

# INTERNATIONAL STANDARD

## NORME INTERNATIONALE

---

**Electrotechnical products – Determination of levels of six regulated substances (lead, mercury, cadmium, hexavalent chromium, polybrominated biphenyls, polybrominated diphenyl ethers)**

**Produits électrotechniques – Détermination des niveaux de six substances réglementées (plomb, mercure, cadmium, chrome hexavalent, diphényles polybromés, diphényléthers polybromés)**

INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION

COMMISSION  
ELECTROTECHNIQUE  
INTERNATIONALE

PRICE CODE  
CODE PRIX

**XE**

## CONTENTS

FOREWORD.....	6
INTRODUCTION.....	8
1 Scope.....	9
2 Normative references .....	9
3 Terms, definitions and abbreviations .....	10
3.1 Terms and definitions .....	10
3.2 Abbreviations .....	11
4 Test methods – Overview .....	13
4.1 Field of application .....	13
4.2 Sample.....	13
4.3 Test methods – Flow chart .....	14
4.4 Adjustment to the matrix.....	15
4.5 Limits of detection (LOD) and limits of quantification (LOQ).....	15
4.6 Test report .....	16
4.7 Alternative test methods.....	16
5 Mechanical sample preparation .....	17
5.1 Overview .....	17
5.1.1 Field of application .....	17
5.1.2 Quality assurance.....	17
5.2 Apparatus, equipment and materials .....	17
5.3 Procedure .....	18
5.3.1 Manual cutting.....	18
5.3.2 Coarse grinding/milling.....	18
5.3.3 Homogenizing .....	18
5.3.4 Fine grinding/milling .....	18
5.3.5 Very fine grinding of polymers and organic materials.....	19
6 Screening by X-ray fluorescence spectrometry (XRF).....	19
6.1 Overview .....	19
6.1.1 Principle .....	21
6.1.2 Warnings.....	22
6.2 Apparatus, equipment and materials .....	22
6.2.1 XRF spectrometer .....	22
6.2.2 Materials and tools .....	22
6.3 Reagents.....	22
6.4 Sampling.....	22
6.4.1 Non-destructive approach.....	22
6.4.2 Destructive approach.....	23
6.5 Procedure .....	23
6.5.1 General .....	23
6.5.2 Preparation of the spectrometer .....	23
6.5.3 Test portion .....	24
6.5.4 Verification of spectrometer performance.....	24
6.5.5 Tests .....	25
6.5.6 Calibration.....	25
6.6 Calculations .....	26
6.7 Evaluation of the method.....	27

6.7.1	Lead .....	27
6.7.2	Mercury .....	27
6.7.3	Cadmium .....	27
6.7.4	Chromium .....	27
6.7.5	Bromine .....	28
6.8	Quality control .....	28
6.8.1	Accuracy of calibration .....	28
6.8.2	Control samples .....	28
6.9	Special cases .....	28
6.9.1	Presentation of a sample for measurement .....	28
6.9.2	Uniformity of the sample .....	29
7	Determination of mercury in polymers, metals and electronics by CV-AAS, CV-AFS, ICP-OES and ICP-MS .....	30
7.1	Overview .....	30
7.2	Apparatus, equipment and materials .....	31
7.3	Reagents .....	32
7.4	Sample preparation .....	33
7.4.1	Test portion .....	33
7.4.2	Wet digestion (digestion of electronics) .....	33
7.4.3	Microwave digestion .....	34
7.4.4	Preparation of laboratory reagent blank .....	34
7.5	Test procedure .....	34
7.5.1	Preparation of calibrant solutions .....	34
7.5.2	Development of the calibration curve .....	35
7.5.3	Measurement of the sample .....	36
7.5.4	Calculation .....	36
7.6	Evaluation of the method .....	36
8	Determination of lead and cadmium in polymers by ICP-OES, ICP-MS and AAS .....	37
8.1	Overview .....	37
8.2	Apparatus, equipment and materials .....	38
8.3	Reagents .....	39
8.4	Sample preparation .....	40
8.4.1	Test portion .....	40
8.4.2	Preparation of test solution .....	40
8.4.3	Preparation of laboratory reagent blank .....	42
8.5	Test procedure .....	42
8.5.1	Preparation of calibration solution .....	42
8.5.2	Development of the calibration curve .....	43
8.5.3	Measurement of the sample .....	43
8.5.4	Calculation .....	44
8.6	Evaluation of the method .....	44
9	Determination of lead and cadmium in metals by ICP-OES, ICP-MS and AAS .....	44
9.1	Overview .....	44
9.2	Apparatus, equipment and materials .....	45
9.3	Reagents .....	45
9.4	Sample preparation .....	46
9.4.1	Test portion .....	46
9.4.2	Preparation of the test sample solution .....	47
9.5	Preparation of laboratory reagent blank .....	48

