

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

Méthode d'analyse

MA. 100 – pH 1.1

2023-02-14 (révision 6)

Détermination du pH : méthode électrométrique

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 (DGCSCAEQ) 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
Internet : 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^e étage, boîte 23
Québec (Québec) G1R 5V7

Téléphone : 418 521-3848

Ou

Visitez notre site Web : www.environnement.gouv.qc.ca

Dépôt légal – 2023
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN 978-2-550-93917-7 (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	2
4. Prélèvement et conservation	2
5. Appareillage	3
6. Réactifs et étalons	3
7. Protocole d'analyse	4
7.1 Étalonnage du pH-mètre	4
7.2 Préparation des échantillons	5
7.3 Préparation spéciale de la verrerie	6
8. Calcul et expression des résultats	6
9. Critères d'acceptabilité	6
10. Bibliographie	7

Introduction

Le pH représente la concentration des ions hydrogènes dans 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. Dans les eaux naturelles, peu soumises à l'activité humaine, le pH dépend de l'origine de ces eaux et de la nature géologique du milieu. Les eaux d'exhaures et les effluents industriels peuvent abaisser le pH de façon importante, ce qui accentue la corrosion de la canalisation des réseaux d'égout et d'aqueduc.

Selon le Règlement sur les carrières et les sablières et le Règlement sur les fabriques de pâtes et papiers, le pH des eaux rejetées dans l'environnement doit être compris entre 6,0 et 9,5. Selon le Règlement sur les matières dangereuses, une matière est considérée comme corrosive si elle possède un pH inférieur à 2 ou supérieur à 12,5.

1. Domaine d'application

La méthode d'analyse MA. 100 – pH 1.1 sert à déterminer le pH dans les échantillons aqueux et les échantillons solides.

La limite inférieure rapportée et le domaine d'application pour chaque type d'échantillon analysé sont indiqués dans le tableau suivant.

Type d'échantillon	Limite inférieure rapportée	Domaine d'application
Liquides	1,50	1,50 à 13,0
Sols agricoles	1,50	1,50 à 13,0
Boues	1,50	1,50 à 13,0
Autres solides	1,50	1,50 à 13,0

2. Principe et théorie

Le pH se définit comme le logarithme négatif de l'activité de l'ion hydrogène.

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

Il est mesuré à l'aide d'une électrode de verre, dont le potentiel varie en fonction de la concentration des ions hydrogènes suivant l'équation de Nernst. Ce potentiel est mesuré par rapport à une électrode de référence à l'aide d'un potentiomètre à haute impédance communément appelé pH-mètre.

3. Interférence

Selon l'électrode utilisée, les fortes concentrations de sodium peuvent interférer à un pH supérieur à 10. Il est donc important de choisir une électrode adaptée à ce type d'échantillon.

4. Prélèvement et conservation

Prélever un échantillon représentatif dans un contenant de plastique ou de verre. Aucun agent de conservation n'est requis. Conserver l'échantillon à 4 °C.

Pour les échantillons liquides, il est recommandé d'effectuer l'analyse immédiatement après la prise des échantillons. Si l'analyse ne peut être faite sur le terrain, l'échantillon devrait être analysé dans les 24 heures suivant le prélèvement.

Pour les échantillons solides, le délai de conservation entre l'échantillonnage et l'analyse ne doit pas dépasser six mois.

Pour l'application du Règlement sur les matières dangereuses, les renseignements sur les modes de prélèvement de conservation des échantillons sont présentés dans le document DR-09-01 intitulé *Modes*

de prélèvement et de conservation des échantillons relatifs à l'application du Règlement sur les matières dangereuses.

5. Appareillage

- 5.1 pH-mètre avec une électrode pour mesurer le pH
- 5.2 Agitateur mécanique (environ 200 oscillations par minute)
- 5.3 Plaque magnétique
- 5.4 Balances analytiques dont la sensibilité est de 0,1 mg et 0,01 g
- 5.5 Cuillère calibrée de $10 \text{ cm}^3 \pm 0,1 \text{ cm}^3$ (pour les sols agricoles). La cuillère doit être calibrée en suivant la procédure indiquée par la méthode de la masse volumique (MA. 100 – Mas.Vol. 1.0).

