

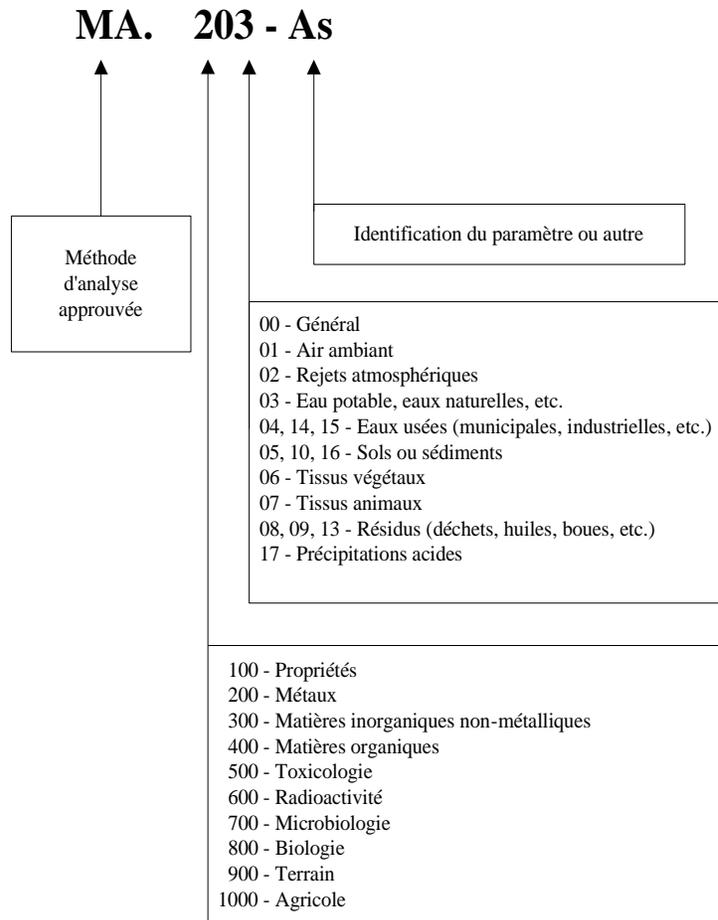
Méthode d'analyse



MA. 100 – Gran. 2.0

Détermination de la granulométrie

Comment fonctionne la codification?



Note – Les méthodes publiées avant le 14 janvier 2014 ont deux chiffres à la fin de la codification de la méthode (ex. : MA. 203 – As 3.4). Le premier chiffre désigne le numéro de la méthode (3) et le deuxième chiffre désigne le numéro de l'édition (4).

Référence à citer :

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC.
Détermination de la granulométrie, MA. 100 – Gran. 2.0, rév. 1, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques du Québec, 2015, 11 p.

Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec
2700, rue Einstein, bureau E.2.220
Québec (Québec) G1P 3W8

Téléphone : 418 643-1301
Télécopieur : 418 528-1091
Courriel : ceaeq@mddelcc.gouv.qc.ca

© Gouvernement du Québec, 2015

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	5
1. DOMAINE D'APPLICATION	5
2. PRINCIPE ET THÉORIE	5
3. INTERFÉRENCE	5
4. PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION	6
5. APPAREILLAGE	6
6. RÉACTIFS ET ÉTALONS	6
7. PROTOCOLE D'ANALYSE	7
7.1. Préparation de l'échantillon	7
7.2. Dosage	7
7.2.1. Méthode par tamis	7
7.2.2. Méthode hydrométrique	8
7.3. Préparation spéciale de la verrerie	9
8. CALCUL ET EXPRESSION DES RÉSULTATS	10
8.1. Méthode par tamis	10
8.2. Méthode hydrométrique	10
9. CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ	11
10. BIBLIOGRAPHIE	11

INTRODUCTION

L'analyse granulométrique d'un sol consiste à déterminer la proportion des diverses classes de grosseur des particules. Il n'existe pas de méthode parfaite pour déterminer la granulométrie; l'exactitude de la méthode dépend de la nature du sol et, plus précisément, de la forme géométrique des particules et du pourcentage des matières organiques qu'elles renferment.

L'étude granulométrique des particules permet de déterminer la surface spécifique (m^2/g) du sol, ce qui permet d'estimer sa capacité d'adsorption des métaux et des substances organiques. Elle permet aussi d'estimer la quantité de matières en suspension et la quantité de matières sédimentées lorsque des travaux de dragage sont effectués.

