

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60576

Première édition
First edition
1977-01

**Equipement portatif de radiocarottage
(jusqu'à 300 m): Caractéristiques générales**

**Portable bore-hole logging equipment
(down to 300 m): General characteristics**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 60576: 1977

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60000.

Publications consolidées

Les versions consolidées de certaines publications de la CEI incorporant les amendements sont disponibles. Par exemple, les numéros d'édition 1.0, 1.1 et 1.2 indiquent respectivement la publication de base, la publication de base incorporant l'amendement 1, et la publication de base incorporant les amendements 1 et 2.

Validité de la présente publication

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu par la CEI afin qu'il reflète l'état actuel de la technique.

Des renseignements relatifs à la date de reconfirmation de la publication sont disponibles dans le Catalogue de la CEI.

Les renseignements relatifs à des questions à l'étude et des travaux en cours entrepris par le comité technique qui a établi cette publication, ainsi que la liste des publications établies, se trouvent dans les documents ci-dessous:

- «Site web» de la CEI*
- **Catalogue des publications de la CEI**
Publié annuellement et mis à jour régulièrement
(Catalogue en ligne)*
- **Bulletin de la CEI**
Disponible à la fois au «site web» de la CEI* et comme périodique imprimé

Terminologie, symboles graphiques et littéraux

En ce qui concerne la terminologie générale, le lecteur se reportera à la CEI 60050: *Vocabulaire Electrotechnique International* (VEI).

Pour les symboles graphiques, les symboles littéraux et les signes d'usage général approuvés par la CEI, le lecteur consultera la CEI 60027: *Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique*, la CEI 60417: *Symboles graphiques utilisables sur le matériel. Index, relevé et compilation des feuilles individuelles*, et la CEI 60617: *Symboles graphiques pour schémas*.

* Voir adresse «site web» sur la page de titre.

Numbering

As from 1 January 1997 all IEC publications are issued with a designation in the 60000 series.

Consolidated publications

Consolidated versions of some IEC publications including amendments are available. For example, edition numbers 1.0, 1.1 and 1.2 refer, respectively, to the base publication, the base publication incorporating amendment 1 and the base publication incorporating amendments 1 and 2.

Validity of this publication

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC, thus ensuring that the content reflects current technology.

Information relating to the date of the reconfirmation of the publication is available in the IEC catalogue.

Information on the subjects under consideration and work in progress undertaken by the technical committee which has prepared this publication, as well as the list of publications issued, is to be found at the following IEC sources:

- **IEC web site***
- **Catalogue of IEC publications**
Published yearly with regular updates
(On-line catalogue)*
- **IEC Bulletin**
Available both at the IEC web site* and as a printed periodical

Terminology, graphical and letter symbols

For general terminology, readers are referred to IEC 60050: *International Electrotechnical Vocabulary* (IEV).

For graphical symbols, and letter symbols and signs approved by the IEC for general use, readers are referred to publications IEC 60027: *Letter symbols to be used in electrical technology*, IEC 60417: *Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets* and IEC 60617: *Graphical symbols for diagrams*.

* See web site address on title page.

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC**

60576

Première édition
First edition
1977-01

**Equipement portatif de radiocarottage
(jusqu'à 300 m): Caractéristiques générales**

**Portable bore-hole logging equipment
(down to 300 m): General characteristics**

© IEC 1977 Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

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.

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying and microfilm, without permission in writing from the publisher.

International Electrotechnical Commission
Telefax: +41 22 919 0300

3, rue de Varembé Geneva, Switzerland
e-mail: inmail@iec.ch IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

R

*Pour prix, voir catalogue en vigueur
For price, see current catalogue*

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

Articles

1. Domaine d'application	6
2. Objet	6
3. Terminologie	6
4. Conditions d'essais	8
5. Catégories d'appareils	8

CHAPITRE II: PRESCRIPTIONS

SECTION UN — SONDE

6. Enveloppe.	10
7. Détecteur et circuits électroniques associés	10
8. Résistance à l'environnement	18
9. Manuel d'instructions	18

SECTION DEUX — LIAISON SONDE-SURFACE

10. Câble porteur	20
11. Enrouleur et bathymètre	22
12. Dispositif rigide ou semi-rigide de liaison	22

SECTION TROIS — ICTOMÈTRE

13. Ictomètre numérique	22
14. Ictomètre analogique.	24

SECTION QUATRE — ENREGISTREUR

15. Enregistreur potentiométrique (à action indirecte).	30
16. Enregistreur galvanométrique (à action directe).	32
17. Défilement du papier.	32
18. Inscriptions	34
19. Environnement	34
20. Manuel d'instructions	34

SECTION CINQ — SÉCURITÉ

21. Liaisons électriques des parties métalliques extérieures accessibles.	36
22. Protection des parties conductrices accessibles des connecteurs sous tension (autre que la très basse tension de sécurité).	36
23. Marquage des appareils	36

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5

CHAPTER I: GENERAL

Clause

1. Scope	7
2. Object	7
3. Terminology	7
4. Test conditions	9
5. Categories of instruments	9

CHAPTER II: REQUIREMENTS

SECTION ONE — PROBE

6. Shell	11
7. Detector and associated electronic circuits	11
8. Resistance to the environment	19
9. Instruction manual	19

SECTION TWO — PROBE-SURFACE CONNECTION

10. Supporting cable	21
11. Cable winder and bathymeter	23
12. Rigid or semi-rigid connecting device	23

SECTION THREE — COUNTING RATEMETER

13. Digital counting ratemeter	23
14. Analogue counting ratemeter	25

SECTION FOUR — RECORDER

15. Potentiometric recorder (indirect acting)	31
16. Galvanometric recorder (direct acting)	33
17. Paper driving	33
18. Marking	35
19. Environment	35
20. Instruction manual	35

SECTION FIVE — SAFETY

21. Electrical connection of accessible external metal parts	37
22. Protective device for accessible conductive parts of live connectors (excluding safety extra-low voltage)	37
23. Marking	37

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**ÉQUIPEMENT PORTATIF DE RADIOCAROTTAGE (JUSQU'À 300 m):
CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES**

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par des Comités d'Etudes où sont représentés tous les Comités nationaux s'intéressant à ces questions, expriment dans la plus grande mesure possible un accord international sur les sujets examinés.
- 2) Ces décisions constituent des recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 3) Dans le but d'encourager l'unification internationale, la CEI exprime le vœu que tous les Comités nationaux adoptent dans leurs règles nationales le texte de la recommandation de la CEI, dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Toute divergence entre la recommandation de la CEI et la règle nationale correspondante doit, dans la mesure du possible, être indiquée en termes clairs dans cette dernière.

PRÉFACE

La présente norme a été établie par le Comité d'Etudes N° 45 de la CEI. Instrumentation nucléaire.

Le premier projet fut discuté lors de la réunion tenue à Londres en 1972 et fut révisé lors des réunions suivantes tenues à La Haye en 1973 et à Milan en 1974. A la suite de cette dernière réunion, un projet, document 45(Bureau Central)89 fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en mars 1975. Des modifications, document 45(Bureau Central)97, furent soumises à l'approbation des Comités nationaux suivant la Procédure des Deux Mois en février 1976.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement en faveur de la publication:

Afrique du Sud (République d')	Israël	Suisse
Australie	Italie	Tchécoslovaquie
Belgique	Japon	Turquie
Canada	Pologne	Union des Républiques
Etats-Unis d'Amérique	Roumanie	Socialistes Soviétiques
Finlande	Royaume-Uni	Yougoslavie
France	Suède	

Autres publications de la CEI citées dans la présente norme:

- Publications n°s 50(391): Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.); Chapitre 391, Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants.
- 68-2-30: Essais fondamentaux climatiques et de robustesse mécanique, Deuxième partie: Essais — Essai Db: Essai cyclique de chaleur humide (cycle de 12 + 12 heures).
- 86: Piles électriques.
- 201: Sources d'alimentation des appareils portatifs de prospection de matières radio-actives.
- 253: Alimentation des appareils de prospection radiométrique portés par véhicules aéronautiques ou terrestres.
- 258: Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires.
- 348: Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques.
- 359: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques.
- 412: Dimensions normales des scintillateurs.
- 421: Radiamètres portatifs de prospection à tube compteur de Geiger-Müller (appareils à lecture linéaire).

