

**NORME  
INTERNATIONALE  
INTERNATIONAL  
STANDARD**

**CEI  
IEC**

**60952-1**

Première édition  
First edition  
1988-07

---

---

**Batteries d'aéronefs**

**Première partie:  
Procédures générales d'essais et niveaux  
de performances**

**Aircraft batteries**

**Part 1:  
General test requirements and performance levels**



Numéro de référence  
Reference number  
CEI/IEC 60952-1: 1988

## Numéros des publications

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1997, les publications de la CEI sont numérotées à partir de 60 000.

## 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 60 000 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

60952-1

Première édition  
First edition  
1988-07

---

---

**Batteries d'aéronefs**

**Première partie:  
Procédures générales d'essais et niveaux  
de performances**

**Aircraft batteries**

**Part 1:  
General test requirements and performance levels**

© IEC 1988 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

e-mail: [inmail@iec.ch](mailto:inmail@iec.ch)

3, rue de Varembe Geneva, Switzerland  
IEC web site <http://www.iec.ch>



Commission Electrotechnique Internationale  
International Electrotechnical Commission  
Международная Электротехническая Комиссия

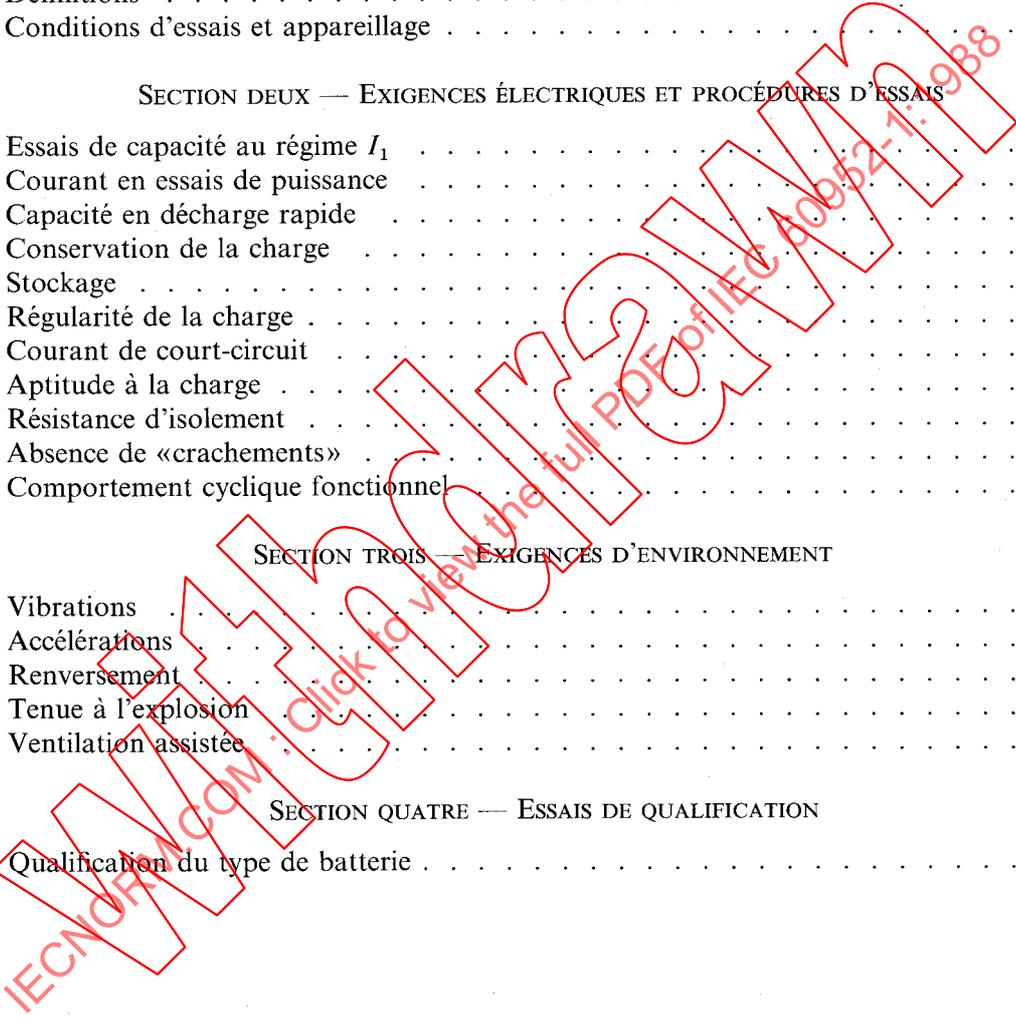
CODE PRIX  
PRICE CODE

N

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

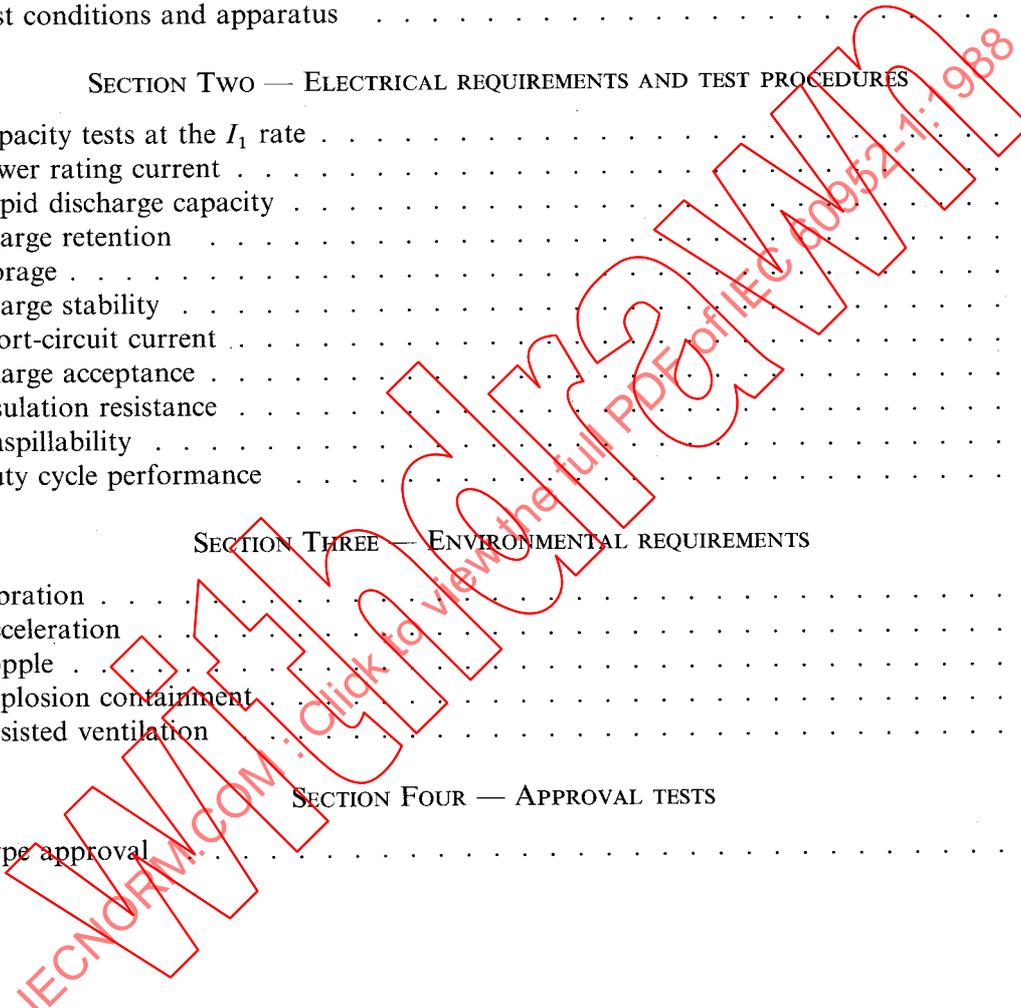
## SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE . . . . .	4
PRÉFACE . . . . .	4
SECTION UN — GÉNÉRALITÉS	
Articles	
1. Domaine d'application . . . . .	6
2. Objet . . . . .	6
3. Définitions . . . . .	6
4. Conditions d'essais et appareillage . . . . .	8
SECTION DEUX — EXIGENCES ÉLECTRIQUES ET PROCÉDURES D'ESSAIS	
5. Essais de capacité au régime $I_1$ . . . . .	10
6. Courant en essais de puissance . . . . .	10
7. Capacité en décharge rapide . . . . .	12
8. Conservation de la charge . . . . .	12
9. Stockage . . . . .	14
10. Régularité de la charge . . . . .	14
11. Courant de court-circuit . . . . .	14
12. Aptitude à la charge . . . . .	16
13. Résistance d'isolement . . . . .	16
14. Absence de «crachements» . . . . .	16
15. Comportement cyclique fonctionnel . . . . .	18
SECTION TROIS — EXIGENCES D'ENVIRONNEMENT	
16. Vibrations . . . . .	20
17. Accélérations . . . . .	22
18. Renversement . . . . .	22
19. Tenue à l'explosion . . . . .	22
20. Ventilation assistée . . . . .	24
SECTION QUATRE — ESSAIS DE QUALIFICATION	
21. Qualification du type de batterie . . . . .	24



