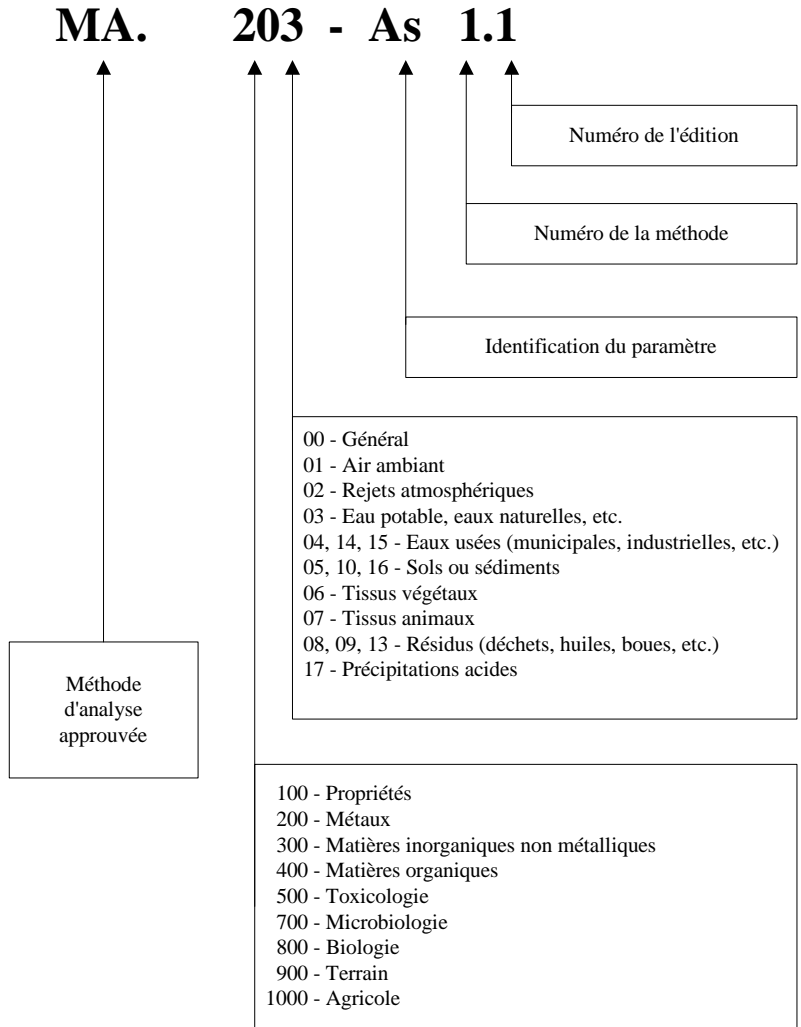


MA. 207 – Se 1.0
Édition : 2003-10-24

Méthode d'analyse

Détermination du sélénium dans les tissus animaux :
méthode par spectrophotométrie d'absorption
atomique après minéralisation et génération d'hydrure

Exemple de numérotation :



ÉDITION APPROUVÉE LE : 24 octobre 2003

Historique de la méthode

Ce document est la première édition. Cette méthode remplace la méthode MENVIQ 90.01/207-Se 1.1.

Reproduction et traduction, même partielles, interdites sans l'autorisation du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, ministère de l'Environnement du Québec.

Ce document doit être cité de la façon suivante :

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC,
Détermination du sélénium dans les tissus animaux : méthode automatisée par spectrophotométrie d'absorption atomique après minéralisation et génération d'hydrure.
MA. 205 – Se 1.0, Ministère de l'Environnement du Québec, 2003, 18 p.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	7
1. DOMAINE D'APPLICATION	7
2. PRINCIPE ET THÉORIE	7
3. FIABILITÉ	8
3.1. Interférence	8
3.2. Limite de détection	8
3.3. Limite de quantification	8
3.4. Sensibilité	8
3.5. Fidélité	8
3.6. Justesse	8
3.7. Pourcentage de récupération	9
4. PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION	9
5. APPAREILLAGE	9
6. RÉACTIFS ET ÉTALONS	10
7. PROTOCOLE D'ANALYSE	12
7.1. Préparation des échantillons	12
7.2. Minéralisation des échantillons	13
7.3. Dosage	14
8. CALCUL ET EXPRESSION DES RÉSULTATS	16
9. CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ	16
10. BIBLIOGRAPHIE	17
Figure 1 - Schéma du système de dosage automatisé du sélénium	18

