdf\]](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12SCA01_lignes_dir_chimie.pdf).

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie*, DR-12-VMC, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, édition courante,  
[\[http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12VMC\\_protocole\\_val\\_chimie.pdf\]](http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/accreditation/PALA/DR12VMC_protocole_val_chimie.pdf).

SKALAR SP200 User Manual Robotics Waters Analyzer.

HACH TU5200 User Manual.

Consort C32xx Mode d'emploi Rev. 04/2020.

**Environnement,  
Lutte contre  
les changements  
climatiques,  
Faune et Parcs**

**Québec** 