6. Réactifs et étalons

Tous les réactifs commerciaux utilisés sont de qualité ACS, à moins d'indications contraires.

L'eau utilisée pour la préparation des réactifs et des solutions étalons est de l'eau distillée ou déminéralisée.

À moins d'indications contraires, les solutions préparées peuvent se conserver indéfiniment à la température ambiante. Cependant, elles doivent être refaites s'il y a un changement de couleur à la solution ou s'il y a formation d'un précipité.

- 6.1. Solutions tampons à pH de 4, 7 et 10 pour étalonner le pH-mètre

NOTE : Les solutions 6.2 à 6.13 sont utilisées uniquement pour les sols agricoles.

- 6.2. Paranitrophénol $\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{OH}$ (CAS n° 100-02-7)
- 6.3. Chromate de potassium K_2CrO_4 (CAS n° 7789-00-6)
- 6.4. Chlorure de calcium dihydraté $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (CAS n° 10035-04-8)
- 6.5. Acétate de calcium monohydraté $(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}$ (CAS n° 5743-26-0)
- 6.6. Triéthanolamine $\text{N}(\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH})_3$ (CAS n° 102-71-6)
- 6.7. Hydroxyde de sodium NaOH (CAS n° 1310-73-2)
- 6.8. Acide chlorhydrique de qualité ACS, HCl
- 6.9. Solution de HCl 1 N

Utiliser une solution commerciale ou la préparer comme suit :

Dans une fiole volumétrique de 1 000 ml contenant 600 ml d'eau, introduire, à l'aide d'une pipette, 83 ml de HCl concentré et compléter au trait de jauge avec de l'eau.

6.10. Solution de NaOH 1 N

Peser précisément environ $4,0 \pm 0,1$ g de pastilles de NaOH et dissoudre dans une fiole volumétrique de 100 ml contenant environ 60 ml d'eau. Compléter au trait de jauge avec de l'eau.

6.11. Solution tampon SMP – Partie 1

Peser précisément environ 1,80 g de paranitrophénol, 3,00 g de chromate de potassium et 53,10 g de chlorure de calcium dihydraté et dissoudre dans 500 ml d'eau.

Cette solution se conserve une semaine.

6.12. Solution tampon SMP – Partie 2

Peser précisément environ 2,00 g d'acétate de calcium monohydraté et dissoudre dans 270 ml d'eau.

Cette solution se conserve une semaine.

6.13. Solution tampon SMP de travail

Mélanger la solution tampon SMP – Partie 1 et la solution tampon SMP – Partie 2. Ajouter 2,50 ml de triéthanolamine, agiter et laisser reposer pendant huit heures. Compléter le volume à 1,0 litre avec de l'eau. Ajuster le pH à 7,5 avec du NaOH 1 N ou du HCl 1 N, puis filtrer si nécessaire.

Le délai de conservation est de trois mois. Conserver dans un contenant à l'abri de la lumière.

7. Protocole d'analyse

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

NOTE : La mesure du pH étant fonction de la température de l'échantillon, l'utilisation d'une sonde intégrée permettant de corriger la température des échantillons à 25 °C est nécessaire. Si cette sonde n'est pas disponible, s'assurer que la température des solutions étalons et des échantillons est la même (environ 25 °C) avant de mesurer le pH.

7.1 Étalonnage du pH-mètre

- Vérifier la condition de l'électrode et dégager l'orifice de l'électrode, **s'il y a lieu**.
- L'étalonnage du pH-mètre s'effectue avec les solutions tampons chaque jour d'utilisation.

7.2 Préparation des échantillons

7.2.1 Échantillons liquides

- Homogénéiser l'échantillon et verser de 25 à 50 ml d'échantillon dans un contenant selon l'appareil utilisé.
- Mesurer le pH des échantillons en agitant.
- Rincer abondamment l'électrode entre chaque échantillon.

7.2.2 Échantillons de sols agricoles ou de fumier

- Sécher les échantillons de sol agricoles dans une étuve à environ 35 ± 5 °C jusqu'à ce qu'ils soient secs (deux à cinq jours). Tamiser les échantillons à 2 mm.