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**PORTABLE BORE-HOLE LOGGING EQUIPMENT (DOWN TO 300 m):
GENERAL CHARACTERISTICS**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 45, Nuclear Instrumentation.

The first draft was discussed at the meeting held in London in 1972, and was revised during the following meetings in The Hague in 1973 and in Milan in 1974. As a result of this latter meeting, a draft, Document 45(Central Office)89, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in March 1975. Amendments, Document 45(Central Office)97, were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in February 1976.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Italy	Turkey
Belgium	Japan	Union of Soviet
Canada	Poland	Socialist Republics
Czechoslovakia	Romania	United Kingdom
Finland	South Africa (Republic of)	United States of America
France	Sweden	Yugoslavia
Israel	Switzerland	

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 50(391): International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.); Chapter 391, Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electric Means.
- 68-2-30: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests — Test Db: Damp Heat, Cyclic (12 ÷ 12-hour Cycle).
- 86: Primary Cells and Batteries.
- 201: Power Sources for Portable Prospecting Equipment for Radioactive Materials.
- 253: Power Supply for Air and Land Vehicle-mounted Prospection Equipment for Radioactive Materials.
- 258: Direct Acting Recording Electrical Measuring Instruments and their Accessories.
- 348: Safety Requirements for Electronic Measuring Apparatus.
- 359: Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment.
- 412: Standard Dimensions of Scintillators.
- 421: Portable Prospecting Radiation Meters with Geiger-Müller Counter Tube (Linear Scale Instruments).

ÉQUIPEMENT PORTATIF DE RADIOCAROTTAGE (JUSQU'À 300 m): CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES

CHAPITRE I: GÉNÉRALITÉS

1. Domaine d'application

La présente norme s'applique aux appareillages composés d'éléments autonomes et facilement transportables destinés soit à des mesures de radioactivité des roches, soit à des mesures d'estimation et d'exploitation de gisements. Elle ne s'applique pas aux équipements simplifiés pour exploration à des profondeurs inférieures à 20 m, ni aux équipements montés sur véhicule.

L'équipement comprend:

- 1.1 Une ou plusieurs sondes de mesure (carottage gamma naturel).
- 1.2 Un dispositif assurant la liaison mécanique et électrique de la sonde avec l'appareillage de mesure pouvant comprendre:
 - soit un câble porteur avec enrouleur et poulie mesurant la longueur de câble défilé (bathymètre) pour les forages dans lesquels la sonde descend par gravité (pendages verticaux ou subverticaux, supérieurs à 55 grades [50°] par rapport à l'horizontale),
 - soit un dispositif rigide ou semi-rigide pour faire progresser la sonde dans les forages dont le pendage est inférieur à 55 grades (50°) par rapport à l'horizontale.
- 1.3 Un appareil indicateur de mesure radiométrique, habituellement un ictomètre.
- 1.4 Eventuellement un enregistreur de mesure habituellement analogique, dont le déroulement est proportionnel au déplacement de la sonde. On peut aussi utiliser un enregistreur numérique ou un système d'acquisition de données qui indiquera la position de la sonde dans le forage.

2. Objet

Etablir des règles uniformes pour les caractéristiques de chacun des constituants et pour les méthodes d'essais correspondantes.

3. Terminologie

La terminologie générale est en accord avec les définitions de la Publication 421 de la CEI: Radiamètres portatifs de prospection à tube compteur de Geiger-Müller (appareils à lecture linéaire).

Pour l'évaluation des qualités de fonctionnement, la terminologie fixée par la Publication 359 de la CEI: Expression des qualités de fonctionnement des équipements de mesure électroniques, a été appliquée.

PORTABLE BORE-HOLE LOGGING EQUIPMENT (DOWN TO 300 m): GENERAL CHARACTERISTICS

CHAPTER I: GENERAL

1. Scope

This standard applies to equipment consisting of easily transportable autonomous components, and is intended for measurements of rock radioactivity or for measurements concerned with the evaluation and working of deposits. It does not apply to simple instruments for exploration at less than 20 m in depth, nor to vehicle-mounted equipment.

The equipment includes:

- 1.1 One or several measuring probes (natural background gamma logging).
- 1.2 A device for the mechanical and electrical connection of the probe with the measuring equipment which may include:
 - a supporting cable with a winder and pulley measuring the length of cable released (bathymeter) for logging where the probe descends by gravity (vertical or subvertical dips of more than 55 grades [50°] with respect to the horizontal),
 - a rigid or semi-rigid device to move the probe forward in holes having dips of less than 55 grades (50°) with respect to the horizontal.
- 1.3 A radiometric indicator, usually a counting ratemeter.
- 1.4 Possibly a recording device, usually of analogue type, the operation of which is proportional to the movement of the probe. Use could also be made of a digital recording device or of a data acquisition system which records probe position in the hole.

2. Object

To establish uniform requirements for the characteristics of each component and for each corresponding test method.

3. Terminology

The general terminology is in agreement with the definitions of IEC Publication 421. Portable Prospecting Radiation Meters with Geiger-Müller Counter Tube (Linear Scale Instruments).

For evaluation of functional performances, the terminology fixed by IEC Publication 359, Expression of the Functional Performance of Electronic Measuring Equipment, has been applied.

Le terme « sonde » est employé suivant l'acception donnée dans le chapitre 391 du Vocabulaire Electrotechnique International (V.E.I.): Détection et mesure par voie électrique des rayonnements ionisants:

« Partie d'un ensemble de mesure de rayonnements ionisants constituée d'une enveloppe de forme géométrique appropriée contenant un détecteur de rayonnement et éventuellement un préamplificateur et certains éléments fonctionnels. Sa forme et sa constitution sont généralement telles qu'elles permettent son utilisation, soit dans des endroits dont l'accès est difficile ou qui sont éloignés des appareils associés, soit pour l'exploration d'une surface ou d'un volume. » (V.E.I. 391-13-05)

4. Conditions d'essais

Sauf spécification contraire mentionnée dans la présente norme pour certains types de matériel, les conditions de référence, les conditions normales d'essais, les conditions nominales et limites de fonctionnement, les conditions de stockage et de transport sont les mêmes que pour les radiamètres portatifs de prospection à tube compteur de Geiger-Müller et sont indiquées dans la Publication 421 de la CEI.

5. Catégories d'appareils

Les appareils sont répartis en deux catégories qui diffèrent par les conditions d'environnement qu'ils peuvent supporter.

Catégorie A: appareils destinés à être utilisés dans les régions tempérées ou tropicales.

Catégorie B: appareils destinés à être utilisés dans les régions froides.

Ces catégories sont divisées en classes de précision, conformément au paragraphe 14.2.

The term “probe” is used within the meaning of Chapter 391 of the International Electrotechnical Vocabulary (I.E.V.), Detection and Measurement of Ionizing Radiation by Electric Means:

“That part of a radiation measuring assembly consisting of an envelope of convenient geometrical form containing a radiation detector and possibly a preamplifier and certain functional units. Its form and construction are usually such as to permit its operation in places of difficult access, or remote from the associated apparatus, or for scanning of a surface or volume.” (I.E.V. 391-13-05)

4. Test conditions

Unless otherwise mentioned in this standard for certain types of instruments, the reference conditions, the standard test conditions, the rated and the limit operating conditions, the storage and transport conditions are the same as for the Geiger-Müller counter tube prospecting portable radiation meters and are described in IEC Publication 421.

5. Categories of instruments

Two categories of instruments are defined, differing by the environmental conditions that they shall withstand.

Category A: Instruments intended for use in temperate or tropical regions.

Category B: Instruments intended for use in cold regions.

These categories are divided into accuracy classes, as in Sub-clause 14.2.