9.6	Test procedure .....	48
9.6.1	Preparation of the calibrant .....	48
9.6.2	Measurement of the calibrant .....	49
9.6.3	Measurement of the sample .....	49
9.6.4	Calculation .....	50
9.7	Evaluation of the method .....	50
10	Determination of lead and cadmium in electronics by ICP-OES, ICP-MS and AAS .....	50
10.1	Overview .....	50
10.2	Apparatus, equipment and materials .....	51
10.3	Reagents .....	52
10.4	Sample preparation .....	53
10.4.1	Test portion .....	53
10.4.2	Digestion with aqua regia .....	53
10.4.3	Microwave digestion .....	54
10.5	Test procedure .....	55
10.5.1	Preparation of a calibrant solution .....	55
10.5.2	Standard preparation .....	55
10.5.3	Calibration .....	56
10.5.4	Development of the calibration curve .....	56
10.5.5	Measurement of the sample .....	57
10.5.6	Calculation .....	57
10.6	Evaluation of the method .....	58
Annex A	(informative) Determination of PBB and PBDE in polymers by GC-MS .....	59
Annex B	(informative) Test for the presence of hexavalent chromium (Cr(VI)) in colourless and coloured corrosion-protected coatings on metals .....	75
Annex C	(Informative) Determination of hexavalent chromium (Cr(VI)) in polymers and electronics by the colorimetric method .....	80
Annex D	(informative) Practical application of screening by X-ray fluorescence spectrometry (XRF) .....	88
Annex E	(informative) Practical application of determination of mercury in polymers, metals and electronics by CV-AAS, CV-AFS, ICP-OES and ICP-MS .....	95
Annex F	(informative) Practical application of determination of lead and cadmium in polymers by ICP-OES, ICP-MS and AAS .....	97
Annex G	(informative) Practical application of determination of lead and cadmium in metals by ICP-OES, ICP-MS and AAS .....	99
Annex H	(informative) Practical application of determination of lead and cadmium in electronics by ICP-OES, ICP-MS and AAS .....	102
Bibliography	.....	106
Figure 1	- Flow chart of the test methods .....	14
Figure A.1	- Total ion chromatogram of PBDE mixture, BDE-1 to BDE-206 (5 µg/ml), BDE-209 (50 µg/ml) .....	73
Figure A.2	- Total ion chromatogram of PBB mixture (3,5 µg/ml) .....	74
Figure A.3	- Total ion chromatogram of PBB and PBDE mixtures (BDE-1 to BDE-206 5 µg/ml, BDE-209 5,0 µg/ml, PBBs 3,5 µg/ml) .....	74
Figure E.1	- Heating digester equipped with reaction vessel, reflux cooler and absorption vessel .....	95
Figure G.1	- Background correction .....	100
Figure H.1	- Background correction .....	104

