

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
9389

Première édition  
1989-09-15

---

---

**Alliages de nickel — Dosage du cobalt —  
Méthode par titrage potentiométrique avec  
l'hexacyanoferrate(III) de potassium**

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

*Nickel alloys — Determination of cobalt content — Potentiometric titration method  
with potassium hexacyanoferrate(III)*

ISO 9389:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e6e561c-2bb9-484b-9794-1c9f4931ef6c/iso-9389-1989>



Numéro de référence  
ISO 9389 : 1989 (F)

## 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 en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

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. Les Normes internationales sont approuvées conformément aux procédures de l'ISO qui requièrent l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

(standards.iteh.ai)

La Norme internationale ISO 9389 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 155, *Nickel et alliages de nickel*.

ISO 9389:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e6e561c-2bb9-484b-9794-1c74951e18c/iso-9389-1989>

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

© ISO 1989

Droits de reproduction réservés. Aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation

Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse

Imprimé en Suisse

# Alliages de nickel — Dosage du cobalt — Méthode par titrage potentiométrique avec l'hexacyanoferrate(III) de potassium

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale prescrit une méthode par titrage potentiométrique pour le dosage du cobalt, à des teneurs comprises entre 2 % (m/m) et 25 % (m/m), dans les alliages de nickel. Des compositions types de certains alliages de nickel sont indiquées dans l'annexe A.

## 2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 385-1 : 1984, *Verrerie de laboratoire — Burettes — Partie 1 : Spécifications générales.*

ISO 648 : 1977, *Verrerie de laboratoire — Pipettes à un trait.*

ISO 1042 : 1983, *Verrerie de laboratoire — Fioles jaugées à un trait.*

ISO 5725 : 1986, *Fidélité des méthodes d'essai — Détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode d'essai normalisée par essais interlaboratoires.*

ISO 7530-2 : — <sup>1)</sup>, *Alliages de nickel — Analyse chimique par spectrométrie d'absorption atomique dans la flamme — Partie 2 : Dosage du cobalt.*

## 3 Principe

Mise en solution d'une prise d'essai dans un mélange d'acide nitrique-acide chlorhydrique et oxydation du chrome en milieu perchlorique.

Addition de pyrophosphate de sodium pour complexer le manganèse et élimination du chlore dissous et de l'oxygène avec un courant d'azote.

Addition de la solution d'essai à une solution contenant du citrate d'ammonium, du sulfate d'ammonium, de l'ammoniaque et un excès de la solution étalon d'hexacyanoferrate(III) de potassium, et titrage de l'excès avec une solution titrée de cobalt par la méthode potentiométrique de détermination du point final.

## 4 Réactifs

Au cours de l'analyse, sauf indication contraire, utiliser uniquement des réactifs de qualité analytique reconnue, et de l'eau distillée ou de l'eau de pureté équivalente.

4.1 Acide chlorhydrique,  $\rho_{20} = 1,18$  g/ml.

4.2 Acide nitrique,  $\rho_{20} = 1,41$  g/ml.

4.3 Acide nitrique,  $\rho_{20} = 1,41$  g/ml, dilué 1+1.

4.4 Acide perchlorique, (HClO<sub>4</sub>),  $\rho_{20} = 1,66$  g/ml.

4.5 Acide phosphorique,  $\rho_{20} = 1,75$  g/ml.

4.6 Ammoniaque,  $\rho_{20} = 0,89$  g/ml.

4.7 Acide nitrique-acide chlorhydrique, mélange.

**AVERTISSEMENT — Ce mélange d'acides est très corrosif et instable. Des gaz toxiques (chlore) sont libérés. Il doit être préparé et utilisé sous une hotte et ne doit pas être conservé dans des récipients fermés.**

Mélanger doucement 25 ml d'acide nitrique ( $\rho_{20} = 1,41$  g/ml) et 75 ml d'acide chlorhydrique ( $\rho_{20} = 1,18$  g/ml). Ce mélange n'est pas stable et doit être préparé juste avant l'emploi.