## CONTENTS

	Page
FOREWORD . . . . .	5
PREFACE . . . . .	5
SECTION ONE — GENERAL	
Clause	
1. Scope . . . . .	7
2. Object . . . . .	7
3. Definitions . . . . .	7
4. Test conditions and apparatus . . . . .	9
SECTION TWO — ELECTRICAL REQUIREMENTS AND TEST PROCEDURES	
5. Capacity tests at the $I_1$ rate . . . . .	11
6. Power rating current . . . . .	11
7. Rapid discharge capacity . . . . .	13
8. Charge retention . . . . .	13
9. Storage . . . . .	15
10. Charge stability . . . . .	15
11. Short-circuit current . . . . .	15
12. Charge acceptance . . . . .	17
13. Insulation resistance . . . . .	17
14. Unspillability . . . . .	17
15. Duty cycle performance . . . . .	19
SECTION THREE — ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS	
16. Vibration . . . . .	21
17. Acceleration . . . . .	23
18. Topple . . . . .	23
19. Explosion containment . . . . .	23
20. Assisted ventilation . . . . .	25
SECTION FOUR — APPROVAL TESTS	
21. Type approval . . . . .	25



## COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

## BATTERIES D'AÉRONEFS

## Première partie: Procédures générales d'essais et niveaux de performances

## 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° 21 de la CEI: Accumulateurs.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

Règle des Six Mois	Rapport de vote
21(BC)295	21(BC)303

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

La norme est en deux parties: La première partie concerne les procédures générales d'essais et les niveaux minimaux de performances alors que la deuxième partie (en préparation) couvrira les conditions de conception et de construction.

Il est admis que des valeurs complémentaires peuvent être exigées par d'autres organisations (organismes nationaux de normalisation, AECMA, etc.) et que la présente norme peut servir de base de travail pour l'établissement des essais permettant d'obtenir les valeurs exigées.

*Les publications suivantes de la CEI sont citées dans la présente norme:*

- Publications n°s 51-1 (1984): Appareils mesureurs électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires. Première partie: Définitions et prescriptions générales communes à toutes les parties.  
51-2 (1984): Deuxième partie: Prescriptions particulières pour les ampèremètres et les voltmètres.

*Autre publication citée:*

- ISO 266-1975: Acoustique — Fréquences normales pour les mesurages.

## INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

## AIRCRAFT BATTERIES

## Part 1: General test requirements and performance levels

## 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. 21: Secondary Cells and Batteries.

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

Six Months' Rule	Report on Voting
21(CO)295	21(CO)303

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

The standard is in two parts: Part I covers general test requirements and minimum performance levels and Part II (in preparation) will cover design and construction requirements.

It is recognized that additional data may be required by other organisations (national standards bodies, AECMA, etc.), and the present standard can be used as a framework to devise tests for generation of the required data.

*The following IEC publications are quoted in this standard:*

- Publications Nos. 51-1 (1984): Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories.  
 Part 1: Definitions and general requirements common to all parts.  
 51-2 (1984): Part 2: Special requirements for ammeters and voltmeters.

*Other publication quoted:*

- ISO 266-1975: Acoustics — Preferred frequencies for measurements.

## BATTERIES D'AÉRONEFS

### Première partie: Procédures générales d'essais et niveaux de performances

#### SECTION UN — GÉNÉRALITÉS

##### 1. Domaine d'application

La présente norme, éditée en deux parties, concerne à la fois les batteries au nickel-cadmium et au plomb, non étanches pour aéronefs; elles contiennent des éléments ouverts, à soupapes ou monoblocs. Ces batteries sont utilisées pour usage général ou applications spécifiques.

##### 2. Objet

- 2.1 L'objet de la première partie de cette norme est de définir les procédures d'essais pour l'évaluation, la comparaison et la qualification des batteries, et de fixer les niveaux minimaux de performances.
- 2.2 Au besoin, pour des applications particulières, des valeurs de performances spécifiques peuvent être exigées. Celles-ci doivent être basées sur les procédures d'essais de cette norme, mais après modification des paramètres spécifiques aux valeurs désirées (voir paragraphe 21.2).

