

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Airborne instrumentation for measurement of terrestrial gamma radiation

Instrumentation aéroportée pour mesures du rayonnement gamma terrestre

Withdrawn



THIS PUBLICATION IS COPYRIGHT PROTECTED

Copyright © 1992 IEC, Geneva, Switzerland

All rights reserved. Unless otherwise specified, 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 either IEC or IEC's member National Committee in the country of the requester.

If you have any questions about IEC copyright or have an enquiry about obtaining additional rights to this publication, please contact the address below or your local IEC member National Committee for further information.

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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 la CEI ou du Comité national de la CEI du pays du demandeur.

Si vous avez des questions sur le copyright de la CEI ou si vous désirez obtenir des droits supplémentaires sur cette publication, utilisez les coordonnées ci-après ou contactez le Comité national de la CEI de votre pays de résidence.

IEC Central Office
3, rue de Varembe
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
Email: inmail@iec.ch
Web: www.iec.ch

About the IEC

The International Electrotechnical Commission (IEC) is the leading global organization that prepares and publishes International Standards for all electrical, electronic and related technologies.

About IEC publications

The technical content of IEC publications is kept under constant review by the IEC. Please make sure that you have the latest edition, a corrigenda or an amendment might have been published.

- Catalogue of IEC publications: www.iec.ch/searchpub

The IEC on-line Catalogue enables you to search by a variety of criteria (reference number, text, technical committee,...). It also gives information on projects, withdrawn and replaced publications.

- IEC Just Published: www.iec.ch/online_news/justpub

Stay up to date on all new IEC publications. Just Published details twice a month all new publications released. Available on-line and also by email.

- Electropedia: www.electropedia.org

The world's leading online dictionary of electronic and electrical terms containing more than 20 000 terms and definitions in English and French, with equivalent terms in additional languages. Also known as the International Electrotechnical Vocabulary online.

- Customer Service Centre: www.iec.ch/webstore/custserv

If you wish to give us your feedback on this publication or need further assistance, please visit the Customer Service Centre FAQ or contact us:

Email: csc@iec.ch

Tel.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

A propos de la CEI

La Commission Electrotechnique Internationale (CEI) est la première organisation mondiale qui élabore et publie des normes internationales pour tout ce qui a trait à l'électricité, à l'électronique et aux technologies apparentées.

A propos des publications CEI

Le contenu technique des publications de la CEI est constamment revu. Veuillez vous assurer que vous possédez l'édition la plus récente, un corrigendum ou amendement peut avoir été publié.

- Catalogue des publications de la CEI: www.iec.ch/searchpub/cur_fut-f.htm

Le Catalogue en-ligne de la CEI vous permet d'effectuer des recherches en utilisant différents critères (numéro de référence, texte, comité d'études,...). Il donne aussi des informations sur les projets et les publications retirées ou remplacées.

- Just Published CEI: www.iec.ch/online_news/justpub

Restez informé sur les nouvelles publications de la CEI. Just Published détaille deux fois par mois les nouvelles publications parues. Disponible en-ligne et aussi par email.

- Electropedia: www.electropedia.org

Le premier dictionnaire en ligne au monde de termes électroniques et électriques. Il contient plus de 20 000 termes et définitions en anglais et en français, ainsi que les termes équivalents dans les langues additionnelles. Egalement appelé Vocabulaire Electrotechnique International en ligne.

- Service Clients: www.iec.ch/webstore/custserv/custserv_entry-f.htm

Si vous désirez nous donner des commentaires sur cette publication ou si vous avez des questions, visitez le FAQ du Service clients ou contactez-nous:

