

---

# Norme internationale



# 8288

---

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

---

## Qualité de l'eau — Dosage du cobalt, nickel, cuivre, zinc, cadmium et plomb — Méthodes par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme

*Water quality — Determination of cobalt, nickel, copper, zinc, cadmium and lead — Flame atomic absorption spectrometric methods*

**iTeh STANDARD PREVIEW**

Première édition — 1986-03-15 ([standards.iteh.ai](https://standards.iteh.ai))

[ISO 8288:1986](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a0e9d82-f485-4ed9-8309-525fb1f7b0d/iso-8288-1986)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a0e9d82-f485-4ed9-8309-525fb1f7b0d/iso-8288-1986>

---

CDU 543.3 : 543.422 : 546.47/ .48 : 546.56 : 546.74/ .76

Réf. n° : ISO 8288-1986 (F)

Descripteurs : eau, qualité, analyse chimique, dosage, cobalt, nickel, cuivre, zinc, cadmium, plomb, méthode d'absorption atomique.

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

La Norme internationale ISO 8288 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 147, *Qualité de l'eau*.

[ISO 8288:1986](#)

L'attention des utilisateurs est attirée sur le fait que toutes les Normes internationales sont de temps en temps soumises à révision et que toute référence faite à une autre Norme internationale dans le présent document implique qu'il s'agit, sauf indication contraire, de la dernière édition.

# Qualité de l'eau — Dosage du cobalt, nickel, cuivre, zinc, cadmium et plomb — Méthodes par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme

## 1 Objet

La présente Norme internationale spécifie trois méthodes pour le dosage du cobalt, nickel, cuivre, zinc, cadmium et plomb dans les eaux, par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme :

**Section un :** méthode A, de dosage direct par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme ;

**Section deux :** méthode B, de dosage par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme après complexation (APDC) et extraction (MIBC) ;

**Section trois :** méthode C, de dosage par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme après complexation (HMA-HMDC) et extraction (DIPC-xylène).

## 2 Domaine d'application

**2.1** La méthode A est particulièrement applicable lorsque les teneurs des éléments à doser sont relativement élevées et lorsqu'il n'y a pas d'interférences.

Lorsque les échantillons sont de nature complexe ou inconnue, ou lorsqu'ils contiennent de fortes concentrations en éléments dissous (eaux saumâtres ou saumures), la méthode A n'est pas applicable et les méthodes B ou C doivent être sélectionnées.

Les concentrations des éléments qui peuvent être dosées suivant la méthode A peuvent varier en fonction des caractéristiques de l'appareillage de spectrométrie d'absorption atomique utilisé, mais sont généralement dans les domaines indiqués dans le tableau 1.

Tableau 1

Éléments dosés	Domaine de dosage (mg/l)
Cobalt	0,1 à 10
Nickel	0,1 à 10
Cuivre	0,05 à 6
Zinc	0,05 à 2
Cadmium	0,02 à 2
Plomb	0,2 à 10

Si les concentrations sont supérieures aux limites supérieures indiquées dans le tableau, diluer l'échantillon avant analyse.

**2.2** Les méthodes B et C sont applicables lorsque les teneurs des éléments à doser dans l'échantillon (ou dans une dilution de l'échantillon) sont supérieures à 0,5 µg/l.

### 2.2.1 Méthode B

Les concentrations des éléments qui peuvent être dosées suivant la méthode B peuvent varier en fonction des caractéristiques de l'appareillage de spectrométrie d'absorption atomique utilisé, mais sont généralement de l'ordre de celles indiquées dans le tableau 2.

Tableau 2

Éléments dosés	Domaine de dosage (µg/l)
Cobalt	1 à 200
Nickel	1 à 200
Cuivre	1 à 200
Zinc	0,5 à 50
Cadmium	0,5 à 50
Plomb	5 à 200

### 2.2.2 Méthode C

Pour un rapport de la prise d'essai à la solution d'extraction de 20 à 1 en volume, comme indiqué en 2.1.2, les teneurs des éléments qui peuvent être dosées suivant la méthode C varient comme indiqué dans le tableau 3.