CHAPITRE II: PRESCRIPTIONS

SECTION UN — SONDE

La sonde est constituée par une enveloppe contenant le détecteur et les circuits électroniques nécessaires au conditionnement des signaux et à l'alimentation.

Les teneurs en uranium s'étagent de quelques millièmes à plusieurs dixièmes. Les débits de fluence interceptés varient donc dans un rapport de plus de 10^4 . Compte tenu de l'allure aléatoire du phénomène mesuré, il peut être désirable de prévoir plusieurs types de sonde pour couvrir cette plage.

6. Enveloppe

6.1 L'enveloppe de la sonde doit être en matière résistant à la corrosion, à l'abrasion et aux efforts mécaniques, sans action magnétique sur les éléments contenus; les matières recommandées sont l'acier inoxydable, le laiton ou le bronze. On devra apporter des soins particuliers dans le cas d'utilisation d'assemblages acier inox/acier inox par raccords filetés, en raison de difficultés possibles lors du démontage.

6.2 Le diamètre de la sonde doit être compatible avec celui des forages à explorer. Les diamètres de forages pour la recherche d'uranium s'échelonnant de 27 mm à 152 mm environ, les diamètres recommandés sont:

22 ± 1 mm $\frac{7}{8}$ in	25 ± 1 mm 1 in	34 ± 1 mm $1\frac{3}{8}$ in	43 ± 1 mm $1\frac{11}{16}$ in	52 ± 2 mm $2\frac{1}{16}$ in
-----------------------------------	-----------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

6.3 La longueur totale de la sonde n'excédera pas 1,5 m.

6.4 La sonde doit être étanche et pouvoir résister aux pressions d'eau et de boue rencontrées dans les forages; l'épaisseur du corps de la sonde ne sera pas inférieure à 1 mm; chaque sonde sera contrôlée sous une pression d'eau de $8 \cdot 10^6$ Pa, maintenue durant 1 h. A l'issue de cette épreuve, un contrôle de bon fonctionnement sera effectué.

6.5 Le raccordement de la sonde au pied du câble ne doit pas exiger d'outillage particulier et l'opération doit pouvoir être effectuée rapidement.

7. Détecteur et circuits électroniques associés

Le dispositif de détection est habituellement un tube compteur de Geiger-Müller ou un scintillateur. Il faut tenir compte, dans le choix des dimensions du détecteur, en particulier pour sa longueur, des conditions de travail prévues: épaisseur des anomalies à déceler, vitesse d'exploration, temps de réponse du circuit de mesure, mode de mesure (à l'arrêt, par points ou en continu).

En effet, pour enregistrer la valeur maximale d'une anomalie de faible épaisseur, il est nécessaire que le détecteur « séjourne » en regard de cette anomalie durant deux constantes de temps du circuit (2 RC) pour une approximation de 13% et durant 4 RC pour une approximation de 2%.

CHAPTER II: REQUIREMENTS

SECTION ONE — PROBE

The probe consists of a casing containing the detector and the electronic circuits necessary for shaping the signals and supplying power.

As uranium content ranges from a few millionths to several tenths, the flux densities intercepted vary in a ratio of more than 10^4 . In view of the random character of the phenomenon measured, it may be desirable to provide several types of probe to cover this range.

6. Shell

6.1 The shell of the probe shall be of non-corrosive material resistant to abrasion and mechanical forces and not having any magnetic effect on the components inside it: the recommended materials are stainless steel, brass or bronze. Special care should be taken in using stainless steel/stainless steel threaded joints, because of possible problems in dismantling.

6.2 The probe diameter shall be compatible with that of the holes being explored. Diameters of uranium prospecting holes ranging approximatively from 27 mm to 152 mm, the recommended probe diameters are:

22 ± 1 mm $\frac{7}{8}$ in	25 ± 1 mm 1 in	32 ± 1 mm $1\frac{3}{8}$ in	43 ± 1 mm $1\frac{11}{16}$ in	52 ± 2 mm $2\frac{1}{16}$ in
-----------------------------------	-----------------------	------------------------------------	--------------------------------------	-------------------------------------

6.3 The length of the probe shall not exceed 1.5 m.

6.4 The probe shall be waterproof and able to withstand the pressures of water or dirt encountered in the bore-holes: the thickness of the body of the probe should be not less than 1 mm; each probe should be checked under a water pressure of $8 \cdot 10^6$ Pa maintained for 1 h. On completion of this test, the device should be checked for proper functioning.

6.5 The connecting of the probe to the end of the cable shall not require any special tools and it shall be possible to perform the operation rapidly.

7. Detector and associated electronic circuits

The detection device is usually a Geiger-Müller counter tube or a scintillator. When selecting the dimensions of the detector, in particular the length, account should be taken of the type of working conditions envisaged: the thickness of the anomalies to be detected, the rate of exploration, the response time of the measuring circuit, the mode of measurement (at a single point, at a number of discrete points or continuously).

The reason for this is that, in order to record the maximum value of an anomaly of slight thickness, it is necessary for the detector to "dwell" opposite that anomaly for two circuit time constants (2 RC) for a 13% approximation and 4 RC for a 2% approximation.

Dans le cas de mesure par défilement continu du détecteur, celui-ci devra donc avoir une longueur suffisante. D'autre part, il faut tenir compte dans ce cas du fait que les « fronts » de montée et de descente apparaissent allongés sur l'enregistrement d'une valeur correspondant à 4 RC et que la longueur apparente de l'anomalie est augmentée de la longueur du détecteur et de celle du front de descente.

Par exemple, pour une vitesse de défilement de 0,6 m/min et avec $2 RC = 2 s$, il faut au moins 2 cm de longueur de détecteur pour déterminer l'amplitude d'une anomalie « fine et collimatée » à 13% près (4 cm pour 2% près). Le front de montée est allongé de 4 cm et la longueur de l'anomalie est augmentée de la longueur du détecteur majorée de 4 cm.

Avec un détecteur de 10 cm et pour $2 RC = 4 s$, la vitesse maximale pour déterminer une telle anomalie à 13% près sera 1,5 m/min (0,75 m/min à 2% près).

7.1 Sondes à tube compteur de Geiger-Müller

Les sondes à tube compteur de Geiger-Müller sont souvent utilisées dans la localisation, l'estimation et l'exploitation des gisements de minerais radioactifs.

La sonde peut comporter un ou plusieurs tubes de Geiger-Müller.

7.1.1 Dimensions

La longueur utile ne sera pas supérieure à 10 cm, afin de permettre une localisation précise.

7.1.2 Circuits électroniques associés

Ces circuits seront tels qu'après passage à travers 300 m de câble connecté à l'appareil de mesure préconisé, les caractéristiques ci-dessous soient obtenues selon l'usage de la sonde:

- a) dans un milieu homogène et infini à 0,1% d'uranium à l'équilibre, $14 < Z_{eq}^* < 18$, ou modèle équivalent (à l'étude):
 - le taux de comptage sera supérieur à 40 c.s^{-1} ;
 - la différence de rendement de détection entre deux sondes de même type sera dans les conditions normales d'essais inférieure ou égale à $\pm 7\%$, dans les conditions nominales de fonctionnement inférieure ou égale à $\pm 10\%$, et dans les conditions limites de fonctionnement inférieure ou égale à $\pm 15\%$;
 - le temps de résolution ne sera pas supérieur à $120 \mu\text{s}$;
- b) dans un minerai homogène et infini à 1% d'uranium à l'équilibre, $14 < Z_{eq}^* < 18$, ou modèle équivalent (à l'étude):
 - le taux de perte de comptage ne sera pas supérieur à 6%;
- c) l'impédance de sortie sera aussi faible que possible, de préférence inférieure à 50Ω . L'amplitude des signaux transmis ne devra pas être inférieure à 250 mV pour un taux de comptage de 500 c.s^{-1} . Le temps de montée de l'impulsion doit être compris entre $0,1 \mu\text{s}$ et $2 \mu\text{s}$. La sortie signal pourra être mise en court-circuit sans dommage.