Table 1 – Overview of the content of the verification procedure .....	15
Table 2 – Tested concentration ranges for lead in materials .....	20
Table 3 – Tested concentration ranges for mercury in materials.....	20
Table 4 – Tested concentration ranges for cadmium in materials .....	20
Table 5 – Tested concentration ranges for total chromium in materials .....	20
Table 6 – Tested concentration ranges for bromine in materials.....	20
Table 7 – Recommended X-ray lines for individual analytes.....	24
Table 8 – Mean results and recovery rates of mercury obtained in the IIS2 study.....	37
Table A.1 – Matrix spiking solution .....	6
Table A.2 – Calibration solutions of PBBs and PBDEs .....	62
Table A.3 – Reference masses for the quantification of PBBs .....	67
Table A.4 – Reference masses for the quantification of PBDEs.....	67
Table A.5 – Example calculation .....	68
Table A.6 – Example list of commercially available calibration congeners considered suitable for this analysis .....	71
Table A.7 – PBB and PBDE congeners in the mixture.....	72
Table C.1 – Method detection limit = $t \times s_{n-1}$ .....	86
Table D.1 – Effect of matrix composition on limits of detection of some controlled elements.....	89
Table D.2 – Screening limits in mg/kg for regulated elements in various matrices .....	90
Table D.3 – Mean results and recovery rates for lead obtained in the IIS2 study.....	91
Table D.4 – Mean results and recovery rates for mercury obtained in the IIS2 study.....	92
Table D.5 – Mean results and recovery rates for cadmium obtained in the IIS2 study .....	92
Table D.6 – Mean results and recovery rates for total chromium obtained in the IIS2 study .....	93
Table D.7 – Mean results and recovery rates for total bromine obtained in the IIS2 study .....	94
Table E.1 – Program for microwave digestion of samples (power output for five vessels).....	96
Table F.1 – Spectral interferences for the wavelengths of cadmium and lead.....	97
Table F.2 – Examples of mass/charge (m/z) ratios.....	98
Table F.3 – Examples of wavelengths for AAS.....	98
Table G.1 – Spectral interferences for the wavelengths of cadmium and lead .....	99
Table G.2 – Examples of mass/charge (m/z) ratios .....	101
Table G.3 – Examples for wavelengths for AAS .....	101
Table H.1 – Program for microwave digestion of samples <sup>a</sup> .....	102
Table H.2 – Spectral interferences for the wavelengths of cadmium and lead .....	103
Table H.3 – Examples of mass/charge (m/z) ratios .....	105
Table H.4 – Examples of wavelengths for AAS.....	105

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**ELECTROTECHNICAL PRODUCTS –  
DETERMINATION OF LEVELS OF SIX REGULATED SUBSTANCES  
(LEAD, MERCURY, CADMIUM, HEXAVALENT CHROMIUM,  
POLYBROMINATED BIPHENYLS, POLYBROMINATED DIPHENYL ETHERS)**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organisation for standardisation comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international co-operation on all questions concerning standardisation in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organisations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organisation for Standardisation (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organisations.
- 2) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, the IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be held responsible for any product declared to be in conformity with an IEC Publication.
- 6) All users shall ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to the IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. The IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62321 has been prepared by IEC technical committee 111: Environmental standardization for electrical and electronic products and systems.

It has the status of a horizontal standard in accordance with IEC Guide 108.

The text of this standard is based on the following documents:

FDIS	Report on voting
111/116/FDIS	111/125/RVD

Full information on the voting for the approval of this standard can be found in the report on voting indicated in the above table.

This publication has been drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2.

The committee has decided that the contents of this publication will remain unchanged until the maintenance result date indicated on the IEC web site under "<http://webstore.iec.ch>" in the data related to the specific publication. At this date, the publication will be

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

Currently in preview, click buy full version

## INTRODUCTION

The widespread use of electrotechnical products has drawn increased attention to their impact on the environment. In many countries all over the world this has resulted in the adaptation of regulations affecting wastes, substances and energy use of electrotechnical products.

The use of certain substances such as lead (Pb), mercury (Hg), cadmium (Cd), hexavalent chromium (Cr(VI)) contained in inorganic and organic compounds, and two types of brominated flame retardants, polybrominated biphenyls (PBB) and polybrominated diphenyl ethers (PBDE) in electrotechnical products, is regulated in current and proposed regional legislation.

The purpose of IEC 62321 is therefore to provide test methods that will allow the electrotechnical industry to determine the levels of regulated substances Pb, Hg, Cd, Cr(VI) and their compounds, as well as PBB and PBDE in electrotechnical products on a consistent global basis.

## ELECTROTECHNICAL PRODUCTS – DETERMINATION OF LEVELS OF SIX REGULATED SUBSTANCES (LEAD, MERCURY, CADMIUM, HEXAVALENT CHROMIUM, POLYBROMINATED BIPHENYLS, POLYBROMINATED DIPHENYL ETHERS)

### 1 Scope

IEC 62321, which is an International Standard, specifies the determination of the levels of lead (Pb), mercury (Hg), cadmium (Cd), hexavalent chromium (Cr(VI)) contained in inorganic and organic compounds, and two types of brominated flame retardants, polybrominated biphenyls (PBB) and polybrominated diphenyl ethers (PBDE) contained in electrotechnical products.

This standard refers to the sample as the object to be processed and measured. The nature of the sample and the manner in which it is acquired is defined by the entity carrying out the tests and not by this standard.