Tableau 3

Éléments dosés	Domaine de dosage (µg/l)
Cobalt	0,5 à 100
Nickel	0,5 à 100
Cuivre	0,5 à 100
Zinc	0,2 à 50
Cadmium	0,2 à 50
Plomb	2 à 200

## ISO 8288-1986 (F)

Des teneurs plus faibles peuvent être dosées en choisissant un rapport de la prise d'essai à la solution d'extraction plus élevé. Un rapport de 50 à 1 en volume est possible car le mélange de solvants organiques est très peu soluble dans l'eau.

Par la méthode C, la séparation des phases aqueuses et organiques est plus rapide. Les chélates des métaux, en particulier celui du cadmium, sont plus stables dans le mélange des solvants organiques.

### NOTES

1 Pour la détermination des métaux totaux, il est nécessaire de pré-traiter l'échantillon avant l'analyse (voir exemples de procédures en annexe A).

2 Les méthodes B et C ne sont pas applicables quand la demande chimique en oxygène (DCO) des échantillons (ou des échantillons dilués) est supérieure à 500 mg/l.

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

ISO 8288:1986

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a0e9d82-f485-4ed9-8309-525f1b1f7b0d/iso-8288-1986>

## Section un : Méthode A — Dosage direct par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme

### 3 Principe

Nébulisation dans la flamme d'un spectromètre d'absorption atomique d'une prise d'essai du filtrat acidifié de l'échantillon (ou de l'échantillon dilué).

Détermination directe de la concentration de chaque élément, soit à partir de l'absorbance spécifique de chacun des éléments à l'aide d'un spectromètre équipé d'un système de correction de fond continu, ou, en l'absence d'un tel système, après avoir effectué une correction pour l'absorbance non spécifique.

### 4 Réactifs

Tous les réactifs doivent être de qualité analytique reconnue, de façon à ce que leur emploi n'affecte pas la précision du dosage. L'eau utilisée doit être déionisée ou distillée et ne doit pas contenir de métaux à des concentrations détectables par l'analyse d'un essai à blanc.

#### 4.1 Acide nitrique, $\rho = 1,4$ g/ml.

#### 4.2 Acide nitrique, $c(\text{HNO}_3) \approx 1,5$ mol/l.

Ajouter 100 ml d'acide nitrique (4.1) à 600 ml d'eau et diluer à 1 000 ml.

#### 4.3 Acide nitrique, $c(\text{HNO}_3) \approx 0,03$ mol/l.

Ajouter 1 ml d'acide nitrique concentré (4.1) à 400 ml d'eau et diluer à 500 ml avec de l'eau.

#### 4.4 Métaux, solutions étalons correspondant à 1,000 g de métal par litre.<sup>1)</sup>

Pour chacun des éléments à doser, peser 1,000 g de métal pur et le dissoudre dans de l'acide nitrique (4.1) en chauffant jusqu'à dissolution complète. Laisser refroidir et transférer la solution quantitativement dans une fiole jaugée de 1 000 ml, diluer au volume avec de l'eau et homogénéiser.

Pour la préparation des solutions étalons, il est également possible de procéder à partir de sels métalliques dont la composition est connue précisément.

Stocker chacune des solutions étalons dans des récipients en polyéthylène ou en verre borosilicaté.

1 ml de chacune de ces solutions étalons contient 1,00 mg de métal.

### 5 Appareillage

Matériel courant de laboratoire et

**Spectromètre d'absorption atomique**, équipé de lampes à cathode creuse appropriées aux métaux à doser, d'un dispositif

ou de lampes permettant la correction de l'absorbance non spécifique et d'un ensemble «nébuliseur-brûleur» à flamme acétylène-air.

Respecter les instructions du constructeur pour le réglage des paramètres instrumentaux.

#### NOTE SUR LE NETTOYAGE DE LA VERRERIE

Toute la verrerie doit être soigneusement trempée dans l'acide nitrique (4.2) puis rincée à l'eau.

### 6 Échantillonnage et échantillons

**6.1** Des récipients en verre borosilicaté ou en polyéthylène, préalablement lavés à l'acide nitrique dilué (4.2) puis rincés à l'eau, doivent être utilisés.

**6.2** Si les métaux totaux sont à doser, les échantillons doivent être traités par addition d'acide nitrique (4.1) immédiatement après le prélèvement, de façon à obtenir un pH compris entre 1 et 2 (en général 2 ml d'acide par litre d'échantillon suffisent). Noter la quantité d'acide nitrique ajoutée et utiliser le même volume pour la préparation du blanc (7.2).