7.1.3 Alimentation

Elle peut être soit incorporée à la sonde, soit fournie par l'intermédiaire du câble.

* Z_{eq} : numéro atomique équivalent de la matrice.

With continuous advancement of the detector, the detector length must be sufficient for this. Furthermore, it must be considered in this case that the rise and fall “fronts” seem lengthened on the analogue record by a value corresponding to 4 RC and that the apparent length of the anomaly is increased by the detector and fall front lengths.

For example, at a rate of 0.6 m/min and with $2 RC = 2$ s, 2 cm of detector length are necessary to determine the amplitude of a “fine and collimated” anomaly within 13% (4 cm for 2%). The rise front is 4 cm longer and the apparent length of the anomaly is increased by the detector length plus 4 cm.

With a 10-cm detector and $2 RC = 4$ s, the maximum speed to define such an anomaly within 13% shall be 1.5 m/min (0.75 m/min within 2%).

7.1 Geiger-Müller counter tube probes

The Geiger-Müller counter tube probes are often used for localization, evaluation and working of radioactive ore deposits.

The probe can comprise one or several Geiger-Müller counter tubes.

7.1.1 Dimensions

The effective length shall be not greater than 10 cm, to permit precise localization.

7.1.2 Associated electronic circuits

The associated electronic circuits shall be such that after passing through 300 m of logging cable connected to the recommended measuring equipment, and depending on the use of the probe, the following characteristics are obtained:

- a) in an infinite homogeneous medium, containing 0.1% uranium in equilibrium, $14 < Z_{eq.*} < 18$, or equivalent model (under consideration).
 - the counting rate shall be greater than 40 c.s^{-1} ;
 - the difference of the detection efficiencies between two probes of the same type shall be not greater than $\pm 7\%$ under normal test conditions, $\pm 10\%$, $\pm 15\%$ respectively under rated and limit operating conditions;
 - the resolution time shall be not greater than 120 μs ;
- b) in an ore containing 1% uranium, in equilibrium, infinite and homogeneous, $14 < Z_{eq.*} < 18$, or equivalent model (under consideration):
 - the fractional counting loss shall be not greater than 6%;
- c) the output impedance shall be as low as possible, preferably less than 50Ω . The amplitude of the signals transmitted should be not less than 250 mV for a counting rate of 500 c.s^{-1} . The pulse rise time should be between 0.1 μs and 2 μs . The output shall be capable of sustaining a short circuit without damage.

7.1.3 Power supply

The power supply can either be built into the probe or be delivered through the cable.

* $Z_{eq.}$: Matrix equivalent atomic number.

A) Alimentation primaire incorporée

Les piles ou accumulateurs doivent être aisément remplaçables sur le chantier sans utilisation d'outillage; l'autonomie de fonctionnement nominale ne doit pas être inférieure à 20 h et sera de préférence supérieure à 40 h. *L'autonomie correspond à la durée de fonctionnement à l'intérieur des caractéristiques nominales (amplitude de signal, taux de comptage, tenue en température).*

Tensions d'alimentation nominales recommandées au niveau de la sonde: 6 V, 12 V.

Le fonctionnement doit être possible de 5,5 V à 7,5 V ou de 11 V à 15 V conformément à la Publication 253 de la CEI: Alimentation des appareils de prospection radiométrique portés par véhicules aéronautiques ou terrestres.

B) Alimentation primaire en surface

Le circuit doit être tel que la sonde puisse être alimentée par le câble (mesures normales) ou sans câble (essais); l'alimentation peut être particulière à la sonde ou être commune avec celle de l'appareillage de mesure situé en surface. La source primaire sera de préférence composée d'éléments de piles R20 (voir la Publication 86 de la CEI: Piles électriques, et la Publication 201 de la CEI: Sources d'alimentation des appareils portatifs de prospection de matières radio-actives). L'autonomie de fonctionnement nominale ne doit pas être inférieure à 8 h lorsque l'alimentation est commune avec celle de l'appareillage de mesure situé en surface.

En aucun cas, la tension d'alimentation ne devra dépasser la très basse tension de sécurité définie dans la Publication 348 de la CEI: Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques.

Tensions d'alimentation nominales recommandées au niveau de la sonde: 6 V, 12 V.

Le fonctionnement doit être possible de 5,5 V à 7,5 V ou de 11 V à 15 V, conformément à la Publication 253 de la CEI.

7.2 Sonde à détecteur à scintillation

Sauf pour des applications spéciales, la sonde ne comporte habituellement qu'un seul scintillateur. Ce type de sonde est de préférence utilisé pour la recherche géologique et minière; en effet, son rendement élevé est favorable pour les mesures de faibles débits de fluence; d'autre part, la réponse spectrale du scintillateur peut conduire à des corrections de transmission en basse énergie.

Les sondes à scintillateurs sont aussi utilisées pour les travaux d'estimation, mais le traitement des mesures requiert un soin particulier.

7.2.1 Dimensions des scintillateurs

Il est recommandé de choisir les diamètres utiles des scintillateurs ainsi que leur longueur utile parmi les valeurs de la Publication 412 de la CEI: Dimensions normales des scintillateurs, avec la classe de tolérance 1,0 (± 1 mm).

7.2.2 Circuits électroniques associés

7.2.2.1 Sonde spectrométrique

Ce type de sonde fournit des signaux proportionnels à l'énergie du rayonnement détecté dans un certain domaine, soit en basse énergie (30 keV à 250 keV), soit en haute énergie (0,3 MeV à 2,5 MeV), soit sur la totalité du spectre. Ces sondes permettent donc, en plus d'une mesure du rayonnement total, d'effectuer des mesures particulières sur la « qualité » du rayonnement donc sur la « composition » du minerai (par exemple distinction entre U, Th, K, Rn; influence du numéro atomique équivalent de la matrice).

A) *Built-in primary power supply*

The cells or batteries shall be easy to replace on site without the need for tools, the rated operating life shall not be less than 20 h and preferably more than 40 h. *The life time corresponds to the length of operation within the rated characteristics (signal amplitude, counting rate, behaviour relative to temperature).*

Recommended nominal power supply voltages at the probe level: 6 V, 12 V.

Operation shall be possible from 5.5 V to 7.5 V or from 11 V to 15 V according to IEC Publication 253, Power Supply for Air and Land Vehicle-mounted Prospection Equipment for Radioactive Materials.

B) *Primary power supply on the surface*

The circuit shall be such that the probe can be powered through the cable (normal measurements) or without cable (tests); the supply can be specifically for the probe or be common to both the probe and the measuring equipment on the surface. The primary source shall preferably be composed of R20 cells (see IEC Publication 86, Primary Cells and Batteries, and IEC Publication 201, Power Sources for Portable Prospecting Equipment for Radioactive Materials). The rated operating life shall be not less than 8 h when the supply is common to both the probe and the measuring equipment on the surface.

In no case shall the power supply voltage exceed the safety extra-low voltage as defined in IEC Publication 348, Safety Requirements for Electronic Measuring Apparatus.

Recommended nominal power supply voltages at the probe level: 6 V, 12 V.

Operation shall be possible from 5.5 V to 7.5 V or from 11 V to 15 V according to IEC Publication 253.

7.2 *Scintillation detector probe*

Apart from special applications, the probe does not normally consist of more than one scintillator. This type of probe is mainly chosen for geologic and prospecting survey, firstly because of its high output, favourable for measurements at low fluence rates, and secondly because of the spectral response of the scintillator which can lead to corrections of low-energy transmission.

Scintillation probes are also used for evaluation work, but the treatment of the measurements requires particular attention.

7.2.1 *Scintillator dimensions*

Recommended scintillator effective diameters and effective length should be chosen from the values of IEC Publication 412, Standard Dimensions of Scintillators, with the tolerance class 1.0 (± 1 mm).