INTRODUCTION

Le sélénium se trouve dans la nature sous forme de sélénium, de sélénite et de sélénate et peut être associé à des composés organiques. Le sélénate et le sélénium liés à la matière organique sont les formes les plus abondantes dans les eaux naturelles. La forme élémentaire est insoluble dans l'eau mais elle peut être adsorbée sur des particules. Les sédiments semblent agir comme des réservoirs de sélénium. Exception faite des eaux qui percolent à travers des dépôts schisteux, la concentration du sélénium dans les eaux est généralement inférieure à 10 µg/l.

Le sélénium est utilisé industriellement dans la fabrication de semi-conducteurs, de cellules photoélectriques, de colorants pour verre, de pigments, de peinture, de colorants et d'insecticides et dans la vulcanisation du caoutchouc.

Au Québec, dans des poissons entiers ou éviscérés, des concentrations de 0,19 et 0,37 mg/kg de sélénium ont été trouvées respectivement pour le 10^e et le 90^e percentiles. Une intoxication au sélénium produit différents dérèglements, comme des convulsions, des douleurs abdominales, de la diarrhée, des troubles respiratoires, de la toux et des effets vomitifs. Son action cancérigène n'est pas prouvée.

1. DOMAINE D'APPLICATION

Cette méthode s'applique à la détermination du sélénium dans les tissus animaux.

La plage d'étalonnage se situe entre 0,05 et 5,00 mg/kg Se. Le domaine d'application peut être étendu en effectuant les dilutions appropriées.

2. PRINCIPE ET THÉORIE

La détermination du sélénium s'effectue en deux étapes. La première consiste en une digestion acide des tissus biologiques en milieu fortement oxydant. L'ajout de nitrate de magnésium permet d'assurer l'oxydation complète de la matière organique et de stabiliser les sels de sélénium lors du chauffage en évitant leur volatilisation et, éventuellement, leur calcination.

Dans la seconde étape, toutes les formes de sélénium à l'état hexavalent sont réduites à l'état tétravalent avec l'acide chlorhydrique. Par la suite, le sélénium est transformé en hydrure de sélénium, en faisant réagir l'échantillon avec du borohydrure de sodium (NaBH₄) en milieu acide. L'hydrure de sélénium est ensuite oxydé en sélénium élémentaire dans une cellule chauffée.

Le sélénium contenu dans la cellule est dosé par spectrophotométrie d'absorption atomique. La concentration de l'échantillon est déterminée en comparant les absorbances des échantillons à celles d'une gamme de solutions étalons.

3. FIABILITÉ

Les termes suivants sont définis dans le document DR-12-VMC, intitulé « Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie ».

3.1. INTERFÉRENCE

Le cuivre, le plomb et le nickel interfèrent à des concentrations plus grandes que 1,0 mg/l alors que l'argent, l'or, le platine et le palladium interfèrent à des concentrations supérieures à 0,1 mg/l. De plus, le bismuth, l'antimoine, l'étain et le tellure interfèrent à des concentrations comprises entre 0,1 et 1,0 mg/l.

3.2. LIMITE DE DÉTECTION

La limite de détection est de 0,05 mg/kg Se.

3.3. LIMITE DE QUANTIFICATION

La limite de quantification est de 0,15 mg/kg Se.

3.4. SENSIBILITÉ

La droite d'étalonnage typique des dosages de sélénium dans les tissus biologiques a une pente de $2,0 \pm 0,2$ unités par $\mu\text{g/l}$ dans les conditions d'utilisation proposées. (Les unités correspondent aux lectures directes des hauteurs de pics sur les chartes d'enregistrement.) La pente est mesurée dans la zone linéaire ($r \geq 0,999$).