Si seuls les métaux dissous doivent être dosés, filtrer les échantillons dès que possible après leur prélèvement sur une membrane filtrante de diamètre nominal de pore de 0,45  $\mu\text{m}$  et acidifier immédiatement le filtrat à l'aide d'acide nitrique (4.1), de façon à obtenir un pH compris entre 1 et 2.

Avant leur utilisation, les filtres doivent être soigneusement lavés à l'acide nitrique (4.2) et rincés à l'eau.

### 7 Mode opératoire

#### 7.1 Prise d'essai

Dans une fiole jaugée de 100 ml, introduire une prise d'essai de l'échantillon acidifié (6.2) contenant de 0,2 à 1 mg de métal (voir le tableau 1 pour les limites supérieures de dosage correspondant à chaque élément). Compléter au volume avec de l'eau.

#### 7.2 Essai à blanc

Effectuer, parallèlement au dosage, un essai à blanc en suivant le même mode opératoire et en utilisant les mêmes quantités de tous les réactifs que pour l'échantillonnage et le dosage, mais en remplaçant la prise d'essai par de l'eau.

1) Des solutions étalons sont disponibles dans le commerce.

**7.3 Préparation des gammes de solutions d'étalonnage**

Avant chaque série de mesures, préparer, à partir de chacune des solutions étalons (4.4), au moins quatre solutions d'étalonnage couvrant, pour chaque élément considéré, la gamme des concentrations à doser.

Préparer ces solutions d'étalonnage par dilution des solutions étalons (4.4) avec l'acide nitrique (4.3).

**7.4 Étalonnage et dosage**

Procéder comme suit pour chacun des métaux à doser. Avant d'effectuer les mesures spectrométriques, installer le spectromètre selon les instructions du constructeur en aspirant une solution étalon (7.3) du métal à doser et en fonction des indications du tableau 4. Régler les conditions de nébulisation et de flamme (débit d'aspiration, nature de la flamme, position du faisceau optique dans la flamme). Ajuster le zéro instrumental avec de l'eau.

Tableau 4

Élément à doser	Longueur d'onde (nm)	Flamme
Cobalt	240,7	Acétylène-air
Nickel	232,0	Acétylène-air oxydante
Cuivre	324,7	Acétylène-air oxydante
Zinc	213,8	Acétylène-air
Cadmium	228,8	Acétylène-air
Plomb	283,3	Acétylène-air
	217,0	

Pour chaque métal à doser, aspirer la gamme de solutions d'étalonnage (7.3) et, comme terme zéro, la solution d'essai à blanc (7.2). Tracer une courbe en portant les concentrations en métal, en milligrammes par litre, des solutions d'étalonnage en abscisse et les valeurs correspondantes de l'absorbance en ordonnée. Il est recommandé de vérifier la courbe d'étalonnage, par exemple en mesurant l'absorbance d'une solution étalon tous les 5 échantillons.

Nébuliser la prise d'essai (7.1) dans la flamme du brûleur.

Mesurer l'absorbance du métal dosé et, après chaque mesure, aspirer de l'acide nitrique (4.3) afin de rincer le nébuliseur.

**NOTE – CORRECTION DE L'ABSORPTION NON SPÉCIFIQUE**

Si le spectromètre utilisé n'est pas équipé d'un système de correction de fond continu qui lui fournit automatiquement un signal correspondant à l'absorbance spécifique  $A$  de l'élément recherché, il est nécessaire de mesurer l'absorbance non spécifique  $A_0$ . Pour cela, on peut opérer comme suit.

Choisir une raie, proche de la raie de l'élément considéré, non absorbée par cet élément et telle que la différence entre les longueurs d'onde de ces deux raies n'excède pas 1 nm.

Utiliser une raie du gaz de remplissage d'une lampe à cathode creuse (argon ou néon) ou une raie émise par une lampe à cathode creuse au zirconium, ou une lampe au deutérium (voir tableau 5).

Mesurer l'absorbance  $A_0$  correspondant à cette raie, en nébulisant à nouveau une prise d'essai de l'échantillon.

Calculer l'absorbance spécifique

$$A = A_1 - A_0$$

où  $A_1$  est l'absorbance totale à la longueur d'analyse.