Email: csc@iec.ch

Tél.: +41 22 919 02 11

Fax: +41 22 919 03 00

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

Airborne instrumentation for measurement of terrestrial gamma radiation

Instrumentation aéroportée pour mesures du rayonnement gamma terrestre

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

PRICE CODE
CODE PRIX

U

ICS 17.240

ISBN 2-8318-2356-0

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
Articles	
1 Domaine d'application et objet	6
2 Références normatives	6
3 Définitions	8
4 Spécifications	10
4.1 Ensemble détecteur	12
4.2 Système électronique	14
4.3 Réglages du système	18
4.4 Détermination de l'altitude de vol et de la localisation géographique	20
4.5 Système de mémorisation des données	20
4.6 Spécifications à porter dans les manuels d'instruction	22
4.7 Unité de traitement des données	22
4.8 Représentation des données radiométriques enregistrées	28
4.9 Conditions d'environnement	30
4.10 Prescriptions mécaniques	30
4.11 Méthodes pour les essais mécaniques	34
5 Etalonnage	42
5.1 Modèles d'étalonnage	42
5.2 Mesures d'étalonnage	42
5.3 Calculs des facteurs d'étalonnage	42
6 Prescriptions de sécurité	50
6.1 Potentiel électrique des parties métalliques accessibles	50
6.2 Impédance vue de l'extérieur	50
6.3 Protection mécanique du module haute tension	50

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
Clause	
1 Scope and object	7
2 Normative references	7
3 Definitions	9
4 Requirements	11
4.1 Detector assembly	13
4.2 System electronics	15
4.3 System adjustment	19
4.4 Determination of flight altitude and geographic location	21
4.5 Data storage system	21
4.6 Specifications to be given in instruction manuals	23
4.7 Data processing	23
4.8 Representation of radiometric survey data	29
4.9 Environmental requirements	31
4.10 Mechanical requirements	31
4.11 Mechanical test methods	35
5 Calibration	43
5.1 Calibration pads	43
5.2 Calibration measurements	43
5.3 Calculation of calibration factors	43
6 Safety requirements	51
6.1 Electrical potential of accessible metal parts	51
6.2 Impedance as seen from the exterior	51
6.3 Mechanical protection of the high voltage supply unit	51

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

INSTRUMENTATION AÉROPORTÉE POUR MESURES DU RAYONNEMENT GAMMA TERRESTRE

AVANT-PROPOS

- 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.

La présente Norme internationale a été établie par le Comité d'Etudes n° 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
45(BC)188	45(BC)193

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 version bilingue (1992-06) remplace la version monolingue anglaise.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**AIRBORNE INSTRUMENTATION FOR MEASUREMENT
OF TERRESTRIAL GAMMA RADIATION****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.

This International Standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 45: Nuclear instrumentation.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
45(CO)188	45(CO)193

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

This bilingual version (1992-06) replace the English version.

INSTRUMENTATION AÉROPORTÉE POUR MESURES DU RAYONNEMENT GAMMA TERRESTRE

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme internationale est applicable aux systèmes aéroportés de détection de radioprotection utilisés en relevé géologique, en prospection régionale et locale de minerais d'uranium et pour la localisation et les mesures de changements de la radio-activité ambiante, à la suite de travaux engagés par l'homme.

Cette norme a pour objet:

- d'établir les définitions;
- d'indiquer les exigences pour l'instrumentation;
- de donner les instructions concernant les méthodes d'étalonnage et d'essais.

Un système aéroporté radiométrique comprend en général les parties suivantes:

- un organe détecteur comportant un ou plusieurs détecteurs à scintillations incluant les photomultiplicateurs-amplificateurs assemblés, l'alimentation haute tension et, si nécessaire, un stabilisateur de spectres;
- un analyseur d'amplitude type quatre canaux ou multicanal;
- un système d'enregistrement (carte simplifiée et enregistreur numérique sur bande magnétique);
- un altimètre et des appareils de mémorisation du plan de vol de navigation.

2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Tout document normatif est sujet à révision et les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

CEI 253: 1967, *Alimentation des appareils de prospection radiométrique portés par véhicules aéronautiques ou terrestres.*

CEI 278: 1968, *Documentation à fournir avec les appareils de mesure électroniques.*

CEI 348: 1978, *Règles de sécurité pour les appareils de mesure électroniques.*

CEI 421: 1973, *Radiamètres portatifs de prospection à tube compteur de Geiger-Müller (appareils à lecture linéaire).*

CEI 462: 1974, *Méthodes d'essais normalisées des tubes photomultiplicateurs utilisés dans les ensembles de comptage à scintillation.*

CEI 578: 1977, *Analyseurs d'amplitude multicanaux. Types, principales caractéristiques et prescriptions techniques.*

AIRBORNE INSTRUMENTATION FOR MEASUREMENT OF TERRESTRIAL GAMMA RADIATION

1 Scope and object

This International Standard is applicable to airborne radiation detection systems used in geologic mapping, in regional and local prospecting for uranium mineralizations and for locating and monitoring man-made changes in environmental radioactivity.