3.5. FIDÉLITÉ

3.5.1. Réplicabilité

La réplicabilité d'une série de mesures ($n = 10$) a été de $\pm 0,02$ mg/kg Se à une concentration de 0,33 mg/kg Se.

3.5.2. Répétabilité

La répétabilité d'une série de mesures ($n = 10$) a été de $\pm 0,05$ mg/kg Se à une concentration de 1,33 mg/kg Se.

3.6. JUSTESSE

Lors d'essais ($n = 10$), la justesse du dosage du matériel de référence MAB-3 a été de 83 % à 98 % par rapport à la valeur moyenne certifiée de 1,46 mg/kg Se.

3.7. POURCENTAGE DE RÉCUPÉRATION

L'ajout de 7,5 µg/l de Se lors du dosage du matériel de référence MAB-3 a permis une récupération de 92 %.

4. **PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION**

Prélever un échantillon représentatif dans un contenant de verre ou de plastique exempt de contaminant. Le contenant doit être préalablement rincé avec de l'acide nitrique 50 % (V/V), puis avec de l'eau.

Congeler l'échantillon à environ -20 °C. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder 6 mois.

Dans le cas des poissons, s'ils doivent être éviscérés, l'opération est effectuée immédiatement après le prélèvement tout en conservant les organes pour les analyses ultérieures. Le mode de conservation demeure le même que celui indiqué plus haut.

5. **APPAREILLAGE**

Les marques de commerce apparaissant ci-dessous ne sont mentionnées qu'à titre de renseignement.

- 5.1. Échantillonneur de marque Technicon, modèle II
- 5.2. Pompe péristaltique de marque Technicon, modèle III
- 5.3. Système pour la réaction (figure 1)
- 5.4. Spectrophotomètre d'absorption atomique de marque Perkin-Elmer, modèle 603
- 5.5. Brûleur ayant une fente de 4 pouces
- 5.6. Cellule de quartz de marque Perkin-Elmer (cat. n° 094-415)
- 5.7. Support à cellule de marque Perkin-Elmer (cat. n° 087-355)
- 5.8. Lampe E.D.L. pour le sélénium
- 5.9. Boîte d'alimentation pour une lampe E.D.L., de marque Perkin-Elmer EDL, System 2
- 5.10. Débitmètre réglable de 0-1,0 pied cube à l'heure
- 5.11. Enregistreur de marque Perkin-Elmer, modèle 56
- 5.12. Plaque chauffante Thermolyne 2200, 30 × 60 cm

- 5.13. Fournaise à moufle réglable à une température de 550 °C
- 5.14. Filtre Whatman de type GF/C, 1,2 µm
- 5.15. Appareil à filtration

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 réactifs et des solutions étalons est de l'eau déminéralisée ultra-pure dont la résistivité mesurée est égale ou supérieure à 18 mégohm-cm.

- 6.1. Acide chlorhydrique de qualité métaux traces ou équivalent, HCl (CAS n° 7647-01-0)
- 6.2. Acide nitrique de qualité métaux traces ou l'équivalent, HNO₃ (CAS n° 7697-37-2)
- 6.3. Borohydrure de sodium, NaBH₄ (CAS n° 16940-66-2)
- 6.4. Hydroxyde de sodium, NaOH (CAS n° 1310-73-2)
- 6.5. Nitrate de magnésium, Mg(NO₃)₂.6H₂O (CAS n° 10377-60-3)
- 6.6. Solution commerciale de sélénium de 1 000 mg/l (CAS n° 7782-49-2)
- 6.7. Solution d'acide chlorhydrique 10 % (V/V)

Introduire 800 ml d'eau dans une fiole jaugée de 1 000 ml et ajouter avec précaution 100 ml de HCl (*cf.* 6.1). Laisser refroidir et jauger.

- 6.8. Solution d'acide chlorhydrique 50 % (V/V)

Introduire 400 ml d'eau dans un contenant de 1 000 ml et ajouter avec précaution 500 ml de HCl (*cf.* 6.1). Laisser refroidir et jauger.