4.8 Pyrophosphate de sodium, solution.

Dissoudre 200 g de pyrophosphate de sodium décahydraté (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>·10H<sub>2</sub>O) dans environ 800 ml d'eau bouillante et diluer à 1 000 ml, alors que la solution est encore chaude. Préparer la solution juste avant l'emploi.

1) À publier.

#### 4.9 Citrate d'ammonium, solution.

Dissoudre 125 g d'acide citrique ( $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ ) dans environ 250 ml d'eau. Avec précaution, et en brassant constamment, ajouter 170 ml d'ammoniaque. Refroidir, diluer à 500 ml et homogénéiser.

#### 4.10 Sulfate d'ammonium, solution.

Dissoudre 125 g de sulfate d'ammonium  $[(NH_4)_2SO_4 \cdot O]$  dans 250 ml d'eau, diluer à 500 ml et homogénéiser.

#### 4.11 Cobalt, solution étalon, correspondant à 2,00 g de Co par litre.

Peser, à 0,001 g près, 2,000 g de cobalt métallique, d'une pureté minimale de 99,9 % ( $m/m$ ), transvaser dans un bécher de 600 ml et dissoudre dans 40 ml d'acide nitrique dilué 1 + 1. Chauffer jusqu'à la mise en solution complète, faire bouillir lentement afin de chasser les oxydes d'azote, refroidir et transvaser dans une fiole jaugée de 1 000 ml de capacité. Diluer au volume avec de l'eau, homogénéiser et conserver dans une bouteille de polyéthylène.

1 ml de cette solution contient 2,00 mg de Co.

#### 4.12 Hexacyanoferrate(III) de potassium, solution titrée.

##### 4.12.1 Préparation

4.12.1.1 Dissoudre 5,6 g d'hexacyanoferrate(III) de potassium  $[K_3Fe(CN)_6]$  dans 250 ml d'eau. Filtrer la solution sur un filtre en pâte de papier et laver à fond avec de l'eau. Transvaser dans une fiole jaugée de 500 ml, diluer au volume avec de l'eau et homogénéiser. Filtrer de nouveau et étalonner cette solution comme spécifié en 4.12.2 juste avant l'emploi.

##### 4.12.2 Étalonnage

4.12.2.1 Dissoudre trois prises d'alliages de nickel ayant des teneurs en fer et en chrome similaires à celles de l'échantillon d'essai et dont la teneur connue en cobalt ne dépasse pas 0,1 % ( $m/m$ ), conformément à 7.1. Utiliser la même masse pour cet alliage que celle utilisée pour l'échantillon d'essai. Voir tableau 1. À l'aide d'une pipette, ajouter 20,0 ml de la solution étalon de cobalt (4.11).

NOTE — Dans le cas où un tel alliage de nickel ne serait pas disponible, préparer une solution synthétique de composition similaire à celle de la solution d'essai, dont la teneur connue en cobalt ne sera pas en excès de 0,1 % ( $m/m$ ).

4.12.2.2 Préparer une solution ammoniacale d'hexacyanoferrate(III) de potassium conformément à 7.2.1 et 7.2.2.

4.12.2.3 Transvaser quantitativement la solution d'alliage dans la solution ammoniacale en brassant constamment et titrer l'excès d'hexacyanoferrate(III) suivant 7.2.3. Noter le volume de la solution de cobalt utilisée pour le titrage de chacune des trois prises d'essai et calculer la moyenne.

4.12.2.4 Le facteur  $T$ , en milligrammes de cobalt par millilitre de la solution d'hexacyanoferrate(III) est donné par la formule

$$\frac{\rho_{Co} (V_1 + V_2) + m_1}{V_3}$$

où

$\rho_{Co}$  est la concentration, en milligrammes par millilitre, de la solution étalon de cobalt (4.11);

$V_1$  est le volume, en millilitres, de la solution étalon de cobalt utilisée en 4.12.2.1 (= 20,0 ml);

$V_2$  est le volume, en millilitres, de la solution étalon de cobalt utilisée pour le titrage (4.12.2.3);

$V_3$  est le volume total, en millilitres, de la solution d'hexacyanoferrate(III) de potassium, utilisé pour le titrage (4.12.2.3);

$m_1$  est la masse, en milligrammes, de cobalt dans la prise de l'alliage à faible teneur en cobalt utilisée en 4.12.2.1.