The object of this standard is to:

- establish definitions;
- state requirements for instrumentation;
- give instructions for test and calibration methods.

An airborne radiometric system usually comprises the following parts:

- a detecting device with one or more scintillation detectors including a photomultiplier-preamplifier assembly(ies), a high voltage supply and, if necessary, a spectrum stabilizer;
- a four-channel or multichannel amplitude analyzer;
- a recording system (strip chart and digital magnetic tape recorder);
- an altimeter and navigational and flight path recovery instruments.

2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this International Standard. At the time of publication, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this International Standard are encouraged to investigate the possibility of applying the most recent editions of the normative documents indicated below. Members of IEC and ISO maintain registers of currently valid International Standards.

IEC 253: 1967, *Power supply for air and land vehicle-mounted prospecting equipment for radioactive materials.*

IEC 278: 1968, *Documentation to be supplied with electronic measuring apparatus.*

IEC 348: 1978, *Safety requirements for electronic measuring apparatus.*

IEC 421: 1973, *Portable prospecting radiation meters with Geiger-Müller counter tube (linear scale instruments).*

IEC 462: 1974, *Standard test procedures for photomultiplier tubes for scintillation counting.*

IEC 578: 1977, *Multichannel amplitude analyzers. Types, main characteristics and technical requirements.*

3 Définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 résolution en énergie: Largeur à mi-hauteur de la raie du ^{137}Cs (0,662 MeV) exprimée en MeV, divisée par 0,662 (FWHM: pleine largeur à la valeur moitié du maximum).

3.2 bruit de fond: Mesure du taux de comptage dans une fenêtre d'énergie donnée sans contribution de la radioactivité du sol (peut être mesurée à une altitude de plus de 1 000 m au-dessus du sol et en appliquant les corrections d'altitude pour le rayonnement cosmique ou au-dessus d'une grande étendue d'eau ayant des dimensions supérieures à 2 km et une profondeur de plus de 1 m. Le cas échéant, la contribution des éléments radioactifs de l'eau doit être prise en compte).

3.3 fenêtre d'énergie: Une certaine fraction du spectre énergétique total du rayonnement gamma, limitée entre deux valeurs d'énergie «basse» et «haute».

3.4 soustraction Compton: Soustraction de la contribution au taux de comptage, dans une fenêtre d'énergie donnée, de la part due à la diffusion des gamma de plus haute énergie.

3.5 sensibilité: Taux de comptage mesuré après certaines corrections (voir 3.2 et 3.4) par unité de concentration de radioélément dans le sol (par exemple: coups/seconde/ppm.U).

3.6 amplificateur-sommeur: Amplificateur qui combine linéairement les signaux recueillis en sortie de différents détecteurs photomultiplicateurs (TPM) sur une seule sortie.

NOTE - Il convient que la non-linéarité de l'amplificateur n'excède pas $\pm 0,5\%$.

3.7 ligne de vol: Ligne de vol prévue, tracée sur une carte topographique ou séries aériennes.

3.8 ligne de vol actualisée: Ligne de vol actuellement suivie, conforme au plan de vol.

3.9 position fixe: Point marqué, normalement près de la région examinée, qui peut facilement être identifié en vol, sur le sol, aussi bien que sur la carte.

3.10 remise à jour: Remplacement de mauvaises coordonnées possibles données par le système de navigation, par les coordonnées correctes relevées au-dessus du point fixe.

3.11 variation magnétique: Différence entre les directions du nord géographique et du nord magnétique.

3.12 échantillon d'étalonnage: Habituellement une source radioactive cylindrique contenant des concentrations connues de matériaux radioactifs, d'étendue et d'épaisseur suffisantes pour approximer une source non finie.