- 6.9. Solution d'acide chlorhydrique 60 % (V/V)

Introduire 300 ml d'eau dans un contenant de 1 000 ml et ajouter avec précaution 600 ml de HCl (*cf.* 6.1). Laisser refroidir et jauger.

- 6.10. Solution de HNO₃ 50 % (V/V)

Introduire 400 ml d'eau dans un contenant de 1 000 ml et ajouter avec précaution 500 ml de HNO₃ concentré (*cf.* 6.2). Laisser refroidir et jauger.

6.11. Solution de décontamination (HNO_3 20 % (V/V))

Dans un contenant de plastique, diluer 1 volume de HNO_3 (cf. 6.2) dans 4 volumes d'eau.

6.12. Solution d'hydroxyde de sodium 10 N

Dissoudre 400 g de NaOH (cf. 6.4) dans environ 800 ml d'eau, laisser refroidir et compléter à 1 000 ml avec de l'eau. Une solution commerciale de NaOH 10 N peut aussi être utilisée.

6.13. Solution de borohydrure de sodium 4 % (P/V)

Dissoudre 40 g de NaBH_4 (cf. 6.3) dans environ 900 ml d'eau contenant 250 ml de NaOH 10 N (cf. 6.12). Agiter pendant 1 heure et compléter à 1 000 ml avec de l'eau. Filtrer la solution sous vide avec un filtre Whatman de type GF/C, 1,2 μm . Cette solution peut être conservée 2 mois.

6.14. Solution de borohydrure de sodium 0,64 % (V/V)

Diluer 80 ml de la solution de NaBH_4 4 % (P/V) (cf. 6.13) dans environ 300 ml d'eau et compléter à 500 ml avec de l'eau. Cette solution doit être refaite chaque jour.

6.15. Solution de nitrate de magnésium 80 % (P/V)

Dissoudre 200 g de $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (cf. 6.5) dans environ 200 ml d'eau et compléter à 250 ml avec de l'eau. Cette solution peut être conservée jusqu'à épuisement.

6.16. Solution étalon intermédiaire de sélénium de 1,0 mg/l

Dans une fiole jaugée de 1 000 ml, introduire à l'aide d'une pipette 1 ml de la solution étalon de sélénium de 1 000 mg/l (cf. 6.6) dans environ 800 ml d'eau et compléter au trait de jauge avec de l'eau. Cette solution se conserve 1 semaine.

6.17. Solutions étalons de travail de sélénium de 5, 10, 20, 30 et 40 $\mu\text{g/l}$

Dans une série de fioles jaugées de 100 ml, introduire à l'aide de pipettes 0,5, 1,0, 2,0, 3,0 et 4,0 ml de la solution étalon intermédiaire de sélénium de 1,0 mg/l (cf. 6.16) et diluer à la jauge avec du HCl (cf. 6.1) et de l'eau pour obtenir une matrice de HCl 10 % (V/V) (cf. 6.1). Cette solution se conserve 1 semaine.

6.18. Solutions étalons de sélénium de 30 mg/l pour minéralisation

Dans une fiole jaugée de 100 ml, introduire 3,0 ml de la solution étalon de sélénium de 1 000 mg/l (cf. 6.6) et diluer à la jauge avec du HCl (cf. 6.1) et de l'eau pour obtenir une matrice de HCl 2,5 % (V/V). Cette solution se conserve 1 semaine.

6.19. Solutions étalons de sélénium de 3 mg/l pour minéralisation

Dans une fiole jaugée de 100 ml, introduire 10,0 ml de la solution étalon de sélénium de 30 mg/l (cf. 6.18) et diluer à la jauge avec du HCl (cf. 6.1) et de l'eau pour obtenir une matrice de HCl 2,5 % (V/V). Cette solution se conserve 1 semaine.