1. DOMAINE D'APPLICATION

Cette méthode est utilisée pour déterminer la granulométrie dans les sols, les sédiments et les déchets solides.

Le domaine d'application se situe entre 0 μm et 2 360 μm .

2. PRINCIPE ET THÉORIE

Méthode par tamis : Une portion d'échantillon est séchée et séparée par vibration sur une série de tamis superposés. Par la suite, le contenu de chaque tamis est pesé et la fraction d'échantillon recueillie par tamis est rapportée sur la quantité d'échantillon totale.

Méthode hydrométrique : Une portion d'échantillon séchée est mélangée à un volume d'eau contenant un agent dispersant, lequel est ensuite introduit dans un cylindre. La densité du mélange est mesurée à l'aide d'un hydromètre à divers intervalles de temps. La densité obtenue en fonction du temps de sédimentation permet d'obtenir la portion d'échantillon ayant une granulométrie inférieure à 75 μm . Après la mesure finale, l'échantillon est passé à travers une série de tamis pour déterminer la granulométrie supérieure à 75 μm .

3. INTERFÉRENCE

Les particules agglomérées pendant le séchage, et qui ne se fragmentent pas lors du tamisage, faussent les proportions.

La méthode hydrométrique tient compte de deux hypothèses : les particules sont sphériques et la densité est de 2,65 g/cm^3 . Ainsi, tout écart par rapport aux hypothèses affecte l'exactitude des résultats.

4. PRÉLÈVEMENT ET CONSERVATION

Les échantillons doivent être conservés (en fonction de la matrice et du règlement) selon les recommandations décrites à la section *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale* du site Web du CEAEQ.

Prélever un échantillon représentatif dans un contenant de plastique ou de verre.

Conserver à l'obscurité à environ 4 °C. Le délai de conservation entre le prélèvement et l'analyse ne doit pas excéder 6 mois.

5. APPAREILLAGE

- 5.1. Balance analytique dont la sensibilité est de 0,01 g
- 5.2. Tamis en métal de porosité de 325 mesh (45 µm), de 250 mesh (63 µm), de 140 mesh (106 µm), de 100 mesh (150 µm), de 80 mesh (180 µm), de 35 mesh (500 µm), de 18 mesh (1,00 mm), de 9 mesh (2,00 mm) et de 8 mesh (2,36 mm)
- 5.3. Agitateur mécanique avec marteau
- 5.4. Étuve à 105 °C ± 5 °C
- 5.5. Fournaise à moufle à une température de 550 °C ± 50 °C
- 5.6. Dessiccateur
- 5.7. Hydromètre, ASTM – n°152H, avec échelle Bouyoucos graduée en g/l
- 5.8. Chronomètre
- 5.9. Cylindre gradué de 1 000 ml dont le diamètre intérieur est d'environ 6,0 cm
- 5.10. Contenant de plastique de 500 ou 1 000 ml avec couvercle vissant
- 5.11. Plaque chauffante
- 5.12. Un agitateur mécanique (environ 180 oscillations par minute)
- 5.13. Thermomètre

6. RÉACTIFS ET ÉTALONS

- 6.1. Acide acétique glacial, CH₃COOH glacial (CAS n° 64-19-7)
- 6.2. Carbonate de sodium, Na₂CO₃ (CAS n° 497-19-8)

- 6.3. Anti-mousse-B
- 6.4. Hexamétaphosphate de sodium, $\text{Na}_6(\text{PO}_3)_6$ (CAS n° 10124-56-8)
- 6.5. Peroxyde d'hydrogène, H_2O_2 30 % V/V (CAS n° 7722-84-1)
- 6.6. Solution dispersante

Peser précisément environ 50,0 g de $\text{Na}_6(\text{PO}_3)_6$ (cf. 6.4) et 5,0 g de Na_2CO_3 (cf. 6.2) et dissoudre dans environ 800 ml d'eau. Compléter à 1 000 ml avec de l'eau.

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 pour s'assurer d'une fréquence d'insertion adéquate en ce qui concerne les éléments de contrôle et d'assurance de la qualité (duplicata). Tous ces éléments d'assurance et de contrôle de la qualité suivent les mêmes étapes du protocole analytique que les échantillons.

