



Minerais de manganèse — Dosage du soufre — Méthodes gravimétriques à l'état de sulfate de baryum et méthode titrimétrique à l'état de dioxyde de soufre après calcination

Manganese ores — Determination of sulphur content — Barium sulphate gravimetric methods and sulphur dioxide titrimetric method after combustion

Deuxième édition — 1981-12-15

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 320:1981](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/094476b3-6b7-4644-923a-d9963fa3d683/iso-320-1981)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/094476b3-6b7-4644-923a-d9963fa3d683/iso-320-1981>

CDU 553.32 : 543.21 : 543.242 : 546.22

Réf. n° : ISO 320-1981 (F)

Descripteurs : minerai de manganèse, analyse chimique, soufre, méthode gravimétrique, méthode par combustion.

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 320 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 65, *Minerais de manganèse et de chrome*.

Cette deuxième édition fut soumise directement au Conseil de l'ISO, conformément au paragraphe 5.10.1 de la partie 1 des Directives pour les travaux techniques de l'ISO. Elle annule et remplace la première édition (ISO 320-1975), qui avait été approuvée par les comités membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Pologne
Allemagne, R. F.	Hongrie	Portugal
Autriche	Inde	Roumanie
Bulgarie	Irlande	Royaume-Uni
Chili	Italie	Tchécoslovaquie
Espagne	Japon	URSS
Finlande	Pays-Bas	

Aucun comité membre ne l'avait désapprouvée.

Minerais de manganèse — Dosage du soufre — Méthodes gravimétriques à l'état de sulfate de baryum et méthode titrimétrique à l'état de dioxyde de soufre après calcination

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie trois méthodes de dosage du soufre dans les minerais de manganèse, à savoir :

- **Méthodes I et II** : méthodes gravimétriques à l'état de sulfate de baryum applicables aux minerais de manganèse dont la teneur en soufre est supérieure à 0,01 % (*m/m*);
- **Méthode III** : méthode titrimétrique à l'état de dioxyde de soufre après calcination.

La présente Norme internationale devra être lue conjointement avec l'ISO 4297.

2 Références

ISO 4296/1, *Minerais de manganèse — Échantillonnage — Partie 1 : Échantillonnage par prélèvements.*¹⁾

ISO 4296/2, *Minerais de manganèse — Échantillonnage — Partie 2 : Préparation des échantillons.*¹⁾

ISO 4297, *Minerais et concentrés de manganèse — Méthodes d'analyse chimique — Instructions générales.*

3 Méthode I : Méthode gravimétrique (première variante)

3.1 Principe

Conversion de tout le soufre contenu dans une prise d'essai du minerai (surtout sous forme de pyrites et de barytes) en sulfate de sodium, par fusion du minerai avec le carbonate de sodium en présence d'un agent oxydant à une température de 800 à 900 °C. Extraction du culot de fusion par l'eau, suivie d'une filtration pour séparer les anions sulfates des autres éléments parmi lesquels se trouvent également ceux qui gênent le dosage. Précipitation des anions sulfates contenus dans le filtrat par le chlorure de baryum et dosage du soufre à l'état de sulfate de baryum.

3.2 Réactifs

3.2.1 Carbonate de sodium, anhydre.

3.2.2 Peroxyde de sodium.

3.2.3 Mélange fondant, constitué par 30 g de carbonate de sodium anhydre, 25 g d'oxyde de magnésium et 2 g de chlorate de potassium. Broyer d'abord finement dans un mortier en porcelaine le chlorate de potassium avec un peu de carbonate de sodium anhydre (3.2.1). Ajouter ensuite le reste du carbonate de sodium et l'oxyde de magnésium, après quoi mélanger le tout avec soin.

3.2.4 Éthanol.

3.2.5 Carbonate de sodium, solution à 10 g/l.

3.2.6 Acide chlorhydrique, dilué 1 + 1.

3.2.7 Chlorure de baryum, solution à 100 g/l.

3.2.8 Solution de lavage.

Ajouter 10 ml de la solution de chlorure de baryum (3.2.7) à 10 ml de la solution d'acide chlorhydrique (3.2.6) et diluer à 1 litre avec de l'eau.

3.2.9 Nitrate d'argent, solution à 1 g/l.

3.2.10 Indicateur au rouge de méthyle, solution alcoolique à 1 g/l.

3.3 Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et

3.3.1 Creusets en platine (pour le mode opératoire A) ou

1) Actuellement au stade de projet.