7. PROTOCOLE D'ANALYSE

Pour toute série d'échantillons, les recommandations des « Lignes directrices concernant l'application des contrôles de la qualité en chimie », DR-12-SCA-01, sont suivies afin de s'assurer d'une fréquence d'insertion adéquate en ce qui concerne les éléments de contrôle et d'assurance de la qualité (blanc, 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

La verrerie utilisée est laissée une nuit à tremper dans une solution de HNO₃ 20 % (cf. 6.11) puis rincée avec de l'eau déminéralisée. Les fioles volumétriques sont placées dans une solution de HCl 10 % (cf. 6.7) pendant une nuit et rincées avec de l'eau déminéralisée. Le matériel utilisé pour le dosage des échantillons est jeté après chaque usage.

7.2. PRÉPARATION DES ÉCHANTILLONS

- Envelopper une planche à découper avec une feuille d'aluminium, le côté mat vers l'extérieur.
- Rincer tout le matériel avec de l'éthanol en incluant le moulin à viande et ses composantes, les couteaux à filets, les cuillères, les bocaux, etc., et assécher.
- Laisser l'échantillon décongeler.
- Faire des filets et passer les filets au moulin à viande à trois reprises en prenant soin de bien mélanger entre chaque broyage.
- Utiliser une grille avec des ouvertures moyennes (4-4,5 mm) pour le premier broyage et une grille avec de petites ouvertures (2-2,5 mm) pour les broyages subséquents.
- Le matériel est nettoyé entre chaque échantillon de la façon suivante :
 - laver au moyen d'un jet d'eau chaude et d'une brosse en métal chaque pièce venant en contact avec l'échantillon;
 - rincer à deux reprises chaque pièce avec de l'eau et effectuer deux autres rinçages avec de l'éthanol;

- assécher et remonter le moulin à viande en prenant soin de ne pas contaminer les pièces.

Utiliser des gants en nitrile pour manipuler les pièces venant en contact avec l'échantillon.

- L'homogénéat est ensuite placé dans un sac en plastique, plié et conservé à une température se situant entre -10 et -20 °C.

7.3. MINÉRALISATION DES ÉCHANTILLONS

- Laisser l'échantillon décongeler partiellement à la température ambiante. L'échantillon peut être broyé ou être constitué d'un tissu biologique entier.
- Pipetter 500 µl et 1 000 µl de la solution étalon de 3,0 mg/l (cf. 6.19) dans des bechers de 100 ml et procéder à la digestion de la même manière que pour les échantillons. Ces solutions étalons digérées seront respectivement de 15 µg/l et de 30 µg/l lorsque le volume sera ramené à 100 ml. Laisser un becher vide comme blanc.
- Peser 2 g d'échantillon dans un becher de 100 ml, ajouter 20 ml de HNO₃ et 3,0 ml d'une solution de nitrate de magnésium 80 % (P/V) (cf. 6.15).
- Ajouter quelques pierres à ébullition, recouvrir le becher d'un verre de montre et laisser digérer pendant une nuit à la température ambiante
- Placer sur la plaque chauffante et chauffer jusqu'à ébullition avec le verre de montre. Il y a alors apparition de fumée jaune. Après la disparition de la fumée jaune, continuer à faire bouillir jusqu'à évaporation complète.

À la formation de mousse, retirer l'échantillon de la plaque chauffante lorsque la hauteur de la mousse atteint environ 20 % de la capacité du becher utilisé. Laisser refroidir, ajouter 1 ml de HNO₃ concentré (cf. 6.2), remettre l'échantillon sur la plaque et répéter cette opération, si nécessaire.

Si l'échantillon a tendance à brunir, même légèrement, ou présente des traces de calcination, retirer de la plaque, laisser refroidir, ajouter 1 ml de la solution de nitrate de magnésium 80 % (P/V) (cf. 6.15) et 1 ml de HNO₃ (cf. 6.2), puis continuer le chauffage jusqu'à ce que le résidu soit sec et de couleur blanche ou jaune pâle. Répéter les ajouts de réactifs, si nécessaire.

- Enlever les verres de montre et continuer le chauffage au maximum de l'intensité pendant 1 heure.
- Enlever les bechers de la plaque chauffante, laisser refroidir et recouvrir de leurs verres de montre respectifs.