NOTE 1 Further guidance on obtaining representative samples from finished electronic products to be tested for levels of regulated substances may be found in the future IEC Publicly Available Specification (PAS) for sampling disjointment<sup>1</sup>.

It is noted that the selection of the sample may affect the interpretation of the test results.

This standard does not determine:

- the definition of a “unit” or “homogenous material” as the sample;
- the disassembly procedure employed for obtaining a sample;
- assessment procedures.

NOTE 2 Further guidance on assessment procedures may be found in the future IEC Technical Specification IEC/TS 62476<sup>[1]2</sup>.

### 2 Normative references

The following referenced documents are indispensable for the application of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

ISO/IEC Guide 98:1995, *ISO Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)*

ISO 3696, *Water for analytical laboratory use – Specification and test methods*

ISO 3261, *Water quality – Determination of cadmium by atomic absorption spectrometry*

ISO 17025, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*

---

<sup>1</sup> Under consideration, no number yet assigned.

<sup>2</sup> Figures in square brackets refer to the bibliography.

## SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	115
INTRODUCTION.....	117
1 Domaine d'application .....	118
2 Références normatives.....	118
3 Termes, définitions et abréviations .....	119
3.1 Termes et définitions .....	119
3.2 Abréviations .....	120
4 Méthodes d'essai – Présentation .....	122
4.1 Champ d'application .....	122
4.2 Echantillon .....	123
4.3 Méthodes d'essai – Organigramme.....	123
4.4 Adaptation à la matrice.....	125
4.5 Limites de détection (LOD) et limites de quantification (LOQ).....	125
4.6 Rapport d'essai .....	126
4.7 Autres méthodes d'essai .....	127
5 Préparation mécanique de l'échantillon .....	127
5.1 Présentation.....	127
5.1.1 Champ d'application .....	127
5.1.2 Assurance qualité.....	127
5.2 Appareillage, équipements et matériaux.....	128
5.3 Mode opératoire .....	128
5.3.1 Coupe manuelle .....	128
5.3.2 Broyage primaire .....	128
5.3.3 Homogénéisation.....	129
5.3.4 Broyage fin.....	129
5.3.5 Broyage très fin de polymères et matières organiques .....	129
6 Détection par spectrométrie par fluorescence X (XRF) .....	129
6.1 Présentation.....	129
6.1.1 Principe.....	132
6.1.2 Avertissements.....	132
6.2 Appareillage, équipements et matériaux.....	133
6.2.1 Spectromètre XRF .....	133
6.2.2 Matériaux et outils .....	133
6.3 Réactifs.....	133
6.4 Echantillonnage.....	133
6.4.1 Approche non destructive .....	133
6.4.2 Approche destructive.....	134
6.5 Mode opératoire .....	134
6.5.1 Généralités.....	134
6.5.2 Préparation du spectromètre .....	134
6.5.3 Prise d'essai.....	135
6.5.4 Vérification des performances du spectromètre .....	135
6.5.5 Essais .....	136
6.5.6 Etalonnage .....	136
6.6 Calculs.....	137
6.7 Evaluation de la méthode .....	138