7.1. PRÉPARATION DE L'ÉCHANTILLON

- Faire sécher à 105 °C pendant une nuit environ 800 g d'échantillon.
- Laisser refroidir au dessiccateur (minimum de 4 heures).
- Dans le cas de la méthode hydrométrique, tamiser environ 100 g de l'échantillon séché sur un tamis de 9 mesh (2,0 mm). Déterminer le pourcentage de matière organique par une **calcination** à 550 °C (voir méthode MA. 100 – S.T. 1.1) sur une fraction de l'échantillon séché dont la granulométrie est inférieure à 2 mm.

7.2. DOSAGE

7.2.1. Méthode par tamis

- Peser tous les tamis et la base.
- Monter la série de tamis en commençant par le bas dans la séquence suivante : base, tamis de 325 mesh (45 μm), de 250 mesh (63 μm), de 140 mesh (106 μm), de 100 mesh (150 μm), de 80 mesh (180 μm), de 35 mesh (500 μm), de 9 mesh (2,00 mm) et de 8 mesh (2,36 mm).
- Peser de 500 à 600 g d'échantillon sec, noter le poids et transférer l'échantillon dans le tamis de 8 mesh (2,36 mm) et fermer le couvercle.
- Placer le montage sur l'agitateur mécanique **avec marteau** et fixer solidement.

- Agiter pendant 15 minutes.
- Retirer le montage et le défaire.
- Peser chacun des tamis et la base contenant une fraction de l'échantillon.

7.2.2. Méthode hydrométrique

NOTE – Si l'échantillon contient plus de 5 % de matière organique ou qu'il peut contenir des carbonates, procéder à la destruction de la matière organique et des carbonates tel qu'indiqué à la section 7.2.2.1. Si l'échantillon contient moins de 5 % de matière organique, procéder à la mesure granulométrique tel qu'indiqué à la section 7.2.2.2.

7.2.2.1. Destruction de la matière organique et des carbonates

- Dans un bécher de 1000 ml, peser précisément environ 40,0 g d'échantillon sec de granulométrie inférieur à 2 mm.
- Ajouter 10 ml d'acide acétique (*cf.* 6.1) pour détruire les carbonates.
- Ajouter 20 ml de peroxyde d'hydrogène 30 % (*cf.* 6.5).
- Chauffer légèrement la solution sur une plaque chauffante tout en agitant pour démarrer la réaction. La retirer au besoin pour contrôler le dégagement gazeux.
- Attendre la fin de la réaction et ajouter 10 ml de peroxyde d'hydrogène (*cf.* 6.5). Chauffer légèrement en s'assurant de bien contrôler la réaction.
- Répéter l'étape précédente jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence ou jusqu'à un ajout total de 70 ml de peroxyde d'hydrogène 30 %. Chauffer jusqu'à la fin de la réaction.
- Retirer de la plaque chauffante et laisser refroidir. Procéder à la mesure granulométrique (section 7.2.2.2).

7.2.2.2. Mesure granulométrique

- Dans un contenant de plastique d'au moins 500 ml à bouchon vissant, peser précisément environ 40,0 g d'échantillon sec de granulométrie inférieur à 2 mm ou transvider quantitativement les 40,0 g d'échantillon traité pour la matière organique de la section 7.2.2.1.
- Ajouter 100 ml de la solution dispersante (*cf.* 6.6). Ajouter de l'eau pour obtenir un volume total d'environ 400 ml et 10 gouttes d'anti-mousse B (*cf.* 6.3).
- Fermer le couvercle et placer le contenant en position couchée sur l'agitateur horizontal. Agiter à environ 180 agitations/minute pendant une nuit.

- Retirer le contenant, transvider le contenu dans un cylindre de 1 000 ml et rincer le contenant avec de l'eau. Compléter à environ 970 ml avec de l'eau.
- Préparer un témoin contenant 100 ml de solution dispersante (cf. 6.6), 870 ml d'eau et 10 gouttes d'anti-mousse B (cf. 6.6).
- Immerger lentement l'hydromètre dans le témoin, laisser stabiliser et noter la lecture. Retirer l'hydromètre et le rincer à part.
- Fermer le cylindre avec un papier de paraffine et agiter par un mouvement d'inversion pendant 30 secondes en prenant soin de bien décoller le sol au fond du cylindre.
- Déposer le cylindre et noter l'heure. Ajouter 1 ou 2 gouttes d'anti-mousse B (cf. 6.3) au besoin.
- Immerger lentement l'hydromètre dans l'échantillon, laisser stabiliser et noter la lecture.
- Prendre une lecture après 30 secondes, 1 minute, 5 minutes, 30 minutes, 2 heures et 24 heures. Retirer doucement l'hydromètre après la troisième lecture, le rincer et l'essuyer.
- Après la lecture de l'hydromètre à 5 minutes, noter la température de l'échantillon.
- Lors de la quatrième lecture et des lectures subséquentes, introduire l'hydromètre environ une minute avant le temps déterminé. Retirer l'hydromètre et le nettoyer après chaque lecture.
- Lorsque toutes les mesures à l'hydromètre sont prises, procéder au tamisage du contenu du cylindre sur des tamis prépesés de 18 mesh (1 mm), de 35 mesh (500 µm) et de 100 mesh (150 µm).
- Rincer le cylindre et les tamis à l'eau jusqu'à ce que l'eau de rinçage soit claire.
- Sécher les tamis à 105 °C pendant une nuit. Placer les tamis au dessiccateur pendant au moins 4 heures et repeser les tamis.