3.13 intervallo-mètre: L'intervallomètre produit des marques de temps (fiducielles) qui sont enregistrées par les différentes unités du système aéroporté (caméra, enregistreur analogique, enregistreur à bande magnétique) pour synchroniser les différentes données acquises.

3 Definitions

For the purposes of this International Standard, the following definitions apply.

3.1 energy-resolution: Width in MeV at half-maximum of the line of ^{137}Cs (0,662 MeV) divided by 0,662 (FWHM: full width at half maximum).

3.2 background: Measured count rate in a given energy window with no terrestrial radioactivity contribution (may be measured at altitudes of more than 1 000 m above ground, and applying altitude correction for cosmic radiation, or above large water bodies with more than 2 km extension and more than 1 m depth. If necessary, the contribution of radioactive element concentrations in the water shall be taken in account).

3.3 energy window: Certain fraction of the gamma ray spectrum between an upper and a lower energy limit.

3.4 Compton stripping: Removal of contributions to count rate in a given energy window due to scattered higher energy gamma quanta.

3.5 sensitivity: Measured count rate after certain corrections (see 3.2 and 3.4) per unit concentration of radioelement in the ground (for example: cps/ppm.U).

3.6 summing amplifier: Amplifier which linearly combines output signals from different detector photomultiplier tube (PMT) units to one output.

NOTE - The non-linearity of the amplifier should not exceed $\pm 0,5\%$.

3.7 flight line: Planned line of flight plotted on a topographic map or aerial photo-mosaics.

3.8 actual flight line: Line actually flown as determined by flight path recovery.

3.9 position fix: Reference point normally just outside of the survey area which can easily be identified from the air as well as on the map.

3.10 updating: Replacement of the possibly wrong coordinates given by the navigation system by the correct coordinates above a position fix.

3.11 magnetic variation: Difference between the geographic and the magnetic north direction.

3.12 calibration pad: Usually a cylindrical radioactive source containing known concentrations of radioactive materials of sufficient lateral extension and depth to approximate an infinite source.

3.13 intervalometer: The intervalometer produces time marks (fiducials) which are recorded by different units of the airborne system (camera, analog recorder, magnetic tape recorder) to synchronize the different data sets.

Plus de précisions sont données dans la CEI 253, la CEI 462 et la CEI 578.

4 Spécifications

Le système complet de mesures radiométriques aéroporté comporte en général plusieurs parties comme montré à la figure 1.

Unités d'acquisition de données comprenant:

- un ou plusieurs ensembles de détecteurs comprenant un détecteur gamma, comme des cristaux NaI(Tl) optiquement couplés à des tubes photomultiplicateurs* disposés dans un coffret maintenu à température constante. Préamplificateur, circuit de mise en forme d'impulsions avec circuit de sortie, pour chaque TPM qui sont aussi placés à l'intérieur du coffret;
- un altimètre pour mesurer l'altitude au-dessus du sol;
- un système de navigation.

Mémorisation des données et unités de visualisation:

- enregistreur à bande magnétique neuf pistes;
- unités de visualisation telle que compteurs digitaux pour quatre canaux (d'énergie), ou visualisation totale du spectre;
- enregistreur analogique multiplume (habituellement quatre canaux d'énergie gamma, altitude, ^{214}Bi dans l'air, température de l'air et marques fiducielles).

Pupitre opérateur pour contrôler les organes de calcul et pour les entrées manuelles des informations opérateurs.

* TPM: Tube Photo Multiplicateur.

Other definitions are given in IEC 253, IEC 462 and IEC 578.

4 Requirements

The complete airborne radiometric survey system usually consists of several components as shown in figure 1.