- Placer les bechers dans le four à moufle à la température ambiante, puis augmenter la température à 550 °C et maintenir à cette température pendant un minimum de 12 heures.
- Sortir les bechers du four, laisser refroidir à la température ambiante, dissoudre le résidu avec 20 ml d'une solution de HCl 50 % (V/V) (cf. 6.8), mettre un verre de montre et chauffer près du point d'ébullition pendant un minimum de 1 heure.
- Transférer le contenu des bechers dans des fioles jaugées de 100 ml.
- Rincer les bechers avec de l'eau, transférer les eaux de rinçage dans les fioles jaugées et compléter au trait de jauge avec de l'eau.

7.4. DOSAGE

- Assembler les appareils (cf. figure 1).
- Effectuer la mise sous tension du spectrophotomètre d'absorption atomique et de l'enregistreur.
- Fixer le niveau énergétique de l'alimentation de la lampe E.D.L. à 280 mA. Le temps de stabilisation de la lampe est d'environ 1 heure. Après ce délai, un réajustement du niveau d'énergie est parfois nécessaire.
- Démarrer la ventilation.
- Ouvrir l'alimentation des gaz suivants : air, acétylène et argon.
- Ajuster la pression et le débit des gaz comme suit :

	Acétylène	Air
Pression au niveau du détendeur (lb/po ²)	13	60
Pression du régulateur d'admission des gaz (lb/po ²)	8	26
Débit des gaz lors de l'allumage (échelle relative)	35	50
Débit des gaz pour l'opération (échelle relative)	25	50

- Ajuster le débitmètre de l'argon à 125 mm après avoir fixé la pression de la sortie du détendeur à 5 lb/po².
- Dévier vers le contenant à rejets la sortie du serpentin où a lieu la réaction avec le borohydrure.
- Démarrer la pompe, faire aspirer la solution de HCl 10 % (cf. 6.7) et d'eau dans les autres tubes de réactifs (sauf le tube d'Acidflex[®], qui aspire de l'air). Attendre 1 minute, faire aspirer l'acide chlorhydrique 60 % (cf. 6.9) pendant 1 minute, puis faire aspirer le borohydrure de sodium 0,64 % (cf. 6.14).

- Lorsque le borohydrure a atteint le serpentin de réaction, diriger sa sortie vers la colonne de séparation des phases gazeuse et liquide. (Cette opération peut aussi être effectuée juste avant le début de l’ajustement avec la solution étalon de 20 µg/l Se (cf. 6.17).)

- Effectuer les ajustements du spectrophotomètre d'absorption atomique comme suit :

Longueur d’onde :	196,0 nm
Fente :	5
Mode continu :	(CONT)
Signal d’absorbance :	(ABS)
Enregistreur :	TC3

- Ajuster le zéro et fixer le temps d’intégration à 0,2 seconde. Durant cette opération, la cellule est retirée du faisceau optique.
- Replacer la cellule dans le faisceau optique et effectuer l’alignement vertical, horizontal et rotatif afin d’obtenir le minimum d’absorbance. Cette valeur devrait se situer entre 0,15 et 0,25 unité d’absorbance. La position verticale du brûleur devrait indiquer environ 8,5 et la position horizontale environ 1,25.
- Retirer la cellule du faisceau, allumer le brûleur et ajuster le débit d’acétylène, selon le mode d’emploi.

NOTE – Le système de détection de la flamme ne doit pas être en fonction, c’est-à-dire qu’il faut appuyer sur le bouton « sensor override » afin que le voyant lumineux soit allumé.