NOTE — La teneur en cobalt d'un alliage de nickel à faible teneur en cobalt peut être déterminée par la méthode spectrométrique d'absorption atomique dans la flamme (ISO 7530-2).

STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

## 5 Appareillage

5.1 Matériel courant de laboratoire, et

### 5.1.1 Dispositif pour titrage potentiométrique

5.1.1 **Électrode indicatrice**, en platine brillant, dont la propriété et le poli élevé doivent être constamment maintenus. Elle doit être nettoyée par immersion dans l'acide nitrique (4.2) ou dans l'eau régale et par rinçage à l'eau avant l'emploi.

5.1.2 **Électrode de référence**, en argent-chlorure d'argent, en calomel ou en sulfate de mercure(II). Observer les instructions du fabricant pour l'entretien de ces électrodes.

5.1.3 **Ensemble de titrage**, constitué d'un bécher de 400 ml, de deux burettes de 50 ml conformes aux spécifications de l'ISO 385-1, classe A, et d'un agitateur magnétique.

5.1.4 **Voltmètre électronique à impédance élevée** : Normalement, un pH mètre peut servir de voltmètre. Les titrimètres automatiques commerciaux ou les potentiomètres à graphiques sont plus avantageux que les systèmes manuels, puisque la courbe de titrage est tracée et que le point final peut être évalué par interpolation de la courbe, au lieu du calcul effectué à partir de la première ou de la deuxième valeur dérivée. Voir 10.1.

## 5.2 Verrerie jaugée

5.2.1 **Burette**, d'une capacité de 50 ml, graduée en 0,1 ml, conforme aux spécifications de l'ISO 385-1, classe A.

**5.2.2 Pipettes**, conformes aux spécifications de l'ISO 648, classe A.

**5.2.3 Fioles jaugées**, à un trait, conformes aux spécifications de l'ISO 1042, classe A.

## 6 Échantillonnage et préparation des échantillons

**6.1** L'échantillonnage et la préparation des échantillons pour laboratoire doivent se faire par des méthodes agréées par les deux parties ou, en cas de litige, suivant les règles de la Norme internationale appropriée.

**6.2** L'échantillon pour laboratoire se présente généralement sous la forme de copeaux de fraisage ou de perçage, et aucune préparation ultérieure n'est nécessaire.

**6.3** Si l'on pense que l'échantillon pour laboratoire a été pollué par de l'huile ou de la graisse au cours du fraisage ou du perçage, on doit le nettoyer par lavage dans de l'acétone à haute pureté, suivi d'un séchage à l'air.

**6.4** Si l'échantillon pour laboratoire contient des particules ou des morceaux de granulométrie de tailles différentes, la prise d'essai peut être obtenue par une méthode de division au diviseur à lames.

## 7 Mode opératoire

**AVERTISSEMENT** — Les vapeurs d'acide perchlorique constituent un oxydant puissant et peuvent produire des explosions en présence de matières organiques. Toute évaporation doit être effectuée sous des hottes convenant à l'acide perchlorique.

### 7.1 Préparation de la solution d'essai

**7.1.1** Peser une prise d'essai contenant entre 10 mg et 40 mg de cobalt suivant le tableau 1, et la transvaser dans un béccher de forme haute de 400 ml ou 600 ml de capacité.

Tableau 1 — Masse de l'échantillon à prélever pour l'analyse

Teneur présumée en cobalt % (m/m)	Masse de l'échantillon g	Justesse du pesage g
2 à 10	0,39 à 0,41	0,000 5
10 à 25	0,19 à 0,21	0,000 5

**7.1.2** Ajouter 25 ml du mélange d'acide nitrique-acide chlorhydrique (4.7) et chauffer jusqu'à la mise en solution de l'échantillon. Si l'alliage résiste à la mise en solution, ajouter de l'acide chlorhydrique (4.1) par incréments de 1 ml et continuer à chauffer pour dissoudre l'échantillon. Dans le cas de certains

alliages, un mélange acide composé de 30 ml d'acide chlorhydrique et de 2 ml d'acide nitrique est plus efficace.