##### 3. Définitions

Dans cette norme, les définitions suivantes sont utilisées:

###### 3.1 Valeurs de courant

Toutes les valeurs de courant rencontrées dans cette norme doivent être exprimées en ampères (A).

###### 3.2 Régime $I_1$

C'est le courant, spécifié par le fabricant, que la batterie doit débiter pour fournir en 1 h sa capacité nominale  $C_1$ . Tous les autres régimes de courant sont définis sur cette base.

###### 3.3 Capacité nominale $C_1$

La capacité, exprimée en Ah, est celle qui est déclarée par le fabricant quand la tension de la batterie, déchargée au régime  $I_1$ , atteint la valeur correspondant à une tension moyenne par élément de 1,00 V pour les batteries au nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour les batteries au plomb, à une température ambiante de  $23 \pm 2$  °C.

###### 3.4 Courant en essais de puissance $I_{PR}$

Courant, que la batterie débite à la fin des 15 s d'une décharge, contrôlée de manière à maintenir constante la tension à ses bornes à une valeur moitié de la tension nominale (soit 1,2 V par élément pour le nickel-cadmium et 2,0 V pour le plomb).

## AIRCRAFT BATTERIES

### Part 1: General test requirements and performance levels

#### SECTION ONE — GENERAL

##### 1. Scope

This standard, published in two parts, covers both vented nickel-cadmium and vented lead-acid aircraft batteries containing vented or valve-regulated cells or monoblocs. The batteries are used for general purpose and dedicated applications.

##### 2. Object

- 2.1 The object of Part 1 of this standard is to define test procedures for the evaluation, comparison and qualification of batteries and to state minimum performance levels.
- 2.2 Where necessary for a particular application, specific performance data may be required. Such data should be based upon the test procedures in this standard but with specific parameters modified to the desired values (see Sub-clause 21.2).

##### 3. Definitions

For the purpose of this standard, the following definitions apply:

###### 3.1 *Current values*

All current values throughout this standard shall be expressed in amperes (A).

###### 3.2 $I_1$ rate

The current specified by the manufacturer is that which the battery delivers to give its rated  $C_1$  capacity in 1 h. This shall be the basis on which all other current ratings are defined.

###### 3.3 *Rated capacity $C_1$*

The capacity, expressed in Ah, shall be that stated by the manufacturer when discharged at the  $I_1$  rate down to a battery voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium batteries or 1.67 V for lead-acid batteries at an ambient temperature of  $23 \pm 2$  °C.

###### 3.4 *Power rating current $I_{PR}$*

The discharge current which the battery delivers at the conclusion of a 15 s power discharge, controlled so as to maintain a constant terminal voltage of half the nominal voltage (1.2 V per cell for nickel-cadmium and 2.0 V per cell for lead-acid batteries).

### 3.5 Batterie chargée

Batterie qui a été totalement chargée suivant les instructions du fabricant des batteries.

### 3.6 Batterie déchargée

Batterie qui a été déchargée à température ambiante de  $23 \pm 2$  °C au régime  $I_1$  jusqu'à une tension batterie correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour les batteries au nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour les batteries au plomb.

### 3.7 Batterie en «état de service»

Batterie entièrement prête et entretenue suivant les instructions du fabricant. Ces instructions ne doivent inclure le remplacement d'aucun composant, excepté de l'eau.

### 3.8 Performance déclarée

Valeur d'une performance attestée par le fabricant pour une batterie de type spécifique.

## 4. Conditions d'essais et appareillage

### 4.1 Conditions générales d'essais

Si des conditions d'essais spécifiques ne sont pas imposées, l'essai doit être réalisé dans les conditions générales suivantes:

pression atmosphérique: 85 kPa à 106 kPa (850 mbar à 1 060 mbar).

Si des tolérances particulières n'ont pas été spécifiées, un écart non supérieur à  $\pm 5\%$  sera autorisé sur les valeurs indiquées, autres qu'électriques.

### 4.2 Appareillage de mesure

La méthode de mesure utilisée pour les essais doit être choisie de manière adaptée à la grandeur des paramètres à mesurer. Les appareils doivent être régulièrement étalonnés et doivent avoir au minimum les prescriptions suivantes:

#### 4.2.1 Mesure de la tension

Les instruments de mesure de tension doivent être des voltmètres au moins aussi précis que la classe 0,5, comme défini dans les Publications 51-1 et 51-2 de la CEI. Leur résistance doit être de 1 000  $\Omega/V$  au minimum.