Data collecting units include:

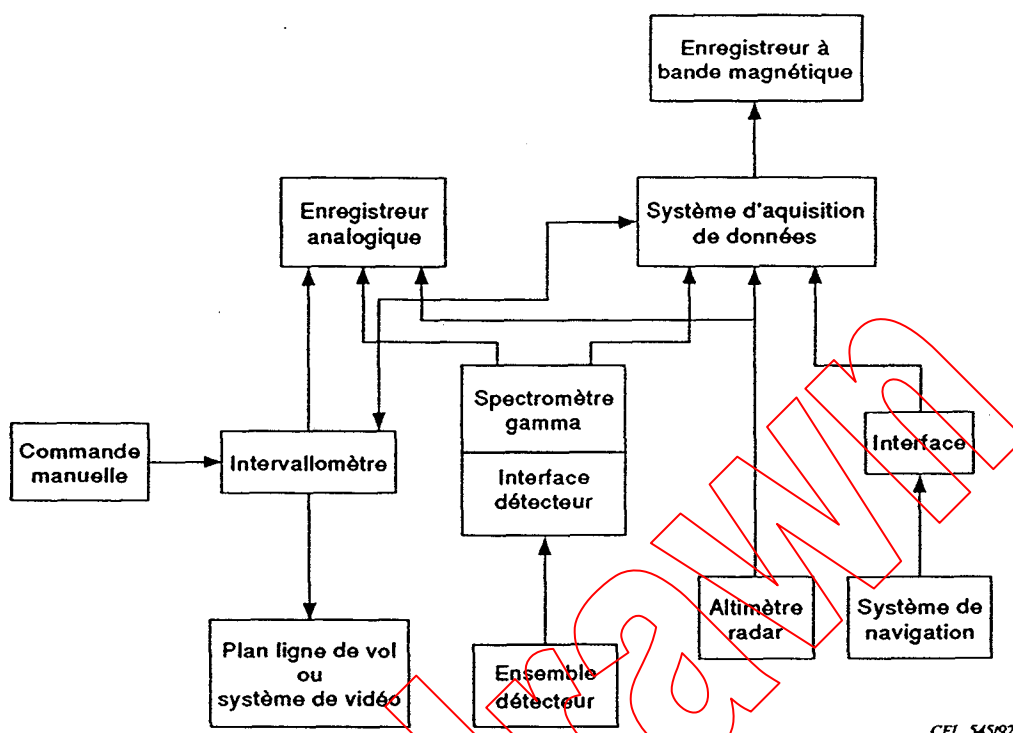
- one or more detector assemblies consisting of a gamma sensitive unit such as NaI(Tl) crystals optically coupled to photomultiplier tubes (PMT), placed in a constant temperature box. Preamplifier, pulse shaper and line driver for each PMT are also placed inside this box;
- altimeter to measure the altitude above ground;
- navigation system.

Data storage and display units:

- nine-track magnetic tape recorder;
- data display units such as digital counters for four channels or total spectrum display;
- multipen analog recorder (usually four gamma energy channels, altitude, ^{214}Bi in the air, air temperature and fiducial marks).

Operator's keyboard to control computing devices and manual input of operator information.