Les caractéristiques de flamme et les énergies fournies par les lampes doivent rester semblables pendant les mesures des absorbances  $A_1$  et  $A_0$ .

Tableau 5

Élément	Mesure de $A_1$ Longueur d'onde (nm)	Mesure de $A_0$ Longueur d'onde (nm)
Cobalt	240,72	241 (D)
Nickel	232,00	232 (D)
Cuivre	324,75	325 (Zr)
Zinc	213,86	214 (D)
Cadmium	228,80	229 (D)
Plomb	283,30	283,7 (Zr)

**7.5 Essai de contrôle**

Procéder à des essais de contrôle afin de mettre en évidence un éventuel effet de la matrice. Opérer pour cela par la méthode des ajouts dosés.

Si un effet de matrice est mis en évidence, la méthode n'est pas applicable et l'on doit recommencer le dosage à l'aide des méthodes B ou C, ou utiliser les résultats obtenus par la méthode des ajouts dosés.

**8 Expression des résultats**

Par référence à la courbe d'étalonnage, déterminer pour chaque métal dosé, les concentrations correspondant aux absorbances de la prise d'essai (7.4) et du blanc (7.2).

Pour chaque métal dosé, la concentration, exprimée en milligrammes par litre, de l'échantillon est donnée par la formule

$$(q_t - q_b) \times \frac{100}{V}$$

où

$q_t$  est la concentration du métal, en milligrammes par litre, correspondant à l'absorbance de la prise d'essai ;

$q_b$  est la concentration du métal, en milligrammes par litre, correspondant à l'absorbance du blanc ;

$V$  est le volume, en millilitres, de l'échantillon acidifié prélevé pour l'analyse (voir 7.1).

**9 Procès-verbal d'essai**

Le procès-verbal d'essai doit contenir les indications suivantes :

- les références à la présente Norme internationale et à la méthode de dosage utilisée (méthode A, B ou C),
- l'identification de l'échantillon analysé,
- les résultats des dosages,
- tout détail non prévu dans la norme ou facultatif ainsi que tout facteur susceptible d'avoir agi sur les résultats.

## Section deux : Méthode B — Dosage par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme après complexation (APDC) et extraction (MIBC)

### 10 Principe

Formation d'un complexe entre les métaux dosés et le sel d'ammonium de l'acide pyrrolidinodithiocarboxylique-1 (APDC) et extraction par la méthyl-iso-butyl-cétone (MIBC) à pH 2,5.

Dosage des métaux dans la phase organique par spectrométrie d'absorption atomique avec flamme.

### 11 Réactifs

Voir chapitre 4.

**11.1 Acide nitrique**,  $\rho = 1,4$  g/ml.

**11.2 Hydroxyde de sodium**,  $c(\text{NaOH}) = 2,5$  mol/l.

Dissoudre, avec précaution, 100 g d'hydroxyde de sodium dans l'eau et diluer à 1 litre.

**11.3 Acide chlorhydrique**,  $c(\text{HCl}) = 0,3$  mol/l.

Mélanger, avec précaution, 25 ml d'acide chlorhydrique concentré ( $\rho = 1,19$  g/ml) avec de l'eau et diluer à 1 litre.

**11.4 Méthyl-iso-butylcétone (MIBC)**.<sup>1)</sup>

**11.5 Acide pyrrolidinodithiocarboxylique-1, sel d'ammonium (APDC)**<sup>2)</sup>, solution à 20 g/l.

Dissoudre 2,0 g d'APDC dans de l'eau. Compléter avec de l'eau à 100 ml et homogénéiser. Filtrer la solution si l'on est en présence d'un précipité. Si la solution est colorée, la purifier par extraction répétée avec la MIBC (11.4) jusqu'à décoloration.

Préparer cette solution fraîchement pour chaque lot d'échantillons.

**11.6 Bleu de bromophénol**, solution d'indicateur, 1 g de bleu de bromophénol par litre de solution d'éthanol à 50 % (V/V).

**11.7 Métaux**, solutions étalons correspondant à 1,000 g de métal par litre. Voir 4.4.

### 12 Appareillage

Voir chapitre 5.

### 13 Échantillonnage et échantillons

Voir chapitre 6.