3.3.2 Creusets en nickel (pour le mode opératoire B).

3.3.3 Four à moufle.

3.4 Échantillon

Pour l'échantillonnage des minerais de manganèse, voir ISO 4296/1. Pour la préparation des échantillons, voir ISO 4296/2.

Utiliser un échantillon pour analyse, d'une granulométrie inférieure à 100 µm obtenue par broyage (contrôlée à l'aide d'un tamis de dimension d'ouverture appropriée), et ayant été séché à l'air dans les conditions du laboratoire.

3.5 Mode opératoire

3.5.1 Prise d'essai

Peser 3 à 5 g de l'échantillon pour analyse.

3.5.2 Dosage

3.5.2.1 Mode opératoire A

3.5.2.1.1 Introduire la prise d'essai (3.5.1) dans un creuset en platine (3.3.1), ajouter 4 à 7 g de mélange fondant (3.2.3) et mélanger le tout avec soin. Mettre le creuset dans le four à moufle (3.3.3) et chauffer jusqu'à une température de 800 à 900 °C durant 20 à 30 min.

Refroidir, mettre le creuset dans un bécher de 300 ml et extraire le culot de fusion par 75 à 100 ml d'eau chaude (60 à 70 °). Chauffer jusqu'à décomposition complète, retirer le creuset du bécher et le rincer avec de l'eau.

3.5.2.1.2 Si la solution est teintée en vert par la présence d'anions manganates, réduire ces derniers en ajoutant quelques gouttes d'éthanol (3.2.4) et chauffer jusqu'à disparition complète de la coloration.

3.5.2.1.3 Filtrer la solution chaude sur un papier filtre sans cendres en recueillant le filtrat dans un bécher de 500 ml, en laissant la majeure partie du résidu dans le bécher où a eu lieu l'extraction.

3.5.2.1.4 Verser, dans le bécher contenant le résidu, 50 ml de la solution de carbonate de sodium (3.2.5) chaude (60 à 70 °C), faire bouillir durant 5 à 10 min et filtrer sur le même papier filtre. Répéter cette opération deux ou trois fois. Transférer le résidu dans le bécher sur le filtre et laver quatre fois avec de la solution de carbonate de sodium chaude. Neutraliser avec précaution le filtrat, dont le volume doit être d'environ 250 à 300 ml, avec de la solution d'acide chlorhydrique (3.2.6) en présence de la solution de rouge de méthyle (3.2.10), après quoi ajouter un excès de 1 à 1,5 ml de la même solution d'acide.

3.5.2.1.5 Porter la solution au point d'ébullition, puis ajouter goutte à goutte, en agitant, 10 à 15 ml de la solution de chlo-

rure de baryum (3.2.7) chaude (60 à 70 °C). Maintenir à douce ébullition jusqu'à réduire le volume de liquide de 150 à 200 ml. Laisser reposer le précipité de sulfate de baryum durant 12 h.

3.5.2.1.6 Filtrer et recueillir le précipité sur un filtre à texture serrée, contenant une petite quantité de pâte à papier et laver le précipité dans le bécher à l'aide d'un jet de la solution de lavage (3.2.8) froide.

Laver le précipité sur le filtre trois ou quatre fois avec de la solution de lavage, puis avec de l'eau tiède (40 à 50 °C) jusqu'à l'élimination complète des anions chlorures [vérification avec la solution de nitrate d'argent (3.2.9)].

3.5.2.1.7 Introduire le filtre avec le précipité de sulfate de baryum dans un creuset en platine ou en porcelaine préalablement taré, et sécher. Incinérer avec précaution et chauffer à une température de 600 à 700 °C durant 30 min. Laisser refroidir le creuset avec le résidu dans un dessiccateur, puis le peser.

3.5.2.2 Mode opératoire B

3.5.2.2.1 Introduire la prise d'essai (3.5.1) dans un creuset en nickel (3.3.2), ajouter 3 à 5 g de carbonate de sodium (3.2.1) et 3 à 5 g de peroxyde de sodium (3.2.2), et mélanger avec soin.

3.5.2.2.2 Mettre le creuset dans le four à moufle (3.3.3) et incinérer à une température de 550 à 600 °C durant 20 à 30 min. Refroidir, mettre le creuset dans un bécher de 500 ml contenant 100 à 150 ml d'eau et chauffer jusqu'à décomposition complète du culot de fusion. Retirer le creuset et le rincer avec précaution avec de l'eau chaude (60 à 70 °C) au-dessus du bécher.