7.2.2 *Associated electronic circuits*

7.2.2.1 *Spectrometric probe*

This type of probe delivers signals proportional to the energy of radiation detected in a certain range, either of low energy (30 keV to 250 keV) or of high energy (0.3 MeV to 2.5 MeV), or over the whole spectrum. Thus, these probes not only enable the total radiation to be measured but also permit particular measurements of the radiation "quality", i.e. on the "composition" of the ore (for example distinguishing between U, Th, K, Rn; influence of the matrix equivalent atomic number).

Ce type de sonde présentera les caractéristiques suivantes:

a) Temps de résolution

Les circuits électroniques seront tels que le temps de résolution de la sonde soit, après 300 m de câble connecté à l'appareil de mesure préconisé, inférieur à 6 μ s. Le temps de montée de l'impulsion sera compris entre 0,1 μ s et 2 μ s.

b) Dérive

Le temps nécessaire à la stabilisation du signal de sortie ne sera pas supérieur à 5 min (éventuellement à un taux de comptage élevé, à spécifier par le constructeur): la dérive observée ensuite ne sera pas supérieure à $\pm 5\%$ par heure.

c) Taux de perte de comptage

Pour le domaine spécifié le taux de perte de comptage ne sera pas supérieur à 30%.

d) Impédance de sortie de sonde

Elle sera aussi faible que possible, de préférence inférieure à 10 Ω pour les sondes fournissant un signal de tension. La sortie signal pourra être mise en court-circuit sans dommage.

e) Alimentation

L'alimentation peut être incorporée ou fournie par l'intermédiaire du câble.

— Alimentation incorporée, comme indiqué au paragraphe 7.1.3A), mais l'autonomie nominale ne sera pas inférieure à 10 h.

— Alimentation de surface conforme au paragraphe 7.1.3B).

f) Source de référence

Une source d'énergie de référence sera fournie avec chaque sonde: les sources recommandées, selon le domaine spécifié, sont ^{109}Cd , ^{137}Cs , ^{60}Co .

Pour plus de commodité, la source d'énergie de référence pourrait être fournie sous forme d'anneau.

7.2.2.2 Sonde non spectrométrique

Ce type de sonde fournit des signaux indépendants de l'énergie du rayonnement détecté. (Il est toutefois possible d'introduire un seuil d'énergie par emploi d'écrans.)

a) Temps de résolution

Voir le paragraphe 7.2.2.1a).

b) Dérive

Voir le paragraphe 7.2.2.1b); la dérive résiduelle autorisée est portée à 10% par heure pour les effets des diminutions de gain; les augmentations sont sans inconvénient.

Le seuil « électronique interne » sera fixé à 30 ± 20 keV afin de minimiser les dérives en température.

c) Amplitude des signaux

Transmise dans les conditions du paragraphe 7.2.2.2a), l'amplitude des signaux ne sera pas inférieure à 250 mV pour un taux de comptage de 15 000 c.s⁻¹.

This type of probe shall have the following characteristics:

a) Resolution time

The electronic circuits should be such that the resolution time of the probe, after 300 m of logging cable connected to the recommended measuring device, is less than 6 μ s. The pulse rise time will be between 0.1 μ s and 2 μ s.

b) Drift

The time necessary for stabilizing the output signal shall be not greater than 5 min (if necessary, at a high counting rate, to be specified by the manufacturer); the drift observed thereafter shall be not greater than $\pm 5\%$ per hour.

c) Fractional counting loss

For the specified range, it shall be not greater than 30%.

d) Probe output impedance

It shall be as low as possible, preferably less than 10 Ω for the probes supplying a voltage signal output. The signal output shall be capable of sustaining a short circuit without damage.

e) Power supply

The power supply can either be built into the probe or be delivered through the cable.

- Built-in power supply: as indicated in Sub-clause 7.1.3A) except the rated operating life which shall be not less than 10 h.
- Surface power supply as in Sub-clause 7.1.3B)

f) Reference source

An energy reference source shall be supplied with each probe; the sources recommended, depending on the range specified, are ^{109}Cd , ^{137}Cs , ^{60}Co .

For more practical use, the energy reference source might be arranged in a ring form.

7.2.2.2 Non-spectrometric probe

This type of probe supplies signals independent of the energy of the detected radiation (although a threshold energy can be introduced by using screens).

a) Resolution time

See Sub-clause 7.2.2.1a).

b) Drift

See Sub-clause 7.2.2.1b); the allowable residual drift is raised to 10% per hour for the effects of gain reductions; the increases involve no drawbacks.

The “internal electronic” threshold shall be fixed at 30 ± 20 keV to minimize temperature drifts.

c) Signal amplitudes

The amplitude of the signals transmitted under the conditions of Sub-clause 7.2.2.2a) shall be not less than 250 mV for a counting rate of 15 000 c.s⁻¹.

- | | |
|--|--|
| d) Taux de perte de comptage
e) Impédance de sortie de sonde
f) Alimentation | } voir les points correspondants du paragraphe 7.2.2.1 |
|--|--|

7.2.3 Protection magnétique

Le tube photomultiplicateur doit être protégé de l'influence des champs magnétiques par un blindage en matériau à haute perméabilité.

8. Résistance à l'environnement

8.1 Pression

Voir le paragraphe 6.4.

8.2 Conditions climatiques

Bien que la sonde travaille dans des forages dans lesquels la température varie peu en général, elle doit également pouvoir supporter le climat sur le chantier pendant les contrôles et la mise en place de l'équipement. C'est pourquoi la sonde doit pouvoir résister aux variations rapides de température conformément à la Publication 421.

Les essais de chaleur humide, basses pressions, pluie et éclaboussures, ne sont pas à retenir pour ces sondes (voir le paragraphe 6.4).

9. Manuel d'instructions

Le constructeur fournira avec chaque partie de l'équipement une notice mentionnant les principales caractéristiques nécessaires à la mise en œuvre, à l'emploi et la maintenance (voir le chapitre III de la Publication 421).

Pour les sondes, on donnera notamment les indications suivantes:

9.1 Renseignements généraux

Description du fonctionnement et conseils pour la mise en service, l'entretien et la maintenance.

Schéma électrique avec indication des tensions et courants et nomenclature des composants.

Plan de montage mécanique avec nomenclature des éléments.

9.2 Alimentation

- Type;
- tension et courant;
- autonomie.

9.3 Détecteur

- Type;
- dimensions utiles.

- | | | |
|---|---|---|
| d) Fractional counting loss
e) Probe output impedance
f) Power supply | } | See the corresponding items of Sub-clause 7.2.2.1 |
|---|---|---|

7.2.3 Magnetic protection

The photomultiplier tube shall be protected from the effect of magnetic fields by shielding made from material of high permeability.

8. Resistance to the environment

8.1 Pressure

See Sub-clause 6.4.

8.2 Climatic conditions

Although a probe will be operating in bore-holes where in general the temperature will vary little, it has also to be able to withstand the climate at the site during testing and equipment assembling. The probe has therefore to be able to withstand rapid changes of temperature according to Publication 421. The damp heat, low pressure, rain and splash tests are not to be applied to these probes (see Sub-clause 6.4).

9. Instruction manual

The manufacturer shall supply with each piece of equipment a notice listing the principal characteristics necessary for setting up, operating and maintaining the equipment (see Chapter III of Publication 421).

For the probes, the following shall specially be given:

9.1 General information

Description of operation and instructions for putting into operation, servicing and maintaining the equipment.

Electrical circuit with indication of voltages and currents and list of components.

Mechanical layout diagram and list of components.

9.2 Power supply

- Type;
- voltage and current;
- operating life.

9.3 Detector

- Type;
- effective dimensions.

9.4 *Caractéristiques électriques*

- Impédance de sortie du signal;
- amplitude du signal;
- temps de résolution.

9.5 *Résistance à l'environnement*

- Pression maximale de fonctionnement;
- domaine de température de fonctionnement et de stockage;
- caractéristiques de résistance aux vibrations, secousses et chocs.

9.6 *Dimensions et emballage*

- Dimensions et masse de l'appareil nu;
- dimensions et masse de l'appareil emballé pour le transport.