7.3. PRÉPARATION SPÉCIALE DE LA VERRERIE

Aucun soin autre que le lavage et le séchage de la verrerie et des tamis n'est nécessaire pour la détermination de la granulométrie.

8. CALCUL ET EXPRESSION DES RÉSULTATS

8.1. MÉTHODE PAR TAMIS

Les résultats sont exprimés en % pour chaque fraction obtenue, selon l'équation suivante :

$$C = \frac{A - B}{D} \times 100$$

où

- C : fraction de l'échantillon sur un tamis (%);
- A : poids du tamis avec fraction (g);
- B : poids du tamis vide (g);
- D : poids d'échantillon total utilisé (g).

8.2. MÉTHODE HYDROMÉTRIQUE

Le diamètre des particules qui demeurent en suspension après un temps de sédimentation est déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$D = \frac{\theta \times F}{\sqrt{t}}$$

où

- D : diamètre des particules en suspension (μm);
- θ : paramètre de sédimentation (μm);
- F : facteur de correction pour la température;
- t : temps de sédimentation (minute).

La valeur du paramètre de sédimentation θ est déterminée à partir de la lecture de l'hydromètre (g/l) selon l'équation suivante :

$$\theta = -0,2557 \times R + 49,213$$

où

- θ : paramètre de sédimentation (μm);
- R : lecture de l'hydromètre (g/l).

Le pourcentage en poids des particules en suspension est déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$\%P = \frac{(R - R_t) \times 100 \times 100}{E \times (100 - P_{375})}$$

où

- %P: pourcentage des particules en suspension (%);
- R : lecture de l'hydromètre (g/l);
- R_t : lecture de l'hydromètre du témoin (g/l);
- E : poids d'échantillon (g);
- P_{375} : perte au feu à 375 (%).

Le calcul des pourcentages de poids de sable retenu sur chacun des tamis est déterminé à l'aide de l'équation suivante :

$$\%S = \frac{S \times 100 \times 100}{E \times (100 - P_{375})}$$

où

- %S: pourcentage de sable retenu (%);
- S : poids du sable sur le tamis (g/l);
- E : poids d'échantillon (g);
- P₃₇₅ : perte au feu à 375 (%).

9. CRITÈRES D'ACCEPTABILITÉ

Les critères d'acceptabilité sont appliqués comme suit :

- Pour la méthode par tamis, la somme du solide contenu sur tous les tamis et dans la base doit représenter entre 98 % et 102 % du poids de solide pesé initialement pour l'essai.

10. BIBLIOGRAPHIE

BUREAU DE NORMALISATION DU QUÉBEC. *Sols – Analyse granulométrique des sols inorganiques*, BNQ 2501-025, Ministère de l'Industrie et du Commerce, 1987, 23 p.

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyse environnementale*, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec.

[<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/documents/publications/echantillonnage.htm>]

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]

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Protocole pour la validation d'une méthode d'analyse en chimie*, DR-12-VMC, Québec, 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]

CENTRE D'EXPERTISE EN ANALYSE ENVIRONNEMENTALE DU QUÉBEC. *Détermination des solides totaux et des solides totaux volatils : méthode gravimétrique*, MA. 100 – S.T. 1.1, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec, Édition courante. [<http://www.ceaeq.gouv.qc.ca/methodes/pdf/MA100ST11.pdf>]

CONSEIL DES PRODUCTIONS VÉGÉTALES DU QUÉBEC. *Méthodes d'analyse des sols, des fumiers et des tissus végétaux*, Agdex 533, Méthode GR-1, 2^e mise à jour, 1997, 74 p.