Effectuer les opérations suivantes (à partir de la réaction de réduction du manganate par l'éthanol) conformément au mode opératoire A (3.5.2.1.2 à 3.5.2.1.7).

3.6 Expression des résultats

3.6.1 Mode de calcul

La teneur en soufre (S), exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule

$$\frac{m_1 \times 0,1374 \times 100}{m_0} \times K$$

où

m_0 est la masse, en grammes, de la prise d'essai;

m_1 est la masse, en grammes, du précipité de sulfate de baryum;

K est le facteur de conversion pour l'expression de la teneur à sec en soufre;

0,1374 est le facteur de conversion du sulfate de baryum en soufre.

3.6.2 Tolérances admissibles sur les résultats des dosages en double

Teneur en soufre, % (m/m)		Tolérance admissible, % (m/m)
de	à	
0,010	0,030	0,001
0,030	0,050	0,002
0,050	0,100	0,003
0,100	0,200	0,006

4 Méthode II : Méthode gravimétrique (seconde variante)

4.1 Principe

Dissolution d'une prise d'essai dans l'acide chlorhydrique en présence de chlorate de potassium. Précipitation des anions sulfate en sulfate de baryum.

4.2 Réactifs

- 4.2.1 Chlorate de potassium.
- 4.2.2 Carbonate de sodium, anhydre.
- 4.2.3 Acide chlorhydrique, ρ 1,19 g/ml.
- 4.2.4 Acide chlorhydrique, dilué 1 + 1.
- 4.2.5 Acide fluorhydrique, solution à 40 % (m/m).
- 4.2.6 Acide nitrique, ρ 1,40 g/ml.
- 4.2.7 Chlorure de baryum, solution à 100 g/l.
- 4.2.8 Nitrate de baryum, solution à 10 g/l.
- 4.2.9 Carbonate de sodium, solution à 10 g/l.
- 4.2.10 Solution de lavage.
- Ajouter 10 ml d'acide chlorhydrique (4.2.3) à 10 ml de la solution de chlorure de baryum (4.2.7) et diluer à 1 litre avec de l'eau.
- 4.2.11 Nitrate d'argent, solution à 1 g/l.
- 4.2.12 Indicateur au rouge de méthyle, solution alcoolique à 1 g/l.

4.3 Appareillage

Matériel courant de laboratoire, et

4.3.1 Plaque chauffante ou bain d'eau.

4.3.2 Creusets en platine.

4.4 Échantillon

Pour l'échantillonnage des minerais de manganèse, voir ISO 4296/1. Pour la préparation des échantillons, voir ISO 4296/2.

Utiliser un échantillon pour analyse, d'une granulométrie inférieure à 100 μm obtenue par broyage (contrôlée à l'aide d'un tamis de dimensions d'ouverture appropriée), et ayant été séché à l'air dans les conditions du laboratoire.

4.5 Mode opératoire

4.5.1 Prise d'essai

Peser 2 à 5 g de l'échantillon pour analyse dans un bécher de 300 ml.

4.5.2 Dosage

4.5.2.1 Ajouter 1 à 2 g de chlorate de potassium (4.2.1) à la prise d'essai (4.5.1) contenue dans le bécher et dissoudre le mélange dans 20 à 30 ml d'acide chlorhydrique (4.2.3), en chauffant modérément.

4.5.2.2 Lorsque la prise d'essai est dissoute, ajouter 3 à 5 ml de la solution de chlorure de baryum (4.2.7) et évaporer le liquide jusqu'à siccité.

4.5.2.3 Humecter le résidu sec par 4 à 5 ml de la solution d'acide chlorhydrique (4.2.4), le chauffer modérément sur une plaque chauffante (4.3.1) (ou dans un bain-marie) durant 5 à 10 min et ajouter 150 à 200 ml d'eau chaude (60 à 70 °C). Lorsque les sels sont dissous, filtrer le résidu sur un filtre à texture serrée.

Laver le résidu avec de la solution de lavage (4.2.10). Introduire le filtre avec le résidu dans un creuset en platine (4.3.2), humecter le contenu du creuset par 5 à 10 gouttes de la solution de nitrate de baryum (4.2.8) et incinérer avec précaution à une température de 500 à 600 °C. Humecter le résidu calciné et refroidi par 10 à 12 gouttes d'acide nitrique (4.2.6), ajouter 10 à 15 ml de la solution d'acide fluorhydrique (4.2.5), évaporer jusqu'à siccité et chauffer à une température de 500 à 600 °C.