- Ramener la cellule dans la flamme et optimiser les alignements, ajuster le zéro et laisser chauffer la cellule pendant 30 minutes.
- Fixer le mode du signal de l’absorption atomique à « concentration ». Fixer le temps d’intégration et le facteur d’expansion permettant d’obtenir les conditions d’opération souhaitées. Ces conditions peuvent être établies en se référant aux données de la plus récente utilisation.
- Ajuster la sensibilité de l’enregistreur à 10 mV et la vitesse de déroulement du papier à 10 mm/min.
- Faire aspirer une solution étalon de 20 µg/l (cf. 6.17) et observer le signal sur l’enregistreur. Ajuster l’expansion de façon à obtenir un signal de 40 divisions. Le niveau d’expansion doit se situer entre 2 et 4.
- Afin d’éviter l’obtention de signaux négatifs, ajuster la lecture numérique à 0,030 en abaissant légèrement la cellule.
- Lorsque le niveau d’expansion est ajusté correctement, procéder à la préparation du plateau d’échantillonnage.

- Placer les étalons, les échantillons et les échantillons de contrôle. L'étalonnage devrait être réalisé avec au moins 4 concentrations d'étalons différentes, incluant le zéro.
- Démarrer l'échantillonneur.
- Au besoin, ajouter les échantillons qui nécessitent une dilution dans le plateau en s'assurant de respecter les conditions prescrites.
- Lorsque les analyses sont terminées, enlever la cellule de la flamme et éteindre la flamme. Dévier la sortie du serpentin vers le contenant à rejets.
- Enlever les réactifs et faire aspirer de l'eau pendant 10 minutes, à l'exception du tube d'Acidflex[®], qui doit aspirer de l'air.
- Fermer les gaz et les diverses composantes du montage et vidanger le module des gaz.

8. CALCUL ET EXPRESSION DES RÉSULTATS

Tracer une courbe d'étalonnage à partir des mesures d'absorbance et des concentrations des solutions étalons. Déterminer la teneur en sélénium des échantillons à l'aide de cette courbe.

Les résultats sont exprimés en mg/kg de sélénium dans l'échantillon selon l'équation suivante :

$$C = \frac{A \times B}{D} \times F$$

où

- C : concentration du sélénium dans l'échantillon (mg/kg Se);
- A : concentration du sélénium dans la solution dosée (mg/l Se);
- B : volume final de la solution dosée (ml);
- D : poids d'échantillon utilisé (g);
- F : facteur de dilution de la solution dosée, si nécessaire.

9. CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ

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

En ce qui concerne les matériaux de référence et matériaux de référence certifiés, les critères d'acceptabilité sont définis par le responsable désigné.

La valeur du blanc de méthode ne doit pas dépasser 3 fois la limite de détection.

L'étalonnage est accepté si les concentrations des échantillons de contrôle de l'étalonnage se situent entre des valeurs de référence définies par le responsable désigné et inscrites sur les feuilles de travail ou tout autre document de référence pertinent.

Les résultats des duplicata et des replica ne doivent pas différer de plus de 15 % de la valeur moyenne ou de plus de trois fois la limite de détection, selon la concentration analysée.

Les ajouts dosés doivent permettre un recouvrement des composés d'intérêt dans la même plage de recouvrement acceptée pour une matrice donnée, selon les critères d'acceptabilité définis par le responsable désigné.

Les résultats des échantillons de contrôle insérés dans les routines d'analyse sont acceptés par le système de gestion des analyses lorsqu'ils sont compris à l'intérieur de l'écart attendu.

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

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION AND WATER POLLUTION CONTROL FEDERATION, Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition, 1998.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, Lignes directrices concernant l'application des contrôles de la qualité en chimie, DR-12-SCA-01, Ministère de l'Environnement du Québec, Édition courante.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC, Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie, DR-12-VMC, Ministère de l'Environnement du Québec, Édition courante.

ENVIRONNEMENT CANADA, DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES, DIRECTION DE LA QUALITÉ DES EAUX, Références sur la qualité des eaux, Guide des paramètres de la qualité des eaux, 1980.

BQMA, Banque de données sur la qualité du milieu aquatique, Québec, Ministère de l'Environnement du Québec, Direction du suivi de l'état de l'environnement, 2003.

TAM, G. K. H. et G. LACROIX. 1982. Dry ashing, hydride generation atomic absorption spectrometric determination of arsenic and selenium in foods. J. Assoc. Off. Anal. Chem. 65(3): 647-650.