6.7.1	Plomb .....	138
6.7.2	Mercure .....	139
6.7.3	Cadmium .....	139
6.7.4	Chrome .....	139
6.7.5	Brome .....	139
6.8	Contrôle de la qualité .....	139
6.8.1	Exactitude de l'étalonnage .....	139
6.8.2	Echantillons témoins .....	140
6.9	Cas spéciaux .....	140
6.9.1	Présentation d'un échantillon à mesurer .....	140
6.9.2	Uniformité de l'échantillon .....	141
7	Détermination du mercure dans les polymères, métaux et produits électroniques par CV-AAS, CV-AFS, ICP-OES et ICP-MS .....	142
7.1	Présentation .....	142
7.2	Appareillage, équipements et matériaux .....	143
7.3	Réactifs .....	144
7.4	Préparation des échantillons .....	145
7.4.1	Prise d'essai .....	145
7.4.2	Digestion par voie humide (digestion de produits électroniques) .....	146
7.4.3	Digestion aux micro-ondes .....	146
7.4.4	Préparation du réactif témoin de laboratoire .....	147
7.5	Procédure d'essai .....	147
7.5.1	Préparation des solutions d'étalonnage .....	147
7.5.2	Elaboration de la courbe d'étalonnage .....	147
7.5.3	Mesure de l'échantillon .....	148
7.5.4	Calcul .....	148
7.6	Evaluation de la méthode .....	149
8	Détermination du plomb et du cadmium dans des polymères par ICP-OES, ICP-MS et AAS .....	149
8.1	Présentation .....	149
8.2	Appareillage, équipements et matériaux .....	150
8.3	Réactifs .....	151
8.4	Préparation des échantillons .....	152
8.4.1	Prise d'essai .....	152
8.4.2	Préparation de la solution d'essai .....	153
8.4.3	Préparation du réactif témoin de laboratoire .....	155
8.5	Procédure d'essai .....	155
8.5.1	Préparation de la solution d'étalonnage .....	156
8.5.2	Elaboration de la courbe d'étalonnage .....	156
8.5.3	Mesure de l'échantillon .....	157
8.5.4	Calcul .....	157
8.6	Evaluation de la méthode .....	157
9	Détermination du plomb et du cadmium dans les métaux par ICP-OES, ICP-MS et AAS .....	158
9.1	Présentation .....	158
9.2	Appareillage, équipements et matériaux .....	158
9.3	Réactifs .....	159
9.4	Préparation des échantillons .....	160
9.4.1	Prise d'essai .....	160

9.4.2	Préparation de la solution d'échantillon d'essai.....	160
9.5	Préparation du réactif témoin de laboratoire .....	162
9.6	Procédure d'essai.....	162
9.6.1	Préparation de l'étalon .....	162
9.6.2	Mesure de l'étalon .....	163
9.6.3	Mesure de l'échantillon .....	163
9.6.4	Calcul.....	164
9.7	Evaluation de la méthode .....	164
10	Détermination du plomb et du cadmium dans les produits électroniques par ICP-OES, ICP-MS et AAS .....	164
10.1	Présentation.....	164
10.2	Appareillage, équipements et matériaux .....	165
10.3	Réactifs.....	166
10.4	Préparation des échantillons .....	167
10.4.1	Prise d'essai.....	168
10.4.2	Digestion à l'eau régale .....	168
10.4.3	Digestion aux micro-ondes .....	168
10.5	Procédure d'essai.....	169
10.5.1	Préparation d'une solution d'étalonnage .....	170
10.5.2	Préparation de l'étalon.....	170
10.5.3	Etalonnage .....	171
10.5.4	Elaboration de la courbe d'étalonnage .....	171
10.5.5	Mesure de l'échantillon .....	172
10.5.6	Calcul.....	172
10.6	Evaluation de la méthode .....	173
	Annexe A (informative) Détermination du PBB et du PBDE présents dans les polymères par la méthode GC-MS .....	174
	Annexe B (informative) Essai de détermination de la présence de chrome hexavalent (Cr(VI)) dans les revêtements incolores et colorés de protection anticorrosion appliqués sur les métaux .....	190
	Annexe C (informative) Détermination du chrome hexavalent (Cr VI) dans des polymères et des produits électroniques par la méthode colorimétrique .....	195
	Annexe D (informative) Application pratique de détection par spectrométrie par fluorescence X (XRF).....	203
	Annexe E (informative) Application pratique de la détermination du mercure dans les polymères, les métaux et les produits électroniques par CV-AAS, AFS, ICP-OES et ICP-MS .....	211
	Annexe F (informative) Application pratique de la détermination du plomb et du cadmium dans les polymères par ICP-OES, ICP-MS et AAS .....	213
	Annexe G (informative) Application pratique de la détermination du plomb et du cadmium dans les métaux par ICP-OES, ICP-MS et AAS.....	215
	Annexe H (informative) Application pratique de la détermination du plomb et du cadmium dans les produits électroniques par ICP-OES, ICP-MS et AAS.....	219
	Bibliographie.....	223
	Figure 1 – Organigramme des méthodes d'essai.....	123
	Figure A.1 – Chromatogramme d'ionisation totale du mélange PBDE, BDE-1 à BDE-206 (5 µg/ml), BDE-209 (50 µg/ml) .....	188
	Figure A.2 – Chromatogramme d'ionisation totale du mélange PBB (3,5 µg/ml) .....	189