NOTE — Si l'échantillon pour laboratoire est constitué de grosses pièces, il est possible de prélever une prise d'essai de 1 g aux fins d'analyse. Transvaser la solution dans une fiole jaugée de 100 ml, prélever, avec une pipette, une prise de 100 ml pour une teneur en cobalt variant entre 2 % (m/m) et 10 % (m/m) ou une prise de 50 ml pour une teneur variant entre 10 % (m/m) et 25 % (m/m) et procéder suivant 7.1.3.

**7.1.3** Ajouter 8 ml d'acide perchlorique (4.4) et chauffer la solution jusqu'à la formation de fumées blanches denses et jusqu'à l'oxydation complète du chrome. Avec précaution, ajouter 2 ml d'acide phosphorique (4.5) à la solution fumante et continuer à chauffer pendant 2 min supplémentaires. Refroidir, rincer le couvercle et l'intérieur du béccher avec environ 10 ml d'eau.

**7.1.4** Ajouter 50 ml de la solution chaude de pyrophosphate de sodium (4.8) au complexe de manganèse, amener à ébullition et faire bouillir pendant quelques minutes.

**7.1.5** Refroidir légèrement la solution et faire barboter un courant d'azote dans la solution pendant 10 min à 15 min, afin d'extraire le chlore et l'oxygène dissous. Refroidir à la température ambiante.

### 7.2 Dosage

**7.2.1** Ajouter, dans un béccher de forme basse de 600 ml, 30 ml de la solution de citrate d'ammonium (4.9) et 20 ml de la solution de sulfate d'ammonium (4.10). Ajouter, à l'aide d'une burette (5.2.1), suffisamment de solution d'hexacyanoferrate(III) de potassium (4.12) pour titrer le cobalt présent dans la solution d'essai, plus un excès de 3 ml à 5 ml. Noter le volume total de la solution d'hexacyanoferrate(III) de potassium ajouté ( $V_4$ ).

**7.2.2** Diluer la solution jusqu'à environ 300 ml et ajouter 60 ml d'ammoniaque (4.6). Placer le béccher sur l'agitateur magnétique de l'ensemble de titrage (5.1.3) et actionner l'agitateur.

**7.2.3** Transvaser quantitativement la solution d'alliage dans un béccher de 600 ml en brassant continuellement. Immerger l'électrode indicatrice et l'électrode de référence (5.1.1 et 5.1.2) dans la solution. Titrer lentement avec la solution étalon de cobalt (4.11) jusqu'à ce qu'on se rapproche du point final. Continuer le titrage par 0,1 ml ou par incréments d'une goutte, et noter les valeurs relevées sur la burette, de même que la tension lorsque la condition d'équilibre est atteinte pour chaque addition incrémentielle. Continuer le titrage au-delà du point final. Déterminer le point final par interpolation ou à partir de la courbe de titrage. Voir 9.1.

### 7.3 Nombre de dosages

Effectuer le dosage au moins en double.

## 8 Expression des résultats

### 8.1 Méthode de calcul

La teneur en cobalt, exprimée en pourcentage en masse, est donnée par la formule

$$\frac{V_4 T - V_5 \rho_{Co}}{m_0} \times 0,1$$

où

$V_4$  est le volume, en millilitres, de la solution d'hexacyanoferrate(III) de potassium (4.12), utilisé pour le dosage;

$V_5$  est le volume, en millilitres, de la solution étalon de cobalt (4.11) utilisé pour le dosage;

$T$  est le facteur de concentration de la solution d'hexacyanoferrate(III) de potassium calculé suivant 4.12.2.4;

$\rho_{Co}$  est la concentration, en milligrammes par millilitre, de la solution étalon de cobalt (4.11);

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

### 8.2 Fidélité

#### 8.2.1 Essais en laboratoire

Quatorze laboratoires de six pays ont participé aux essais interlaboratoires des méthodes d'analyse des alliages de nickel. Neuf de ces laboratoires ont remis une série complète de résultats aux fins de la présente Norme internationale. Deux échantillons de la composition nominale indiquée au tableau 2 ont été analysés en double à différents jours.