Withheld



CEI 545/92

Figure 1 - Spectromètre gamma aéroporté - Synoptique

4.1 Ensemble détecteur

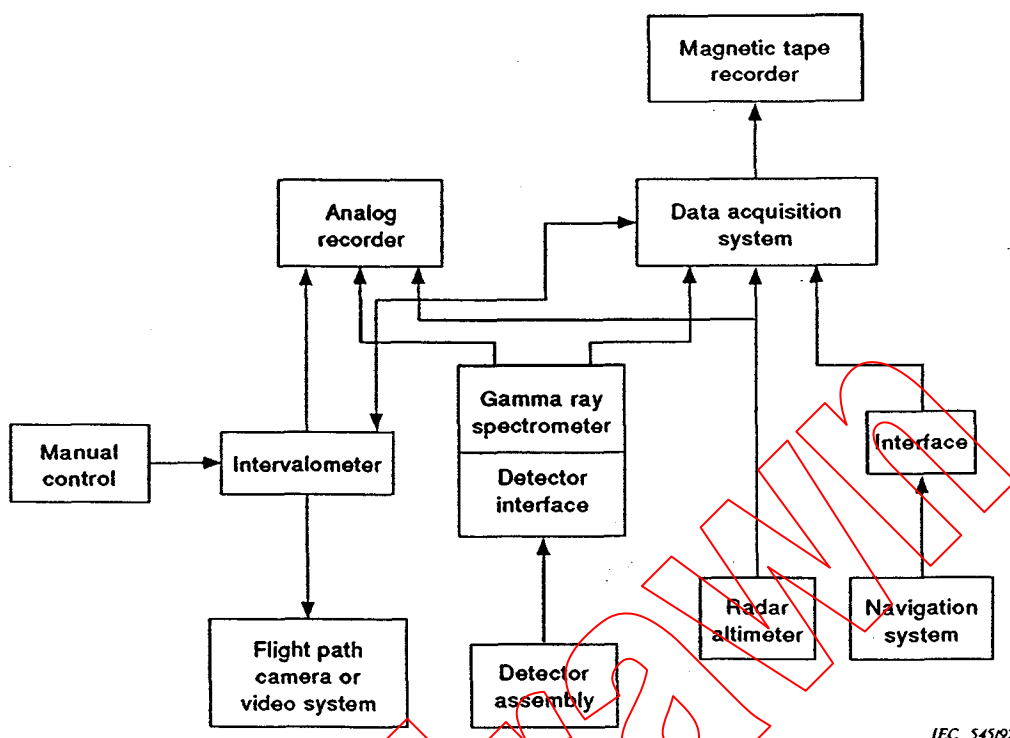
4.1.1 Le détecteur

Le détecteur comprend un ou plusieurs cristaux NaI(Tl) de grand volume, chacun associé à un tube photomultiplicateur (TPM) suivi par un préamplificateur. Le volume total du cristal peut être d'environ 50 l ou plus. Des ensembles comprenant quatre cristaux de 10 cm x 10 cm x 42 cm (≈ 16 l) chacun sont en général utilisés. Si plusieurs TPM sont connectés en parallèle, des précautions doivent être prises pour obtenir des impulsions d'égale amplitude pour des énergies gamma données. Il convient que la résolution (voir largeur à mi-hauteur) des différents détecteurs NaI(Tl)-TPM assemblés soit à peu près identique.

L'ensemble détecteur doit être monté dans une enceinte stabilisée en température pour éviter la dérive de gain due au changement de température. La température doit être constante à $\pm 0,1$ °C pendant les mesures.

Le détecteur doit être monté dans l'avion ou l'hélicoptère de telle manière que l'absorption des rayons gamma émis du sol soit minimisée et plus spécialement que les variations d'absorption en fonction du temps (réservoirs d'essence) soient évitées.

D'autres types de détecteurs, comme Ge(Li), détecteurs à état solide, peuvent être utilisés pour applications spéciales.



IEC 545/92

Figure 1 - Airborne gamma ray survey system - Signal flow

4.1 Detector assembly

4.1.1 The detector

The detector usually consists of one or more large volume NaI(Tl) crystals, each mounted on a photomultiplier tube (PMT) followed by a preamplifier. The total crystal volume may be up to 50 l or more. Assemblies containing four crystals, 10 cm x 10 cm x 42 cm (≈ 16 l) each, are commonly in use. If several PMTs are connected in parallel, provision shall be made to obtain equal pulse amplitudes for given gamma energies. The resolution (i.e. FWHM) of the different NaI(Tl)-PMT assemblies should be almost equal.

The detector assembly shall be mounted in a temperature stabilized housing to avoid overall gain drift due to temperature changes. The temperature shall be constant at $\pm 0,1$ °C during operation.

The detector shall be mounted in the aircraft or helicopter in such a way that absorption of gamma rays from the ground is minimized and especially that variations of absorption with time (fuel tanks) are avoided.

Other types of detectors, such as Ge(Li) solid-state detectors, may be used for special applications.

4.1.2 Unité d'alimentation haute tension

Il convient que la haute tension pour les TPM, qui est usuellement d'environ 1 200 V continue, soit constante à ± 1 V à toutes les températures de fonctionnement.

4.1.3 Stabilisation du spectre

Un système de stabilisation du spectre à partir d'une impulsion artificielle lumineuse (diode PIN) ou d'une source radioactive de référence telle que du ^{133}Ba (0,356 MeV) peut être incluse dans le bloc de détecteur.