#### 4.2.2 Mesure du courant

Les instruments de mesure de courant doivent être des ampèremètres au moins aussi précis que la classe 0,5, comme défini dans les Publications 51-1 et 51-2 de la CEI. Cette classe de précision doit s'appliquer également à l'ensemble ampèremètre, shunt et câblage.

#### 4.2.3 Mesure de la température

Les thermomètres doivent avoir une précision de  $\pm 1$  °C ou mieux.

#### 4.2.4 Mesure du temps

Les mesures de temps doivent avoir une précision de 0,5% ou mieux.

### 3.5 *Charged battery*

A battery which has been fully charged in accordance with the battery manufacturer's instructions.

### 3.6 *Discharged battery*

A battery which has been discharged at an ambient temperature of  $23 \pm 2$  °C at the  $I_1$  rate down to a battery voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid batteries.

### 3.7 *Serviced battery*

A battery which has been fully prepared and maintained in accordance with the manufacturer's instructions. These instructions shall not include replacement of any components except water.

### 3.8 *Declared value*

The value of performance certified by the battery manufacturer for a specific type of battery.

## 4. **Test conditions and apparatus**

### 4.1 *General test conditions*

If specific test conditions are not required for a test, the test shall be carried out under the following general test condition:

air pressure: 85 kPa to 106 kPa (850 mbar to 1 060 mbar)

If definite tolerances have not been specified, a deviation of not more than  $\pm 5\%$  from the given non-electrical values will be permitted.

### 4.2 *Measuring apparatus*

The measuring method used for the tests shall be selected to suit the magnitude of the parameters to be measured. The apparatus shall be regularly calibrated and shall have at least the degree of accuracy given below:

#### 4.2.1 *Voltage measurement*

The instruments used for measuring voltages shall be voltmeters having an accuracy of Class 0.5 or better, as defined in IEC Publications 51-1 and 51-2. The resistance of the voltmeters shall be at least 1 000  $\Omega/V$ .

#### 4.2.2 *Current measurement*

The instruments used for current measurement shall be ammeters having an accuracy of Class 0.5 or better, as defined in IEC Publications 51-1 and 51-2. This accuracy class shall be maintained for the assembly of ammeter, shunt and leads.

#### 4.2.3 *Temperature measurement*

The instruments used for temperature measurement shall have an accuracy of  $\pm 1$  °C or better.

#### 4.2.4 *Time measurement*

The instruments used for time measurement shall be to an accuracy of 0.5% or better.

## SECTION DEUX — EXIGENCES ÉLECTRIQUES ET PROCÉDURES D'ESSAIS

5. Essais de capacité au régime  $I_1$ 5.1 Capacité nominale  $C_1$ 

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à la température ambiante de  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée à  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour le plomb, en maintenant la température ambiante à  $23 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant la décharge. La batterie devra fournir une capacité d'au moins 100% de  $C_1$  (de décharge d'au moins 1 h).

5.2 Capacité à  $1 I_1$  et  $-18^\circ\text{C}$ 

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à la température ambiante de  $-18 \pm 2^\circ\text{C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée à  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour le plomb, en maintenant la température ambiante à  $-18 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant la décharge. La batterie devra fournir une capacité minimale de 70% de  $C_1$  pour le nickel-cadmium et de 55% de  $C_1$  pour le plomb.

5.3 Capacité à  $1 I_1$  et  $-30^\circ\text{C}$ 

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à température ambiante de  $-30 \pm 2^\circ\text{C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée à  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour le plomb, en maintenant la température ambiante à  $-30 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant la décharge. La batterie devra fournir une capacité minimale de 65% de  $C_1$  pour le nickel-cadmium et de 35% de  $C_1$  pour le plomb.

5.4 Capacité à  $1 I_1$  et  $50^\circ\text{C}$ 

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à la température ambiante de  $50 \pm 2^\circ\text{C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée à  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour le plomb, en maintenant la température ambiante à  $50 \pm 2^\circ\text{C}$  pendant la décharge. La batterie devra fournir une capacité minimale de 80% de  $C_1$  pour le nickel-cadmium et de 100% de  $C_1$  pour le plomb.

## 6. Courant en essais de puissance

6.1 Courant en essais de puissance à  $23^\circ\text{C}$ 

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à  $23 \pm 2^\circ\text{C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée pendant au moins 15 s en maintenant constante la tension à ses bornes correspondant à une tension moyenne de 0,60 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,00 V pour le plomb. La décharge doit être effectuée de manière automatique. Enregistrer le courant en fonction du temps pendant tout l'essai.