SECTION DEUX — LIAISON SONDE-SURFACE

10. **Câble porteur**

Le constructeur fournira les caractéristiques électriques et mécaniques du câble fourni.

10.1 *Caractéristiques générales*

Le nombre de conducteurs sera au minimum de deux dont l'un pourra être l'armure extérieure du câble. En effet, le câble comporte habituellement une armure extérieure, éventuellement isolée; cette armure assure la robustesse mécanique nécessaire et également le blindage des conducteurs et la continuité de la masse électrique entre la sonde et l'appareillage de mesure; il est possible de l'utiliser pour la transmission du signal de mesure mais cette utilisation n'est pas recommandée.

10.2 *Caractéristiques électriques*

Les caractéristiques électriques: rigidité diélectrique, résistance d'isolement, résistance électrique, doivent être compatibles avec l'alimentation de la sonde.

10.3 *Caractéristiques mécaniques*

Supportant la sonde et son propre poids, le câble ne doit pas subir d'allongement supérieur à 1%.

Le câble doit supporter un effort de traction de 6 000 N sans allongement permanent et un effort de 8 000 N sans rupture.

10.4 *Environnement*

Le câble doit conserver ses caractéristiques dans les conditions d'emploi auxquelles sont soumis les appareils de chantier: pression dans les forages (voir le paragraphe 6.4), conditions climatiques.

10.5 *Raccordement à la sonde*

Voir le paragraphe 6.5.

9.4 *Electrical characteristics*

- Signal output impedance;
- signal amplitude;
- resolution time.

9.5 *Resistance to the environment*

- Maximum operating pressure;
- temperature range for operation and storage;
- vibration, bumps and shock resistance characteristics.

9.6 *Dimensions and packaging*

- Dimensions and weight of the apparatus;
- dimensions and weight of the apparatus packed for transportation.

SECTION TWO — PROBE-SURFACE CONNECTION

10. **Supporting cable**

The manufacturer shall state the electrical and mechanical characteristics of the cable supplied.

10.1 *General characteristics*

The number of conductors shall be at least two, one of them being possibly the external sheath. In fact, the cable normally has an external sheath which may be insulated; this sheath ensures the required mechanical strength and also screening of conductors and continuity with the electrical mass of the probe and the measuring gear; it is possible to use this sheath for transmitting the measuring signal, but this use is not recommended.

10.2 *Electrical characteristics*

The electrical characteristics: dielectric strength, insulation resistance and electrical resistance shall be compatible with the power supply of the probe.

10.3 *Mechanical characteristics*

When supporting the probe and its own weight, the cable shall not suffer an elongation greater than 1%.

The cable shall be able to support a tensile force of 6 000 N without permanent elongation and a force of 8 000 N without breaking.

10.4 *Environment*

The cable shall retain its characteristics under the conditions of service: pressure in the holes (see Sub-clause 6.4), climatic conditions at the drilling site.

10.5 *Connection to the probe*

See Sub-clause 6.5.

11. Enrouleur et bathymètre

11.1 Enrouleur

L'enrouleur doit permettre d'emmagasiner la longueur de câble prévue et assurer la liaison électrique entre le câble et l'appareillage de mesure.

11.1.1 La longueur de câble emmagasinée sera choisie parmi les valeurs préférentielles suivantes: 50 m, 100 m, 150 m, 300 m.

11.1.2 Le diamètre d'enroulement sera compatible avec les caractéristiques du câble employé dans les conditions d'environnement spécifiées.

11.1.3 La masse de l'enrouleur équipé du câble et du connecteur de sonde n'excédera pas 40 kg pour 300 m de câble, 30 kg pour 150 m, 20 kg pour 100 m et 10 kg pour 50 m.

11.1.4 Le bruit électrique introduit par les liaisons, à l'arrêt ou en cours de manœuvre, ne dépassera pas 5 mV, l'indicateur de mesure radiométrique étant branché.

11.2 Bathymètre

Le bathymètre, de préférence indépendant des irrégularités du câble, doit comporter un indicateur gradué dont l'échelon est au plus égal à 10 cm (4 in), l'erreur maximale d'indication étant de 1%. Si nécessaire, il peut aussi comporter un dispositif de transmission mécanique ou électrique pour asservir le déroulement de l'enregistreur, l'écart maximal de transmission étant de ± 5 cm (2 in).

12. Dispositif rigide ou semi-rigide de liaison

12.1 Les spécifications prévues pour le câble sont applicables. Dans le cas où le diamètre du dispositif est égal ou supérieur à celui de la sonde, les spécifications du paragraphe 10.3, deuxième alinéa, applicables au câble peuvent être réduites des deux tiers.

12.2 Dans le cas de tiges vissées ou emboîtées, la longueur de chaque élément ne sera pas supérieure à 1,50 m et le pas de filetage devra être choisi de façon à permettre la manœuvre dans les conditions du chantier (boue, poussière, etc.).

12.5 Dans le cas de tube « souple », le diamètre d'enroulement ne sera pas supérieur à 1,2 m.

SECTION TROIS — ICTOMÈTRE

13. Ictomètre numérique

Ce type d'instrument n'est pas actuellement utilisé dans l'appareillage portatif autonome. Il n'est cité que pour mémoire.

11. Cable winder and bathymeter

11.1 *Cable winder*

The cable winder shall be able to store the length of cable provided and ensure electrical continuity between the cable and the measuring equipment.

11.1.1 The length of stored cable shall be selected from the following preferred values: 50 m, 100 m, 150 m, 300 m.

11.1.2 The winding diameter shall be compatible with the characteristics of the cable employed in the environmental conditions specified.

11.1.3 The mass of the winder equipped with cable and probe connector shall not exceed 40 kg with 300 m of cable, 30 kg with 150 m, 20 kg with 100 m and 10 kg with 50 m.

11.1.4 The electrical noise produced by the connections when stationary or during winding should not exceed 5 mV, with the radiometric indicator in operation.

11.2 *Bathymeter*

The bathymeter, which should preferably be independent of cable irregularities, shall have a graduated indicator, the smallest unit being not greater than 10 cm (4 in) and the maximum indication error 1%; also, if necessary, a mechanical or electrical transmitting device to synchronize the recorder with the cable position; the maximum variation in transmission should be ± 5 cm (2 in).

12. Rigid or semi-rigid connecting device

12.1 The specifications given for the cable are applicable. In the case where the diameter of the device is equal to or greater than that of the probe, specifications of Sub-clause 10.3, second paragraph, applicable to the cable can be reduced by two-thirds.

12.2 In the case of screw-in or interlocking rods, the length of each element shall be not greater than 1.50 m and the pitch shall be chosen to work under field conditions (dirt, dust, etc.).

12.3 In the case of "flexible" pipe, the winding diameter shall be not greater than 1.2 m.

SECTION THREE — COUNTING RATEMETER

13. Digital counting ratemeter

This type of instrument is not currently utilized in self-contained portable equipment. It is only quoted for information.

14. Ictomètre analogique

Cet instrument est destiné à traduire, en taux de comptage, les informations fournies par les sondes de mesure de radioactivité dans les forages. Il comporte habituellement un circuit d'entrée à discrimination ou à sélection monocanal ou multicanal délivrant des impulsions calibrées au circuit ictomètre qui comprend un indicateur de mesure et éventuellement une sortie d'enregistrement; un dispositif d'alimentation assure le fonctionnement de l'instrument et éventuellement des sondes et accessoires; un signaleur acoustique permet de suivre sans retard les variations de mesure.

14.1 Dimensions et masse

- La dimension maximale de l'ictomètre ne sera pas supérieure à 0,5 m.
- La masse de l'ictomètre ne devra pas dépasser 10 kg pour les appareils comportant un sélecteur, 5 kg pour les appareils ne comportant pas de sélecteur.

14.2 Précision

14.2.1 Erreur intrinsèque

Dans les conditions normales d'essais, l'ictomètre réglé selon les instructions du constructeur doit mesurer le taux d'impulsions fourni à l'entrée. Selon l'utilisation, les appareils peuvent être rangés en deux classes de précision pour lesquelles l'erreur en tout point de l'étendue de mesure ne dépassera pas les valeurs relatives suivantes, rapportées au calibre:

- 1) appareils destinés aux travaux de recherche géologique et minière: 10% (classe 10);
- 2) appareils destinés aux mesures d'estimation: 5% (classe 5).