Figure A.3 – Chromatogramme d'ionisation totale des mélanges PBB et PBDE (BDE-1 à BDE-206, 5 µg/ml, BDE-209, 5,0 µg/ml, PBB, 3,5 µg/ml).....	189
Figure E.1 – Digesteur chauffant équipé d'un récipient de réaction, d'un réfrigérant à reflux et d'un récipient d'absorption.....	211
Figure G.1 – Correction de fond.....	217
Figure H.1 – Correction de fond.....	221
Tableau 1 – Récapitulatif du contenu de la procédure d'essai de vérification .....	125
Tableau 2 – Plages de concentration de plomb soumises à l'essai dans des matériaux .....	130
Tableau 3 – Plages de concentration de mercure soumises à l'essai dans des matériaux.....	130
Tableau 4 – Plages de concentration de cadmium soumises à l'essai dans des matériaux.....	130
Tableau 5 – Plages de concentration de chrome total soumises à l'essai dans des matériaux.....	131
Tableau 6 – Plages de concentration de brome soumises à l'essai dans des matériaux.....	131
Tableau 7 – Raies de rayon X recommandées pour les analytes individuels .....	135
Tableau 8 – Résultats moyens et taux de rétablissement pour le mercure obtenus au cours de l'étude IIS2 .....	149
Tableau A.1 – Solution de dopage de la matrice .....	176
Tableau A.2 – Solutions d'étalonnage de PBB et PBDE .....	178
Tableau A.3 – Masses de référence pour la quantification des PBB.....	182
Tableau A.4 – Masses de référence pour la quantification des PBDE.....	182
Tableau A.5 – Exemple de calcul .....	183
Tableau A.6 – Exemple de liste de congénères d'étalonnage disponibles dans le commerce et considérés appropriés pour la présente analyse .....	186
Tableau A.7 – Congénères PBB et PBDE dans le mélange .....	188
Tableau C.1 – Limite de détection de la méthode = $t \times s_{n-1}$ .....	202
Tableau D.1 – Effet de la composition de la matrice sur les limites de détection de certains éléments contrôlés .....	204
Tableau D.2 – Limites de détection en mg/kg pour les éléments réglementés dans diverses matrices.....	205
Tableau D.3 – Résultats moyens et taux de rétablissement pour le plomb obtenus au cours de l'étude IIS2 .....	207
Tableau D.4 – Résultats moyens et taux de rétablissement pour le mercure, obtenus au cours de l'étude IIS2 .....	208
Tableau D.5 – Résultats moyens et taux de rétablissement pour le cadmium, obtenus au cours de l'étude IIS2 .....	208
Tableau D.6 – Résultats moyens et taux de rétablissement pour le chrome total, obtenus au cours de l'étude IIS2 .....	209
Tableau D.7 – Résultats moyens et taux de rétablissement pour le brome total, obtenus au cours de l'étude IIS2.....	210
Tableau E.1 – Programme de digestion des échantillons aux micro-ondes (puissance fournie pour cinq récipients).....	212
Tableau F.1 – Interférences spectrales pour les longueurs d'onde du cadmium et du plomb .....	213
Tableau F.2 – Exemples de rapports masse/charge (m/z).....	214
Tableau F.3 – Exemples de longueurs d'ondes pour AAS .....	214

Tableau G.1 – Interférences spectrales pour les longueurs d'onde du cadmium et du plomb .....	215
Tableau G.2 – Exemples de rapports masse/charge (m/z) .....	218
Tableau G.3 – Exemples de longueurs d'onde pour AAS.....	218
Tableau H.1 – Programme pour la digestion d'échantillons aux micro-ondes.....	219
Tableau H.2 – Interférences spectrales pour les longueurs d'onde du cadmium et du plomb .....	219
Tableau H.3 – Exemples de rapports masse/charge (m/z).....	222
Tableau H.4 – Exemples de longueurs d'ondes pour AAS .....	222

## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**PRODUITS ÉLECTROTECHNIQUES –  
DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE SIX SUBSTANCES RÉGLEMENTÉES  
(PLOMB, MERCURE, CADMIUM, CHROME HEXAVALENT, DIPHENYLES  
POLYBROMES, DIPHENYLETHERS POLYBROMES)**

## AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés «Publication(s) de la CEI»). Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de la CEI intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de la CEI se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de la CEI. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que la CEI s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; la CEI ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de la CEI dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de la CEI et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) La CEI n'a prévu aucune procédure de marquage valant indication d'approbation et n'engage pas sa responsabilité pour les équipements déclarés conformes à une de ses Publications.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à la CEI, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de la CEI, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de la CEI ou de toute autre Publication de la CEI, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de la CEI peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. La CEI ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale CEI 62321 a été établie par le comité d'études 111 de la CEI: Normalisation environnementale pour les produits et les systèmes électriques et électroniques.