La valeur du courant à la 15<sup>e</sup> seconde de décharge s'appelle  $I_{PR}$ , elle ne devra pas être inférieure à celle qui est annoncée par le fabricant.

## SECTION TWO — ELECTRICAL REQUIREMENTS AND TEST PROCEDURES

**5. Capacity tests at the  $I_1$  rate****5.1 Rated capacity,  $C_1$** 

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at an ambient temperature of  $23 \pm 2$  °C, a serviced and charged battery shall be discharged at a rate of  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid, maintaining the ambient temperature at  $23 \pm 2$  °C during discharge. The battery shall deliver a capacity of not less than 100%  $C_1$  (discharge time 1 h).

**5.2 Capacity at  $1 I_1$  and  $-18$  °C**

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at an ambient temperature of  $-18 \pm 2$  °C, a serviced and charged battery shall be discharged at a rate of  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid, maintaining the ambient temperature at  $-18 \pm 2$  °C during discharge. The battery shall deliver a capacity of not less than 70% of  $C_1$  for nickel-cadmium and 55% of  $C_1$  for lead-acid batteries.

**5.3 Capacity at  $1 I_1$  and  $-30$  °C**

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at an ambient temperature of  $-30 \pm 2$  °C, a serviced and charged battery shall be discharged at a rate of  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid, maintaining the ambient temperature at  $-30 \pm 2$  °C during discharge. The battery shall deliver a capacity of not less than 65% of  $C_1$  for nickel-cadmium and 35% of  $C_1$  for lead-acid batteries.

**5.4 Capacity at  $1 I_1$  and  $50$  °C**

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at an ambient temperature of  $50 \pm 2$  °C, a serviced and charged battery shall be discharged at a rate of  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid, maintaining the ambient temperature at  $50 \pm 2$  °C during discharge. The battery shall deliver a capacity of not less than 80% of  $C_1$  for nickel-cadmium and 100% of  $C_1$  for lead-acid batteries.

**6. Power rating current****6.1 Power rating current at  $23$  °C**

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at  $23 \pm 2$  °C, a serviced and charged battery shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage corresponding to a mean voltage per cell of 0.60 V for nickel-cadmium or 1.00 V for lead-acid for not less than 15 s. Loading should be automatically effected. The plot of current against time shall be recorded throughout the test.

The current at 15 s shall be designated  $I_{PR}$  and shall be not less than the value declared by the manufacturer.

## 6.2 Courant en essais de puissance à $-18\text{ °C}$

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à  $-18 \pm 2\text{ °C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée pendant au moins 15 s en maintenant constante la tension à ses bornes correspondant à une tension moyenne de 0,60 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,00 V pour le plomb. La décharge doit être effectuée de manière automatique. Enregistrer le courant en fonction du temps pendant tout l'essai.

La valeur du courant à la 15<sup>e</sup> seconde de décharge ne devra pas être inférieure à celle qui est annoncée par le fabricant.

## 6.3 Courant en essais de puissance à $-30\text{ °C}$

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à  $-30 \pm 2\text{ °C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée pendant au moins 15 s en maintenant constante la tension à ses bornes correspondant à une tension moyenne de 0,60 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,00 V pour le plomb. La décharge doit être effectuée de manière automatique. Enregistrer le courant en fonction du temps pendant tout l'essai.

La valeur du courant à la 15<sup>e</sup> seconde de décharge ne devra pas être inférieure à celle qui est annoncée par le fabricant.

## 7. Capacité en décharge rapide

### 7.1 Capacité en décharge rapide à $23\text{ °C}$

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à température ambiante de  $23 \pm 2\text{ °C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée au régime de  $8 I_1$  pour le nickel-cadmium, ou  $6 I_1$  pour le plomb. La décharge se fait à la température ambiante maintenue à  $23 \pm 2\text{ °C}$  jusqu'à une tension de fin de charge correspondant à une tension moyenne de 0,8 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,33 V pour le plomb.

La batterie devra fournir une capacité minimale de 50% de  $C_1$ .

### 7.2 Capacité en décharge rapide à $-30\text{ °C}$

Après maintien pendant une durée de 16 h à 24 h à température ambiante de  $-30 \pm 2\text{ °C}$ , une batterie en état de service et chargée doit être déchargée au régime de  $8 I_1$  pour le nickel-cadmium, ou  $6 I_1$  pour le plomb. La décharge se fait à une température ambiante maintenue à  $-30 \pm 2\text{ °C}$  jusqu'à une tension de fin de charge correspondant à une tension moyenne de 0,685 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,33 V pour le plomb.