14.2.2 Erreur dans les conditions nominales de fonctionnement

L'erreur maximale dans les conditions nominales de fonctionnement ne doit pas dépasser, selon la classe de précision:

classe 10	15%;
classe 5	7%.

14.2.3 Erreur dans les conditions limites de fonctionnement

classe 10	20%;
classe 5	9%.

14.3 Circuit d'entrée

- #### 14.3.1
- Le circuit doit admettre les impulsions positives et (ou) négatives dont le temps de montée est de 0,1 μ s à 2 μ s et doit comporter un dispositif de protection contre les surtensions et retours d'impulsion, causes éventuelles de destruction de circuit ou d'erreur de mesure.

14.3.2 Discriminateur à seuil fixe

Le seuil sera compris entre 50 mV et 100 mV dans les conditions normales d'essai. La variation sera inférieure à $\pm 10\%$ dans les conditions nominales de fonctionnement et à $\pm 20\%$ dans les conditions limites de fonctionnement.

14. Analogue counting ratemeter

The object of this instrument is to convert into counting rates the information supplied by the radioactivity probes in the holes. This apparatus usually includes a discriminator input circuit or a single-channel or multi-channel selection input circuit delivering calibrated pulses to the counting-ratemeter circuit, comprising a measuring indicator and possibly a recording output; a power supply unit provides power for the instrument and in some cases also for the probes and accessories; an acoustic indicator enables measuring variations to be observed without delay.

14.1 Dimensions and mass

- The maximum dimension of the ratemeter shall be not greater than 0.5 m.
- The mass of the ratemeter shall not exceed 10 kg for apparatus with selector, 5 kg for apparatus without selector.

14.2 Accuracy

14.2.1 Intrinsic error

Under normal test conditions, the counting ratemeter, checked in accordance with the manufacturer's instructions, shall measure the pulse rate delivered at the input. Depending on their application, the meters fall into two accuracy classes for which the error at any point in the effective range shall not exceed the following relative values, referred to the maximum value of the effective range:

- 1) meters intended for geologic and prospecting survey: 10% (Class 10);
- 2) meters intended for evaluations: 5% (Class 5).

14.2.2 Error under rated operating conditions

The maximum error under rated operating conditions depending on the accuracy class, shall not exceed:

Class 10	15%.
Class 5	7%.

14.2.3 Error under limit conditions of operation

Class 10	20%;
Class 5	9%.

14.3 Input circuit

- 14.3.1 The circuit shall admit the positive and/or negative pulses whose rise time is from 0.1 μ s to 2 μ s and shall include a protection device against overvoltages and pulse return which sometimes cause breakdowns in the circuit or measuring errors.

14.3.2 Fixed-threshold discriminator

The threshold shall be between 50 mV and 100 mV under normal test conditions. The deviation should be less than $\pm 10\%$ under nominal operating conditions and $\pm 20\%$ under limit conditions of operation.

14.3.3 *Discriminateur à seuil variable*

Le rapport entre valeurs réglables extrêmes sera au moins de 100. Le seuil le plus bas sera au plus égal à 100 mV. La variation sera inférieure à $\pm 10\%$ dans les conditions nominales de fonctionnement et à $\pm 20\%$ dans les conditions limites de fonctionnement.

14.3.4 *Sélecteur à canaux fixes*

Dans ce cas, l'appareil est prévu pour un type de sonde et des mesures bien précises qui ne peuvent faire l'objet que de spécifications très particulières.

14.3.5 *Sélecteur à canaux variables*

On ne peut que donner, à titre indicatif, des plages préférentielles de réglage de seuil: 10 mV/1 V, 50 mV/5 V, 100 mV/10 V.

Les canaux peuvent être à seuil fixe et largeur variable ou à limites inférieures (seuil) et supérieures variables.

14.4 *Graduation*

14.4.1 L'appareil sera gradué en nombre d'impulsions par seconde.

14.4.2 La longueur de l'échelle de lecture sera supérieure à 50 mm et comportera au moins 50 divisions.

14.5 *Etendues de mesure*

14.5.1 *Appareils destinés aux travaux de recherche géologique et minière*

Le rapport entre calibres extrêmes devra être au moins de 100, le calibre minimal étant compris entre 5 c.s⁻¹ et 15 c.s⁻¹ pour l'emploi de sondes à tube compteur de Geiger-Müller et entre 100 c.s⁻¹ et 300 c.s⁻¹ pour l'emploi de sondes à scintillateur.

Le rapport entre calibres successifs n'excédera pas 10 et devrait de préférence être compris entre 2 et 5.

14.5.2 *Appareils destinés aux travaux d'estimation*

Le rapport entre calibres extrêmes devra être au moins de 500, le calibre minimal étant compris entre 5 c.s⁻¹ et 15 c.s⁻¹.

Le rapport entre calibres successifs devrait être compris entre 2 et 5.

14.6 *Temps de réponse*

Temps de réponse déterminé pour 86% de la valeur finale correspondant au double de la constante de temps RC de l'appareil.

14.6.1 *Appareils destinés aux travaux de recherche géologique et minière*

Le temps de réponse n'excédera pas 10 s. Il pourra être commutable avec les calibres; le coefficient de variation, au tiers de chaque calibre, n'excédera pas 20% pour les calibres inférieurs à 100 c.s⁻¹ et 10% pour les calibres supérieurs à 100 c.s⁻¹.

14.3.3 *Variable-threshold discriminator*

The ratio between extreme values of the range shall be at least 100; the lowest threshold shall be not greater than 100 mV. The deviation should be less than $\pm 10\%$ under nominal operating conditions and $\pm 20\%$ under limit conditions of operation.

14.3.4 *Fixed-channel selector*

In this case, the equipment is designed for a type of probe and an accuracy of measurement which can only be the subject of very particular specifications.

14.3.5 *Variable-channel selector*

It is possible only to give, as a general guide, the preferred ranges of threshold control: 10 mV/1 V, 50 mV/5 V, 100 mV/10 V.

The channels can have variable widths with a fixed threshold or variable upper and lower limits (thresholds).

14.4 *Graduation*

14.4.1 The instrument scale shall be graduated in number of pulses per second.

14.4.2 The length of the reading scale shall be greater than 50 mm and shall have at least 50 divisions.

14.5 *Effective ranges*

14.5.1 *Instruments intended for geologic and prospecting survey*

The ratio between upper and lower effective ranges shall be at least 100, the minimum effective range being greater than 5 c.s⁻¹ and lower than 15 c.s⁻¹ when using Geiger-Müller counter tube probes, and greater than 100 c.s⁻¹ and lower than 300 c.s⁻¹ when using scintillator probes.

The ratio between successive ranges shall not exceed 10 and should preferably be between 2 and 5.

14.5.2 *Instruments intended for evaluation work*

The ratio between upper and lower effective ranges shall be at least 500, the minimum effective range being between 5 c.s⁻¹ and 15 c.s⁻¹.

The ratio between successive ranges should be between 2 and 5.

14.6 *Response time*

Response time determined for 86% of the final value corresponding to twice the time constant RC of the instrument.

14.6.1 *Instruments intended for geologic and prospecting survey*

The response time shall not exceed 10 s. It can be switched together with the ranges; the coefficient of variation, at one-third of each range, shall not exceed 20% for the effective ranges lower than 100 c.s⁻¹, and 10% for the effective ranges greater than 100 c.s⁻¹.

14.6.2 Appareils destinés aux travaux d'estimation

L'appareil comportera plusieurs temps de réponse (au minimum 3) commutables indépendamment des calibres et couvrant au moins le domaine de 1 s ($RC = 0,5$ s) à 10 s ($RC = 5$ s); la tolérance sur la valeur indiquée ne dépassera pas 10%.