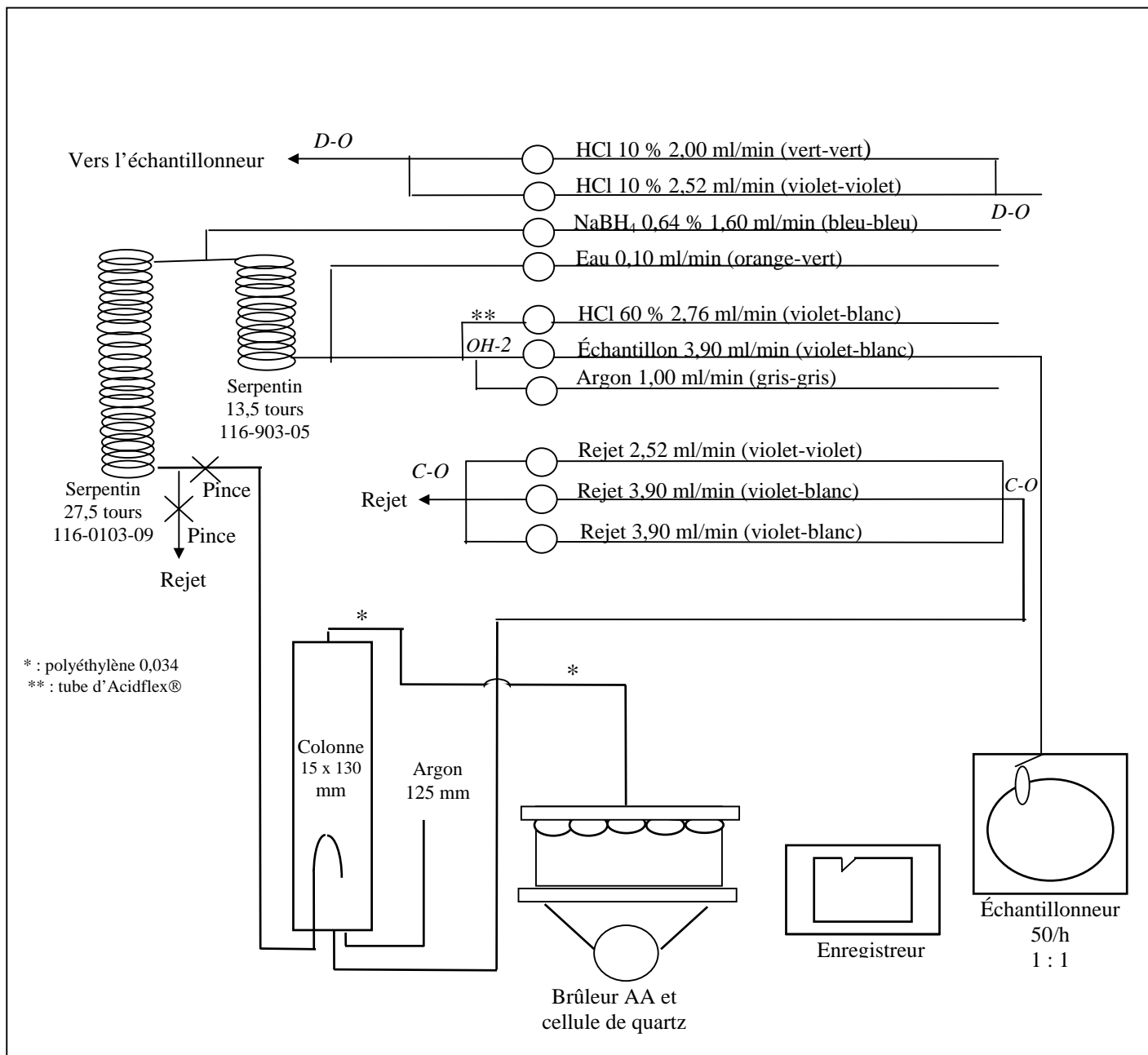


Figure 1 - Schéma du système de dosage automatisé du sélénium