La batterie devra fournir une capacité minimale de 35% de  $C_1$  pour le nickel-cadmium et de 25% de  $C_1$  pour le plomb.

## 8. Conservation de la charge

Une batterie en état de service et chargée est déchargée comme indiqué au paragraphe 5.1 et la durée de décharge est notée.

La batterie est rechargée et reste au repos en circuit ouvert, couvercle fermé, pendant 28 jours. A aucun moment, la température ambiante ne devra sortir des limites  $23 \pm 5\text{ °C}$  et la température moyenne durant cette période de 28 jours sera de  $23 \pm 2\text{ °C}$ . L'humidité relative devra être inférieure à 70%.

## 6.2 Power rating current at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at  $-18 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a serviced and charged battery shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage corresponding to a mean voltage per cell of 0.60 V for nickel-cadmium or 1.00 V for lead-acid for not less than 15 s. Loading should be automatically effected. The plot of current against time shall be recorded throughout the test.

The current at 15 s shall be not less than the value declared by the manufacturer.

## 6.3 Power rating current at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at  $-30 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a serviced and charged battery shall be discharged at a rate so as to maintain a constant terminal voltage corresponding to a mean voltage per cell of 0.60 V for nickel-cadmium or 1.00 V for lead-acid for not less than 15 s. Loading should be automatically effected. The plot of current against time shall be recorded throughout the test.

The current at 15 s shall be not less than the value declared by the manufacturer.

## 7. Rapid discharge capacity

### 7.1 Rapid discharge capacity at $23\text{ }^{\circ}\text{C}$

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at an ambient temperature of  $23 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a serviced and charged battery shall be discharged at a rate of  $8 I_1$  for nickel-cadmium or  $6 I_1$  for lead-acid to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 0.8 V for nickel-cadmium or 1.33 V for lead-acid, maintaining the ambient temperature at  $23 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  during discharge.

The battery shall deliver a capacity of not less than 50% of  $C_1$ .

### 7.2 Rapid discharge capacity at $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$

After standing for not less than 16 h and not more than 24 h at an ambient temperature of  $-30 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a serviced and charged battery shall be discharged at a rate of  $8 I_1$  for nickel-cadmium or  $6 I_1$  for lead-acid to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 0.685 V for nickel-cadmium or 1.33 V for lead-acid, maintaining the ambient temperature at  $-30 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$  during discharge.

The battery shall deliver a capacity of not less than 35% of  $C_1$  for nickel-cadmium and 25% of  $C_1$  for lead-acid batteries.

## 8. Charge retention

A serviced and charged battery shall be discharged according to Sub-clause 5.1 and the discharge duration shall be recorded.

It shall be recharged and, with the battery cover on, it shall be allowed to stand on open circuit for a period of 28 days. The ambient temperature at any time shall not be outside the limits of  $23 \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , and the mean ambient temperature during the 28-day period shall be  $23 \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ . The relative humidity shall be less than 70%.

La batterie doit être ensuite déchargée au régime de  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour le plomb, en maintenant la température ambiante à  $23 \pm 2$  °C. La batterie doit fournir une capacité d'au moins 75% de la capacité obtenue lors de la décharge précédente.

## 9. Stockage

Une batterie neuve, dans son état de livraison par le fabricant, est stockée en ambiance tempérée ( $20 \pm 15$  °C; humidité inférieure à 70%) pendant 24 à 26 mois.

La batterie doit être mise en état de service en accord avec les instructions du fabricant. Elle devra alors satisfaire aux séquences du tableau I pour la batterie du groupe d'essais n° IV.

## 10. Régularité de la charge

Une batterie en état de service et chargée, munie des dispositifs de mesure nécessaires, est placée dans une chambre climatique à  $50 \pm 2$  °C pendant une durée de 16 h à 24 h. La vitesse de l'air de ventilation à l'intérieur de la chambre climatique doit être de  $0,6 \pm 0,15$  m/s.

La batterie doit être déchargée au régime de  $0 I_1$  pendant 5 min puis, immédiatement après la décharge et toujours dans la chambre climatique à  $50 \pm 2$  °C, elle doit être mise en charge sous tension constante correspondant à une tension moyenne de  $1,45 \pm 0,005$  V par élément pour le nickel-cadmium, ou de  $2,417 \pm 0,010$  V pour le plomb, pendant 10 h pendant lesquelles le courant de charge et la température sont enregistrés toutes les 10 min.