#### 8.2.2 Analyse statistique

8.2.2.1 Les résultats du programme d'essais interlaboratoires ont été évalués selon l'ISO 5725, au moyen des résultats obtenus en double. Les données ont été analysées conformément aux tests de Cochran et de Dixon indiqués dans l'ISO 5725, afin de déterminer toute valeur statistiquement aberrante.

8.2.2.2 Suivant le principe du test de Cochran, une série de résultats est aberrante si la variance intralaboratoire est trop grande par rapport aux autres. Le test de Dixon permet de déterminer s'il y a un trop grand écart entre la moyenne d'un laboratoire et celle des autres. Les deux tests ont été effectués au niveau de probabilité de 95 %.

8.2.2.3 La répétabilité et la reproductibilité ont été calculées d'après l'ISO 5725 à un niveau de probabilité de 95 %. Les résultats de l'analyse statistique sont indiqués au tableau 3.

8.2.2.4 Aucun laboratoire aberrant n'a été identifié par les essais statistiques.

## 9 Notes sur le mode opératoire

### 9.1 Détermination du point final

9.1.1 L'évaluation de la fidélité et de la reproductibilité de la méthode potentiométrique de détermination du point final diffère de celle de la méthode visuelle normale, du fait que le titrage est habituellement effectué bien au-delà du point d'équivalence. La courbe de titrage classique en S indique un saut de tension dans le voisinage du point d'équivalence. Le point central de la partie abrupte de la courbe correspond normalement au point d'inflexion et, de ce fait, coïncide avec le point d'équivalence d'une courbe de titrage symétrique. Dans le cas d'une courbe de titrage asymétrique où le vrai point d'équivalence ne coïncide pas avec le point central, le changement de tension est ordinairement assez grand pour rendre l'erreur de titrage négligeable.

9.1.2 Les titrages potentiométriques manuels sont des procédés lents, du fait que la tension d'équilibre doit être établie et notée après chaque adjonction du réactif titré. Dans le voisinage du point d'équivalence, le réactif titré doit être ajouté par petits incréments et au moins trois mesures doivent être prises après l'observation d'un changement de tension important. Il est possible de déterminer le point final à partir des données consignées en traçant la courbe de titrage et en interpolant le point final de la partie abrupte de la courbe. Toutefois, il est souhaitable de calculer la première dérivée ( $dE/dV$ ) qui représente un maximum au point d'équivalence. La valeur exacte du volume du point final peut être déterminée par le calcul de la

Tableau 2 — Composition nominale des échantillons [% (m/m)]

Référence de l'échantillon	Al	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Si	Ti
3 920	0,15	2	19	0,1	3	0,3	Le reste	0,6	2,3
7 013	1,5	17	20	0,2	0,2	0,05	Le reste	0,7	2,4

Tableau 3 — Résultats de l'analyse statistique [% (m/m)]

Référence de l'échantillon	Moyenne	Écart-type intralaboratoire	Écart-type interlaboratoire	Répétabilité	Reproductibilité
3 920	2,05	0,023	0,048	0,06	0,15
7 013	17,04	0,064	0,18	0,18	0,53

deuxième dérivée de la tension, en termes de volume, qui doit être numériquement égale à zéro. Si des incréments égaux du réactif titré sont ajoutés juste avant et après le changement important de tension, il va sans dire que la deuxième fonction dérivée change de signe entre les deux adjonctions. Il est donc évident qu'elle est passée par zéro à un certain point qui est déterminé par interpolation.

**9.1.3** Il est très avantageux d'utiliser les titrimètres automatiques qui enregistrent directement la courbe de titrage ou qui traitent les données sous forme numérique. Il est recommandé d'utiliser ces instruments au fins de la présente Norme internationale.