14.7 Taux de perte de comptage

14.7.1 Il ne sera pas supérieur à 5% pour les taux de comptage inférieurs à 5 000 c.s⁻¹.

14.7.2 Il ne sera pas supérieur à 10% pour les taux de comptage compris entre 5 000 c.s⁻¹ et 25 000 c.s⁻¹.

14.7.3 La graduation de l'indicateur peut être corrigée du taux de perte de comptage lorsque celui-ci est inférieur à 5%. Cela doit être indiqué.

14.7.4 Le temps de résolution sera inférieur à 4 μ s pour les taux de comptage supérieurs à 25 000 c.s⁻¹.

14.8 Temps d'échauffement préalable

Il ne doit pas excéder 2 min.

14.9 Dérive du zéro

Après 2 min de fonctionnement, le zéro ne doit pas dériver d'une valeur supérieure à 1% du calibre durant les 5 min suivantes; il ne doit pas ensuite dériver de plus de 1% du calibre durant une période de 8 h.

14.10 Alimentation

14.10.1 Les appareils doivent pouvoir être alimentés à partir d'éléments de pile du type R20 (voir la Publication 201 de la CEI).

14.10.2 Autonomie

La durée de fonctionnement dans les conditions nominales sans recharge de l'alimentation primaire (remplacement des piles), en service continu, ne doit pas être inférieure à 10 h pour un appareil à discriminateur et à 5 h pour un appareil à sélecteur.

14.11 Conditions d'environnement

L'appareil devrait pouvoir supporter les prescriptions relatives à l'environnement de la Publication 421 de la CEI.

14.12 Sortie pour enregistreur

L'appareil doit comporter au moins une prise pour enregistreur galvanométrique ou potentiométrique, ayant de préférence les caractéristiques suivantes:

- pour enregistreur galvanométrique: 10 V — 2 mA;
- pour enregistreur potentiométrique: 50 mV — 1 k Ω .

14.6.2 *Instruments intended for evaluation work*

The equipment shall offer several (a minimum of three) response times. They should be commutable independently of the ranges and cover at least the interval from 1 s ($RC = 0.5$ s) to 10 s ($RC = 5$ s); the tolerance on the value indicated shall not exceed 10%.

14.7 *Fractional counting loss*

14.7.1 It shall be not greater than 5% for the counting rates lower than $5\,000\text{ c.s}^{-1}$

14.7.2 It shall be not greater than 10% for the counting rates between $5\,000\text{ c.s}^{-1}$ and $25\,000\text{ c.s}^{-1}$.

14.7.3 The graduation of the indicator can be corrected for the fractional counting loss when lower than 5%. This shall be stated.

14.7.4 Resolution time shall be lower than $4\text{ }\mu\text{s}$ for the counting rates greater than $25\,000\text{ c.s}^{-1}$.

14.8 *Warming-up time*

Shall not exceed 2 min.

14.9 *Zero drift*

After 2 min of operation, the zero shall not deviate by more than 1% of the range for the next 5 min; thereafter, it shall not deviate by more than 1% for a period of 8 h.

14.10 *Power supply*

14.10.1 The instruments should be capable of being supplied from R20 cells (see IEC Publication 201).

14.10.2 *Operating life*

The operating life under rated conditions without recharging of the primary power source (replacement of the cells) shall be not less than 10 h in continuous service for instruments with discriminator and 5 h for those with selector.

14.11 *Environmental conditions*

The instrument should withstand the requirements of IEC Publication 421 related to environmental conditions.

14.12 *Recorder output*

The instrument shall have at least one output for connecting galvanometric or potentiometric recorders with the preferred characteristics:

- for the galvanometric recorder: $10\text{ V} - 2\text{ mA}$;
- for the potentiometric recorder: $50\text{ mV} - 1\text{ k}\Omega$.

14.13 *Signaleur acoustique*

L'appareil doit comporter un signaleur acoustique à réponse rapide, indépendant du circuit de mesure, pour les calibres jusqu'à $10\,000\text{ c.s}^{-1}$.

14.14 *Manuel d'instructions*

Le constructeur fournira un manuel d'instructions (voir l'article 9).

SECTION QUATRE — ENREGISTREUR *

L'enregistreur est un accessoire non indispensable pour l'exploration de forages de faible profondeur, mais son emploi judicieux comporte des avantages certains à condition de tenir compte de la dépendance des paramètres: longueur du détecteur, temps de réponse (ictomètre et enregistreur), vitesse d'exploration.

Avec un enregistreur, l'équipement peut encore être transportable mais il n'est plus portable. Il peut même être installé sur véhicule mais, dans ce cas, il sort du domaine de la présente norme.

Les enregistreurs numériques (numériques directs, analogiques/numériques, imprimés en clair, en perforé, en magnétique) n'ont pas été jusqu'à présent utilisés de façon courante.

On utilise des enregistreurs analogiques qui peuvent être du type potentiométrique ou galvanométrique.

15. **Enregistreur potentiométrique (à action indirecte)**

15.1 *Calibres préférentiels*

10 mV, 50 mV, éventuellement ajustables.

15.2 *Précision*

- Erreur intrinsèque: 2% du calibre;
- erreur dans les conditions nominales de fonctionnement: 3% du calibre;
- erreur dans les conditions limites de fonctionnement: 5% du calibre.

15.3 *Temps de réponse*

Il ne doit pas dépasser 0,9 s au niveau de 86%, et le temps de traversée totale de l'échelle sera inférieur à 1,2 s.

15.4 *Temps d'échauffement préalable*

Ne doit pas dépasser 5 min, de préférence 2 min.

* *Note au sujet de la section quatre:*

Pour la rédaction de cette section, il a été tenu compte, dans la mesure du possible, à la fois de la Publication 258 de la CEI: Appareils de mesure électriques enregistreurs à action directe et leurs accessoires, et des projets concernant les appareils de mesure à action indirecte.

Il faut toutefois remarquer que les enregistreurs, objets de la section quatre, sont nommément exclus du domaine d'application des documents cités ci-dessus, soit parce qu'ils enregistrent la grandeur mesurée sous forme numérique, soit parce que l'entraînement du support du diagramme est fonction d'une grandeur autre que le temps (enregistreurs X, Y).

14.13 *Acoustic indicator*

The instrument shall have a rapid-response acoustic indicator independent of the measuring circuit for ranges up to $10\,000\text{ c.s}^{-1}$.

14.14 *Instruction manual*

The manufacturer shall supply an instruction manual (see Clause 9).

SECTION FOUR — RECORDER *

The recorder is an accessory which is not indispensable for shallow boring explorations but its judicious employment offers certain advantages, provided that account is taken of parameters such as length of the detector, response time (counting ratemeter and recorder) and rate of exploration.

With a recorder, the equipment may be still transportable but is no longer portable. It may even be installed in a vehicle, but then is beyond the scope of this standard.

Digital recorders (direct digital, analogue/digital; clear, perforated, magnetic print-out) are not currently utilized with portable equipment.

Analogue recorders are used that can be of a potentiometric or galvanometric type.

15. **Potentiometric recorder (indirect acting)**

15.1 *Preferred ratings*

10 mV, 50 mV, may be adjustable.

15.2 *Accuracy*

- Intrinsic error: 2% of the range;
- error under rated operating conditions: 3% of the range;
- error under limit conditions of operation: 5% of the range.

15.3 *Response time*

It shall be not greater than 0.9 s at a level of 86%, and the time for total traverse of scale shall be lower than 1.2 s.

15.4 *Warming-up time*

Shall not exceed 5 min, preferably 2 min.

* *Note concerning Section Four:*

For drawing up this section, both IEC Publication 258, Direct Acting Recording Electrical Measuring Instruments and their Accessories, and the drafts concerning the indirect acting measuring instruments were taken into consideration as far as possible.

However, it should be noted that the recorders, dealt with in Section Four, are plainly excluded from the scope of the documents quoted above, either because they record the measured quantity in digital form or because the chart movement is a function of a quantity other than time (X, Y recorders).