Elle a le statut de norme horizontale conformément au Guide 108.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

FDIS	Rapport de vote
111/116/FDIS	111/125/RVD

Le rapport de vote indiqué dans le tableau ci-dessus donne toute information sur le vote ayant abouti à l'approbation de cette norme.

Cette publication a été rédigée selon les Directives ISO/CEI, Partie 2.

Le comité a décidé que le contenu de cette publication ne sera pas modifié avant la date de maintenance indiquée sur le site web de la CEI sous «<http://webstore.iec.ch>» dans les données relatives à la publication recherchée. A cette date, la publication sera

- reconduite,
- supprimée,
- remplacée par une édition révisée, ou
- amendée.

## INTRODUCTION

L'utilisation largement répandue des produits électrotechniques a attiré une attention accrue concernant leur impact sur l'environnement. Dans de nombreux pays, dans le monde entier, ceci a conduit à une adaptation des réglementations relatives aux déchets, aux substances et à la consommation d'énergie des produits électrotechniques.

L'emploi de certaines substances comme le plomb (Pb), le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le chrome hexavalent (Cr(VI)) contenus dans des composés inorganiques et organiques, ainsi que deux types de retardateurs de flammes bromés (diphényles polybromés (PBB), et diphényles éthers polybromés (PBDE) dans les produits électrotechniques est réglementé par la législation régionale en vigueur et en cours d'élaboration.

L'objet de la CEI 62321 est par conséquent de fournir, à une échelle mondiale cohérente, des méthodes d'essai qui permettront à l'industrie électrotechnique de déterminer les niveaux des substances réglementées Pb, Hg, Cd, Cr(VI) et leurs composés ainsi que les PBB et les PBDE dans les produits électrotechniques.

## **PRODUITS ÉLECTROTECHNIQUES – DÉTERMINATION DES NIVEAUX DE SIX SUBSTANCES RÉGLEMENTÉES (PLOMB, MERCURE, CADMIUM, CHROME HEXAVALENT, DIPHENYLES POLYBROMES, DIPHENYLETHERS POLYBROMES)**

### **1 Domaine d'application**

La CEI 62321, qui est une Norme internationale, spécifie la détermination des niveaux de plomb (Pb), de mercure (Hg), de cadmium (Cd), de chrome hexavalent (Cr(VI)) contenus dans des composés inorganiques et organiques, ainsi que de deux types de retardateurs de flammes bromés, diphényles polybromés (PBB) et diphényles éthers polybromés (PBDE) contenus dans les produits électrotechniques.

Cette norme fait référence à l'échantillon comme étant l'objet à traiter et à mesurer. L'entité qui réalise les essais définit la nature de l'échantillon et la manière de l'obtenir, et non pas la présente norme.

NOTE 1 Des instructions supplémentaires quant à la manière d'obtenir des échantillons représentatifs à partir de produits électroniques finis afin de vérifier leur teneur en substances réglementées peuvent être trouvées dans la future norme CEI/PAS (PAS: *Publicly Available Specification – Spécification Accessible au Public*) relative au désassemblage pour échantillonnage.<sup>1</sup>

Il est à noter que la sélection de l'échantillon peut affecter l'interprétation des résultats des essais.

La présente norme ne détermine pas:

- la définition d'une «unité» ou d'une «matière homogène» comme échantillon;
- la procédure de démontage permettant d'obtenir un échantillon;
- les procédures d'évaluation.

NOTE 2 Des instructions supplémentaires concernant les procédures d'évaluation sont données dans la future Spécification Technique CEI/TS 62476<sup>1)2</sup>.

### **2 Références normatives**

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO/CEI Guide 98:1995, *Guide ISO pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM)*

ISO 3696, *Eau pour laboratoire à usage analytique – Spécification et méthodes d'essai*

ISO 5961, *Qualité de l'eau – Dosage du cadmium par spectrométrie d'absorption atomique*

ISO 17025, *Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*

---

<sup>1</sup> A l'étude, aucun numéro n'est encore attribué.

<sup>2</sup> Les chiffres entre crochets se réfèrent à la bibliographie.