### 14 Mode opératoire

#### 14.1 Prise d'essai

Dans une fiole jaugée de 100 ml, introduire une prise d'essai de l'échantillon acidifié (voir chapitre 6) contenant de 5 à 20  $\mu\text{g}$  de métal à doser (voir le tableau 2 pour les limites supérieures de dosage correspondant à chaque élément). Compléter au volume avec de l'eau.

#### 14.2 Complexation et extraction

Introduire la prise d'essai (14.1) et 100 ml de chacune des solutions d'étalonnage (14.4) dans une série d'ampoules à décanter de 250 ml équipées d'un robinet en polytétrafluoréthylène (PTFE).

Ajouter dans chaque ampoule 2 à 3 gouttes d'indicateur au bleu de bromophénol (11.6) puis de l'hydroxyde de sodium (11.2) jusqu'à persistance de la coloration bleue.

En agitant, ajouter goutte à goutte de l'acide chlorhydrique (11.3) jusqu'à disparition de la coloration bleue. Ajouter alors un excès de 2 ml d'acide chlorhydrique (11.3). Le pH doit être alors de l'ordre de 2,3 à 2,5. (Voir note 1.)

Ajouter 5 ml d'APDC (11.5), mélanger puis ajouter 10,0 ml de MIBC (11.4). Agiter 2 min vigoureusement. Le pH doit atteindre une valeur de l'ordre de 2,8.

Laisser décanter le mélange pendant au moins 1 h, à l'abri de la lumière et de la chaleur dans l'ampoule bouchée. Le temps de décantation doit être strictement le même pour toutes les solutions. Recueillir la phase organique en prenant soin d'éviter toute trace de la phase aqueuse (centrifuger si nécessaire). (Voir note 2.)

#### NOTES

1 Un pH-mètre peut être utilisé à la place de l'indicateur.

2 La durée de décantation peut être prolongée sans inconvénient si elle a lieu dans l'obscurité à une température d'environ 5 °C. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de centrifuger la phase organique.

#### 14.3 Essai à blanc

Effectuer un essai à blanc parallèlement au dosage et en suivant le même mode opératoire (14.2) en employant les mêmes quantités de tous les réactifs que dans l'échantillonnage, la complexation et l'extraction, mais en remplaçant la prise d'essai par de l'eau.

1) Appellation commune du méthyl-4, pentanone-2.

2) Également appelé pyrrolidinocarbodithioate d'ammonium.

#### 14.4 Préparation des gammes de solutions d'étalonnage

Diluer avec de l'eau<sup>1)</sup>, au moment de l'emploi, chacune des solutions étalons (4.4) correspondant aux éléments à doser de façon à obtenir des solutions diluées contenant 10 mg d'élément par litre.

Dans une fiole jaugée de 500 ml, introduire

- 5 ml de chacune des solutions de zinc et de cadmium contenant 10 mg/l de métal;
- 20 ml de chacune des solutions de cuivre, de cobalt, de nickel et de plomb contenant 10 mg/l de métal;
- 0,5 ml d'acide nitrique (11.1).

Compléter au volume avec de l'eau. On obtient la solution S. À partir de cette solution S, préparer au moins quatre solutions d'étalonnage par dilution avec de l'eau, de façon à couvrir les gammes de concentration suivantes :

- Zn, Cd = de 0 à 50 µg/l
- Cu, Co, Ni, Pb = de 0 à 200 µg/l

Acidifier chaque solution d'étalonnage par addition du même acide nitrique (11.1) qui a été ajouté aux échantillons pour les conserver (voir 6.2). Le volume ajouté doit être tel que les concentrations en acide nitrique des échantillons et des solutions d'étalonnage soient les mêmes.

#### 14.5 Étalonnage et dosage

Procéder comme suit pour chaque métal à doser. Avant d'effectuer les mesures spectrométriques, installer le spectromètre selon les instructions du constructeur en aspirant l'extrait organique (14.2) d'une solution d'étalonnage du métal dosé et en fonction des indications du tableau 4. Régler les conditions de nébulisation et de flamme comme précédemment (voir 7.4). Ajuster le zéro instrumental avec de la MIBC (11.4).