4.5.2.4 Faire fondre le résidu dans le creuset avec 3 à 4 g de carbonate de sodium (4.2.2) à une température de 950 à 1 000 °C. Mettre le creuset contenant le culot de fusion dans un bécher de 150 ml et extraire le culot de fusion par 50 ml d'eau chaude (60 à 70 °C), en chauffant. Filtrer la solution sur un filtre à texture moyenne en recueillant le filtrat dans un bécher de 300 à 400 ml, puis laver avec soin le bécher et le filtre huit à dix fois avec de la solution de carbonate de sodium (4.2.9) chaude (60 à 70 °C).

4.5.2.5 Rejeter le filtre avec le résidu et neutraliser avec précaution le filtrat, dont le volume doit être d'environ 300 ml,

avec de l'acide chlorhydrique (4.2.3) en présence de rouge de méthyle (4.2.12), après quoi ajouter un excès de 1 ml du même acide, puis porter la solution au point d'ébullition.

À la solution en ébullition, ajouter goutte à goutte, en agitant continuellement, 10 à 15 ml de la solution de chlorure de baryum (4.2.7) chaude (60 à 70 °C).

Couvrir le bécher d'un verre de montre et maintenir à douce ébullition durant 10 min. Retirer le bécher de la plaque chauffante et le laisser reposer durant 12 h.

Filter et recueillir le précipité sur un filtre à texture serrée, le laver cinq ou six fois avec de la solution de lavage (4.2.10), puis avec de l'eau tiède (40 à 50 °C) jusqu'à l'élimination complète des anions chlorures [vérification avec la solution de nitrate d'argent (4.2.11)].

4.5.2.6 Introduire le filtre avec le précipité de sulfate de baryum dans un creuset en platine ou en porcelaine préalablement séché et taré. Incinérer avec précaution et chauffer à une température de 600 à 700 °C. Laisser refroidir le creuset avec le résidu dans un dessiccateur, puis le peser.

4.6 Expression des résultats

4.6.1 Mode de calcul

La teneur en soufre (S), exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule

$$\frac{m_1 \times 0,1374 \times 100}{m_0} \times K$$

où

m_0 est la masse, en grammes, de la prise d'essai;

m_1 est la masse, en grammes, du précipité de sulfate de baryum;

K est le facteur de conversion pour l'expression de la teneur à sec en soufre;

0,1374 est le facteur de conversion du sulfate de baryum en soufre.

4.6.2 Tolérances admissibles sur les résultats des dosages en double

Teneur en soufre, % (m/m)		Tolérance admissible, % (m/m)
de	à	
0,010	0,030	0,001
0,030	0,050	0,002
0,050	0,100	0,003
0,100	0,200	0,006

5 Méthode III : Méthode titrimétrique à l'état de dioxyde de soufre après calcination

5.1 Principe

Calcination d'une prise d'essai dans un courant d'oxygène à une température de 1 350 à 1 400 °C ou dans un courant de dioxyde de carbone à une température de 1 200 à 1 250 °C, le soufre se dégageant alors sous forme de dioxyde de soufre (SO₂) qui est entraîné par le courant d'oxygène ou de dioxyde de carbone dans un récipient absorbeur contenant de l'eau. Titration de l'acide sulfurique formé par réaction d'une solution titrée d'iode, en présence d'empois d'amidon comme indicateur.

5.2 Réactifs

5.2.1 Chlorure de calcium, anhydre, en granules.

5.2.2 Hydroxyde de potassium, en pastilles.

5.2.3 Hydroxyde de potassium, solution à 300 g/l.

5.2.4 Acide sulfurique, ρ 1,84 g/ml.

5.2.5 Iode, solution titrée, c(1/2 I₂) = 0,005 mol/l.

5.2.5.1 Préparation de la solution

Déposer 0,635 g d'iode en paillettes et 1,3 g d'iodure de potassium dans un bécher de 100 ml et dissoudre dans 50 ml d'eau. Diluer la solution à 1 000 ml avec de l'eau.

5.2.5.2 Étalonnage de la solution

Prélever trois prises d'essai dans un échantillon type de minerai de manganèse dont la teneur donnée en soufre est voisine de celle de l'échantillon à analyser et leur faire subir toutes les étapes de l'analyse (voir 5.5.2).