7.2.2.1. Mesure du pH à l'eau (sol agricole ou fumier)

- Mesurer, à l'aide d'une cuillère calibrée, 10 cm³ de fumier (liquide ou solide) ou de sol tamisé à 2 mm.
- Ajouter 10 ml d'eau.
- Laisser reposer 30 minutes en prenant soin d'agiter cinq ou six fois avec une tige de verre au cours de cette période.
- Agiter et plonger l'électrode dans le mélange sol-eau et prendre la lecture après stabilisation du pH.
- Rincer abondamment l'électrode entre chaque échantillon.
- Conserver, s'il y a lieu, pour l'analyse du pH tampon.

7.2.2.2. Mesure du pH tampon (sol agricole)

- Pour les mélanges sol-eau dont le pH à l'eau est inférieur à 6,3 (sols minéraux) ou inférieur à 5,2 (sols organiques), ajouter 20 ml de solution tampon SMP de travail et bien mélanger avec une tige de verre.
- Laisser reposer 15 minutes.
- Mesurer le pH du mélange sol-tampon.
- Rincer abondamment l'électrode entre chaque échantillon.

7.2.3 Échantillons de boues

- Homogénéiser l'échantillon non séché avec une spatule afin d'obtenir un échantillon représentatif.
- Un poids d'échantillon (environ 10,0 g) est mis en contact avec 100 g d'eau de façon à obtenir un rapport solide/liquide de 1:10. La densité de l'eau étant voisine de 1, un volume d'eau de 100 ml au lieu d'un poids de 100 g peut être utilisé.
- Agiter pendant cinq minutes à la température ambiante avec un agitateur mécanique (environ 200 oscillations par minute).
- Laisser décanter le solide et mesurer le pH sur la portion liquide uniquement.
- Rincer abondamment l'électrode entre chaque échantillon.

7.2.4 Autres échantillons solides

- Homogénéiser l'échantillon non séché avec une spatule afin d'obtenir un échantillon représentatif.
- Un poids d'échantillon non séché est mis en contact avec un poids identique d'eau (rapport 1:1). La densité de l'eau étant voisine de 1, un volume d'eau identique au poids d'échantillon pesé peut être utilisé.
- Agiter pendant cinq minutes à la température de la pièce avec un agitateur mécanique (environ 200 oscillations par minute).
- Si le volume de surnageant n'est pas suffisant pour mesurer le pH, répéter l'extraction sur une nouvelle portion d'échantillon en utilisant un rapport solide/eau de 1:10.
- Laisser décanter le solide et mesurer le pH sur la portion liquide uniquement.
- Rincer abondamment l'électrode entre chaque échantillon.

7.3 Préparation spéciale de la verrerie

Aucun soin autre que le lavage et le séchage de la verrerie n'est nécessaire pour la détermination du pH.

8. Calcul et expression des résultats

Les résultats sont exprimés en unités de pH et sont lus directement sur le cadran du pH-mètre ou sur l'imprimante à 0,01 unité pour les pH entre 1,50 et 9,99, et à 0,1 unité pour les pH entre 10,0 et 13,0. Pour les échantillons solides, mentionner avec le résultat le rapport solide/eau utilisée.

Le besoin en chaux d'un sol peut être déterminé à partir des résultats du pH tampon et en se référant au tableau de la méthode PH- 2 (AGDEX 533) du recueil du Conseil des productions végétales du Québec.

9. Critères d'acceptabilité

Les critères d'acceptabilité sont définis dans le document DR-12-SCA-01 et sont appliqués comme suit :

- Les résultats obtenus pour l'analyse de duplicata ne doivent pas différer de plus de 0,2 unité de pH pour les liquides et de plus de 0,3 unité de pH pour un solide.
- En ce qui concerne les matériaux de référence et les matériaux de référence certifiés, les résultats doivent se situer dans l'intervalle défini par la personne responsable désignée.

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.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION AND WATER ENVIRONMENT FEDERATION. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*.

CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC. *Détermination du pH à l'eau*, PH-1, 1999.

CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC. *Détermination du besoin en chaux par la méthode SMP*, PH-2, 1999.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. *Test Method for Evaluating Solid Waste, Physical-Chemical (SW-846)*, Method 9045D, 2004.



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

Québec 