Pour chaque métal dosé, aspirer la gamme d'extraits organiques des solutions d'étalonnage. Tracer une courbe d'étalonnage en portant les concentrations en métal, en microgrammes par litre, des solutions d'étalonnage en abscisse et les valeurs correspondantes de l'absorbance en ordonnée. Il est recommandé de vérifier la courbe d'étalonnage, par exemple, en mesurant l'absorbance d'une solution d'étalonnage tous les 5 échantillons.

Aspirer l'extrait organique de la prise d'essai.

Mesurer l'absorbance du métal à doser et après chaque mesure, aspirer de la MIBC (11.4) afin de rincer le nébuliseur.

Pour la correction de l'absorbance non spécifique, voir la note en 7.4.

NOTE — Il est très important de protéger les solutions organiques de la chaleur et de la lumière, car les complexes de cobalt, de zinc et spécialement de cadmium sont instables dans la MIBC. Le cadmium doit être mesuré immédiatement. Les autres métaux peuvent être stockés quelques heures.

### 15 Expression des résultats

#### 15.1 Calcul

Par référence à la courbe d'étalonnage, déterminer pour chaque métal dosé, les concentrations correspondant aux absorbances de la prise d'essai et du blanc.

Pour chaque métal dosé, la concentration, exprimée en microgrammes par litre, de l'échantillon est donnée par la formule

$$(a_t - a_b) \times \frac{100}{V}$$

où

$a_t$  est la concentration du métal, en microgrammes par litre, correspondant à l'absorbance de la prise d'essai;

$a_b$  est la concentration du métal, en microgrammes par litre, correspondant à l'absorbance du blanc;

$V$  est le volume, en millilitres, de l'échantillon acidifié prélevé pour l'analyse (voir 14.1).

#### 15.2 Fidélité

Un essai interlaboratoire international a été organisé en 1981 afin de comparer la répétabilité et la reproductibilité des deux méthodes d'extraction (méthodes B et C).

Les compositions respectives des deux échantillons analysés étaient telles qu'indiquées au tableau 6.

Tableau 6

Échantillon L (bas niveau) (µg/l)	Échantillon H (haut niveau) (µg/l)	
Plomb	20	100
Cadmium	4	30
Cuivre	6	40
Cobalt	5	120
Nickel	10	100

L'analyse statistique des résultats selon l'ISO 5725 figure dans le tableau 7.

#### 15.3 Interférences

Les autres substances, présentes à des concentrations inférieures à 5 mg/l, n'interfèrent pas normalement.

### 16 Procès-verbal d'essai

Voir chapitre 9.

1) Dans le cas du dosage des métaux dans les eaux de mer, ou d'autres eaux contenant une forte concentration en chlorure de sodium, préparer la solution d'étalonnage et le blanc avec une eau de concentration en NaCl correspondant à la concentration de l'eau à analyser.

Tableau 7

Métal	Plomb		Cadmium		Culvre		Cobalt		Nickel	
	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H
Niveau										
Nombre de laboratoires participants	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14
Nombre de laboratoires retenus après élimination statistique	14	12	11	13	12	14	13	14	14	14
Moyenne ( $\mu\text{g/l}$ )	19,7	96	4	30,2	5,7	40,6	5,1	121,3	10,7	103,2
<b>Répétabilité</b>										
Écart-type, $\sigma_r$	1,5	2,6	0,1	0,7	0,2	1,7	0,4	1,9	0,4	2,3
Coefficient de variation de répétabilité	7,6 %	2,7 %	2,5 %	2,3 %	3,5 %	4,2 %	7,8 %	1,6 %	3,7 %	2,2 %
Répétabilité, $r (= 2,83 \sigma_r)$	4,24	7,36	0,28	1,98	0,57	4,8	1,13	5,38	1,13	6,51
<b>Reproductibilité</b>										
Écart-type, $\sigma_R$	3,2	5,3	0,3	1,3	0,7	5,9	1,4	7,6	1,4	16,2
Coefficient de variation de reproductibilité	16,2 %	5,5 %	7,5 %	4,3 %	12,3 %	14,5 %	27,5 %	6,3 %	13,1 %	15,7 %
Reproductibilité, $R (= 2,83 \sigma_R)$	9,05	15	0,85	3,68	1,98	16,7	3,96	21,51	3,96	45,85

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 8288:1986

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/6a0e9d82-f485-4ed9-8309-525fb1f7b0d/iso-8288-1986>