Le titre de la solution d'iode est donné par la formule

$$T = \frac{B \times m}{V \times 100}$$

où

T est le titre de la solution d'iode, exprimé en grammes de soufre correspondant à 1 ml de solution;

B est la teneur en soufre, exprimée en pourcentage en masse, de l'échantillon type de minerai de manganèse;

m est la masse, en grammes, de la prise d'essai de l'échantillon type;

V est le volume, en millilitres, de la solution d'iode utilisé.

Adopter, comme titre, la moyenne des trois résultats.

5.2.6 Empois d'amidon, indicateur, solution à 5 g/l.

Triturer 0,5 g d'empois d'amidon soluble dans un mortier, mélanger à 20 ml d'eau et verser en un mince filet dans un récipient contenant 80 ml d'eau en ébullition.

5.3 Appareillage

L'appareillage doit être réalisé comme le montre la figure.

L'oxygène (ou le dioxyde de carbone) nécessaire au dosage passe de la bouteille (A) par le manodétendeur (B) aux flacons de lavage (C) et (D) contenant respectivement de la solution d'hydroxyde de potassium (5.2.3) et de l'acide sulfurique (5.2.4), puis dans la colonne à dessécher (E) contenant des pastilles d'hydroxyde de potassium (5.2.2) dans sa partie inférieure et des granules de chlorure de calcium (5.2.1) sec dans sa partie supérieure et fermée par un tampon de laine de verre.

Si la prise d'essai est chauffée dans un courant de dioxyde de carbone, on se dispense d'utiliser les flacons de lavage (C) et (D) et on remplit la colonne à dessécher (E) de perchlorate de magnésium anhydre ou de chlorure de calcium (5.2.1).

L'oxygène purifié et sec passe par un tuyau en caoutchouc dans le tube à combustion en porcelaine (F), de 19 à 20 mm de diamètre, traversant le four électrique (G).

Les produits gazeux de combustion avec l'excès d'oxygène ou de dioxyde de carbone sortent du tube à combustion (F) par le tube à dégagement (H) et sont admis dans le récipient absorbeur (I), de 250 mm de hauteur et de 30 mm de diamètre, qui est à moitié rempli de solution d'empois d'amidon (5.2.6) colorée en bleu pâle par l'iode. Un récipient absorbeur (J) identique, placé à côté et garni de la même solution, sert de témoin.

Au-dessus de l'absorbeur, placer la burette (K) contenant de la solution d'iode (5.2.5).

Le four électrique (G) à éléments chauffants en silite [carbure de silicium (Si_2NC_2)] est branché au secteur de courant alternatif à l'aide du transformateur (L) muni d'un thermorégulateur.

Pour éviter l'échauffement des extrémités du tube (F) en porcelaine, couvrir les surfaces avant et arrière du four d'une plaque d'amiante (N). Les extrémités du tube en porcelaine doivent dépasser du four de 150 à 200 mm. Les extrémités du tube en porcelaine doivent être refroidies à l'extérieur par des bandes de coton humectées au niveau des bouchons.

5.4 Échantillon

Pour l'échantillonnage des minerais de manganèse, voir ISO 4296/1. Pour la préparation des échantillons, voir ISO 4296/2.

Utiliser un échantillon pour analyse, d'une granulométrie inférieure à 100 μm obtenue par broyage (contrôlée à l'aide d'un

tamis de dimension d'ouverture appropriée), et ayant été séché à l'air dans les conditions du laboratoire.

5.5 Mode opératoire

5.5.1 Prise d'essai

Peser, dans une nacelle en porcelaine préalablement tarée et chauffée dans un courant d'oxygène à une température de 1 350 à 1 400 °C ou dans un courant de dioxyde de carbone à une température de 1 200 à 1 250 °C, une masse de l'échantillon pour analyse dépendant de sa teneur en soufre de la façon suivante :

jusqu'à 0,02 % de soufre : 1,0 g
0,02 % et plus de soufre : 0,5 g

5.5.2 Dosage

5.5.2.1 Avant la calcination, vérifier l'étanchéité de l'installation vis-à-vis des gaz.

5.5.2.2 Remplir le récipient absorbeur (I) et le récipient servant de témoin (J) jusqu'à mi-volume de solution d'empois d'amidon (5.2.6) colorée en bleu pâle par la solution d'iode (5.2.5).