4.1.4 Détecteur orienté vers l'espace

Quelques systèmes sont équipés d'un second ensemble détecteur orienté vers l'espace pour détecter l'activité dans l'air du ^{222}Rn . Les détecteurs sont blindés, vers le bas ou sur la moitié de leurs côtés, par 50 mm de plomb pour réduire le fond du rayonnement γ de 2,6 MeV, à une valeur < 20 %.

4.1.5 Accès au contrôle du gain

Il y a lieu que le contrôle de gain des préamplificateurs et le voltage de focalisation de tous les TPM soient accessibles à travers des orifices, sans détruire l'isolation thermique.

4.1.6 Spécifications pour les signaux de sortie

Il convient que la réponse du circuit de sortie soit linéaire dans la gamme de 0 V à 10 V; l'impulsion de forme gaussienne aura une largeur d'environ 1 μs .

4.1.7 Résolution

Il y a lieu de tester la résolution propre des détecteurs pris individuellement ainsi que celle du système. Il est préférable que la résolution du système n'excède pas la valeur de 0,12 (12 %).

4.2 Système électronique

4.2.1 Amplificateur sommateur (AS)

En général les impulsions en sortie de chacun des TPM sont appliquées à l'amplificateur sommateur et sont amplifiées proportionnellement à l'amplitude requise pour convenir à l'électronique qui suit. Il y a lieu que la «somme» ne conduise pas à une dégradation de la résolution supérieure à 1 %.

Chaque TPM peut être déconnecté individuellement dans un but d'étalonnage et de contrôle. Il convient que le gain de chaque voie puisse être ajusté avec un facteur compris entre 0,5 et 1,5 à l'aide de son propre potentiomètre, de même pour la voie de l'amplificateur sommateur. Des potentiomètres additionnels doivent être prévus pour ajuster les limites «basse» et «haute» du domaine de mesure du système.

Il convient que l'amplitude du signal, en sortie du sommateur, soit comprise entre 0 V et 10 V pour une gamme d'énergie s'étendant entre 0 MeV et 3 MeV.

Trois fois quatre lignes d'entrée pour les détecteurs orientés vers le bas (sol) et une fois deux lignes d'entrée pour les détecteurs orientés vers le haut (espace) ont lieu d'être prévues, ainsi qu'une sortie de contrôle pour chacun des détecteurs.

4.1.2 High-voltage supply unit

The high voltage for the PMTs, which is usually about 1 200 V d.c., should be constant within ± 1 V at any operating temperature.

4.1.3 Spectrum stabilization

Active spectrum stabilization systems such as artificial pulsed light flashes (PIN diodes) or reference sources such as ^{133}Ba (0,356 MeV) may be included in the detector casing.

4.1.4 Upward-looking detector

Some systems are equipped with a second upward-looking detector to detect airborne ^{222}Rn activity. They are shielded downwards and half sideways by 50 mm of lead to reduce 2,6 MeV ground γ radiation down to a value < 20 %.

4.1.5 Access to gain control

The control of preamplifier gain and focus voltage of all PMTs should be accessible through a separate covered port hole without destroying the temperature insulation.

4.1.6 Requirements for output signals

Output signals should be linear from 0 V to 10 V; the Gaussian pulse shape should be approximately 1 μs wide.

4.1.7 Resolution

Proper resolution of the individual crystals as well as of the systems should be checked. It is preferable that the resolution of the system not exceed 0,12 (12 %).

4.2 System electronics

4.2.1 Summing amplifier (SA)

Typically the output pulses of each of the PMT line drivers are fed to the summing amplifier and are amplified proportionally to the proper pulse amplitude required by the succeeding electronics. The summing should not lead to a degradation in resolution greater than 1 %.

Each PMT can be disconnected individually for calibration/control purposes. Each line should be adjustable in gain (0,5 to 1,5) by its own potentiometer, as well as the sum of lines. Additional potentiometers shall be available for setting the lower and upper range limits of the system.

The output signal of the summed pulses should be from 0 V to 10 V for the gamma ray energy range from 0 MeV to 3 MeV.

Three 4-core input lines for downward-detectors and one two-core input line for upward-detectors should be available as well as a summed output line for each detector.