## 10 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit contenir les indications suivantes:

- a) la référence de la méthode utilisée;
- b) les résultats de l'analyse;
- c) le nombre de répétitions indépendantes;
- d) le compte rendu de tous les détails inhabituels relevés au cours de l'analyse;
- e) le compte rendu de toutes les opérations non prévues dans la présente Norme internationale ou considérées comme facultatives.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 9389:1989

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/7e6e561c-2bb9-484b-9794-1c9f4931ef6c/iso-9389-1989>

## Annexe A (informative)

### Exemples de composition de certains alliages de nickel

Les exemples de composition figurant dans le tableau A.1 ne doivent pas être interprétés comme des spécifications de compositions chimiques.

**Tableau A.1 — Exemples de composition de certains alliages de nickel [% (m/m)]<sup>1)</sup>**

Alliage <sup>2)</sup>	Al	B	C	Co <sup>3)</sup>	Cr	Cu	Fe	Mn	Mo	Ni	P	S	Si	Ti	Autres
A	—	—	0,30	—	—	28,0 34,0	2,5	2,0	—	63,0 <sup>4)</sup>	—	0,025	0,5	—	—
B	—	—	0,15	—	14,0 17,0	0,5	6,0 10,0	1,0	—	72,0 <sup>4)</sup>	—	0,015	0,5	—	—
C	0,4 1,0	—	0,08	—	14,0 17,0	0,5	5,0 9,0	1,0	—	70,0 <sup>4)</sup>	—	0,015	0,5	2,2 2,8	Nb plus Ta 0,7 à 1,2
D	0,2 0,8	0,006	0,08	—	17,0 21,0	0,3	Le reste	0,4	2,8 3,3	50,0 55,0	0,015	0,015	0,4	0,6 1,2	Nb plus Ta 4,7 à 5,5
E	0,15 0,60	—	0,10	—	19,0 23,0	0,7	Le reste	1,5	—	30,0 35,0	—	0,015	1,0	0,15 0,60	—
F	—	—	0,08 0,15	5,0	18,0 21,0	0,5	5,0	1,0	—	Le reste	—	0,020	1,0	0,2 0,6	Pb 0,005
G	1,0 2,0	0,020	0,13	15,0 21,0	18,0 21,0	0,2	1,5	1,0	—	Le reste	—	0,015	1,0	2,0 3,0	Zr 0,15
H	4,5 4,9	0,003 0,010	0,12 0,17	18,0 22,0	14,0 15,7	0,2	1,0	1,0	4,5 5,5	Le reste	—	0,015	1,0	0,9 1,5	Zr 0,15
I	0,3 0,6	0,005	0,04 0,08	19,0 21,0	19,0 21,0	0,2	0,7	0,6	5,6 6,1	Le reste	—	0,007	0,4	1,9 2,4	Ti plus Al 2,4 à 2,8
J	—	—	0,02	1,0	1,0	—	2,0	1,0	26,0 30,0	Le reste	0,040	0,035	0,1	—	—
K	1,2 1,6	0,003 0,010	0,02 0,10	12,0 15,0	18,0 21,0	0,1	2,0	1,0	3,5 5,0	Le reste	0,015	0,015	0,1	2,8 3,3	Zr 0,02 à 0,08
L	—	—	0,02	2,5	14,5 16,5	—	4,0 7,0	1,0	15,0 17,0	Le reste	0,040	0,035	0,08	—	V 0,35 W 3,0 à 4,5

- 1) Les valeurs individuelles sont des limites maximales, sauf pour le nickel où ce sont des minimums.
- 2) On a utilisé des lettres pour les alliages au lieu des appellations commerciales, en attendant la normalisation d'une désignation ISO neutre.
- 3) Lorsqu'aucune limite n'est fixée, la teneur maximale en cobalt est de 1,5 % (m/m).
- 4) Le cobalt compte dans certains alliages comme du nickel.

**CDU 543.257.1 : 669.245 : 546.73**

**Descripteurs :** nickel, alliage de nickel, analyse chimique, dosage, cobalt, méthode potentiométrique.

Prix basé sur 5 pages