5.5.2.3 Mettre la nacelle contenant la prise d'essai (5.5.1) dans le tube en porcelaine à l'endroit le plus chaud du four. Boucher rapidement le tube et y faire passer un courant d'oxygène (ou de dioxyde de carbone) à un débit de 4 l/min. Lorsque le dioxyde de soufre, pénétrant du four dans le récipient absorbeur, commence à décolorer la couche inférieure du liquide, ajouter goutte à goutte de la solution d'iode (5.2.5) contenue dans la burette (K), à un débit tel que la coloration bleu pâle soit maintenue tout le temps. La calcination de la prise d'essai est considérée comme terminée lorsque la coloration bleu pâle de la solution dans le récipient absorbeur, pendant le passage continu du courant d'oxygène (ou de dioxyde de carbone), persiste durant 2 min, sans nouvelle addition de solution d'iode.

5.6 Expression des résultats

5.6.1 Mode de calcul

La teneur en soufre (S), exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule

$$\frac{T(V_2 - V_1) \times 100}{m_0} \times K$$

où

T est le titre de la solution d'iode (voir 5.2.5.2);

V_1 est le volume, en millilitres, de la solution d'iode, utilisé pour l'essai à blanc;

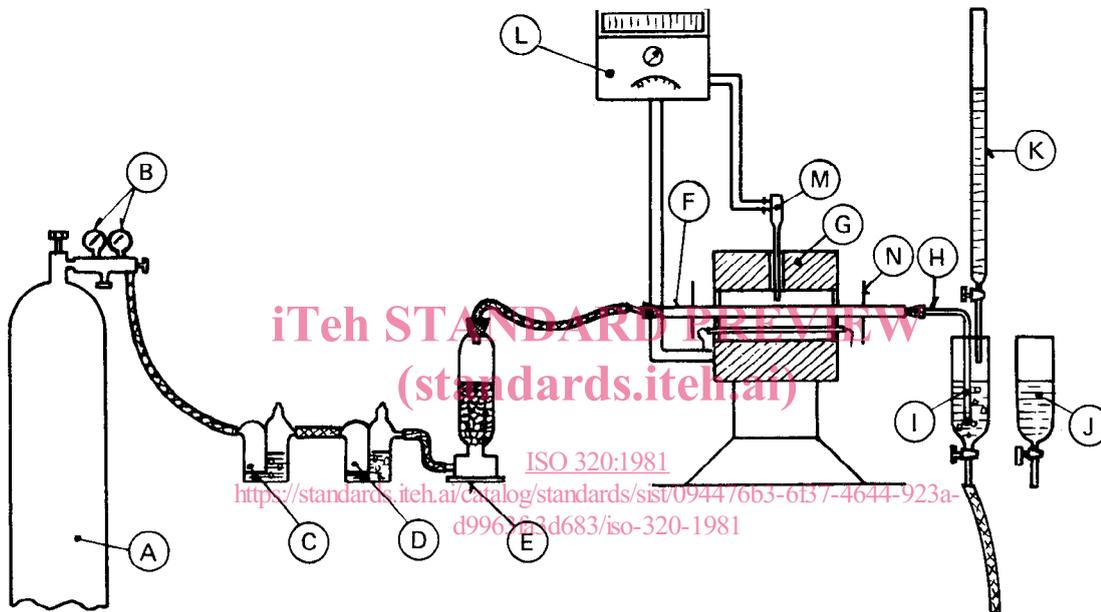
V_2 est le volume, en millilitres, de la solution d'iode, utilisé pour le dosage;

m_0 est la masse, en grammes, de la prise d'essai;

K est le facteur de conversion pour l'expression de la teneur à sec en soufre.

5.6.2 Tolérances admissibles sur les résultats des dosages en double

Teneur en soufre, % (m/m)		Tolérance admissible, % (m/m)
de	à	
0,010	0,030	0,001
0,030	0,050	0,002
0,050	0,100	0,003
0,100	0,200	0,006



- A Bouteille d'oxygène (ou de dioxyde de carbone)
- B Manodétendeur
- C Flacon de lavage contenant de la solution d'hydroxyde de potassium (5.2.3)
- D Flacon de lavage contenant de l'acide sulfurique (5.2.4)
- E Colonne à dessécher contenant de l'hydroxyde de potassium (5.2.2) et du chlorure de calcium (5.2.1)
- F Tube à combustion en porcelaine
- G Four électrique à éléments chauffants en silite

- H Tube à dégagement
- I Récipient absorbeur contenant de la solution d'empois d'amidon (5.2.6)
- J Récipient absorbeur contenant la solution témoin
- K Burette contenant de la solution titrée d'iode (5.2.5)
- L Transformateur muni d'un thermostat
- M Thermocouple
- N Plaque d'amiante

Figure — Appareillage pour le dosage du soufre (Méthode III)