Après un repos de 1 h en circuit ouvert, la batterie doit être déchargée au régime de  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou 1,67 V pour le plomb, en maintenant la ventilation pendant la décharge. La température mesurée sur la connexion d'un élément central et la tension sont enregistrées pendant toute la durée de la charge. La batterie doit subir un examen d'aspect à l'issue de cet essai. Aucune addition d'eau ne doit être effectuée après que la batterie a été placée dans la chambre climatique.

Au cours de la charge sous tension constante, le courant de charge ne doit pas augmenter de plus de  $0,1 I_1$  à partir de la valeur minimale atteinte sur la période de 10 h et la température de l'élément central ne doit pas dépasser 70 °C. La capacité que doit fournir la batterie pendant la décharge au régime  $1 I_1$  ne doit pas être inférieure à 75% de  $C_1$ .

A la fin de l'essai, après maintien à  $23 \pm 2$  °C pendant 16 h à 24 h et après recharge, la batterie devra satisfaire aux exigences du paragraphe 5.1.

## 11. Courant de court-circuit

Une batterie en état de service et chargée doit être maintenue à la température de  $23 \pm 2$  °C pendant une durée comprise entre 16 h et 24 h. Elle est ensuite reliée par l'intermédiaire d'un connecteur approprié, pendant une durée de 60 s, à un circuit d'essai dont la résistance totale ne doit pas dépasser  $1,5 \pm 0,5$  mΩ y compris le connecteur de raccordement approprié.

Le courant et la tension aux bornes de la batterie sont mesurés pendant tout cet essai. Après l'essai, la cuve de batterie ou ses composants ne doivent pas montrer de déformation excessive et il ne doit pas y avoir eu d'allumage de gaz explosifs. Après un entretien normal et une recharge, la batterie devra délivrer 90% de sa capacité nominale (paragraphe 5.1).

It shall then be discharged at a rate of  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid, maintaining the ambient air temperature at  $23 \pm 2$  °C. The battery shall deliver a capacity of not less than 75% of the capacity obtained on the previous discharge.

## 9. Storage

A new battery as delivered by the manufacturer shall be stored in temperate conditions ( $20 \pm 15$  °C; humidity less than 70%) for 24 to 26 months.

The battery shall then be prepared for service in accordance with the manufacturer's instructions. It shall then satisfy the test sequence in Table I for Test Battery IV.

## 10. Charge stability

A serviced and charged battery with any necessary instrumentation modifications shall be placed in a chamber at  $50 \pm 2$  °C for not less than 16 h and not more than 24 h. The air flow across the working section of the chamber shall be at a speed of  $0.6 \pm 0.15$  m/s.

The battery shall be discharged at a rate of  $6 I_1$  for 5 min and immediately following the discharge, with the battery still in the chamber at  $50 \pm 2$  °C, a constant voltage charge corresponding to a mean voltage per cell of  $1.45 \pm 0.005$  V for nickel-cadmium or  $2.417 \pm 0.010$  V for lead-acid shall be carried out for 10 h, recording the charging current and temperature at intervals of 10 min.

After standing on open circuit for 1 h, the battery shall be discharged at a rate of  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid, the air flow being maintained throughout. Centre cell temperature, measured on the intercell connector, and voltage shall be recorded throughout the charge period. The battery shall be examined at the end of test for physical damage. No water additions shall be made after the battery has been placed in the chamber.

During the constant voltage charge, the charging current shall not increase from the minimum value during this period by more than  $0.1 I_1$  over the 10 h period and the temperature of the centre cell shall not exceed 70 °C. During the discharge at  $1 I_1$ , the battery shall deliver a capacity of not less than 75% of  $C_1$ .

At the end of test, the battery after standing at  $23 \pm 2$  °C for not less than 16 h and not more than 24 h, shall meet the requirements of Sub-clause 5.1.

## 11. Short-circuit current

A serviced and charged battery shall be held at  $23 \pm 2$  °C for not less than 16 h and not more than 24 h. It shall then be connected to a test circuit with an appropriate mating connector for 60 s. The total resistance of the circuit including the appropriate mating connector shall not exceed  $1.5 \pm 0.5$  mΩ.

The current and the terminal voltage shall be measured throughout the test. After the test there shall be no undue distortion of the battery case or components and no ignition of contained explosive gases. After normal servicing and recharging, the battery shall give 90% of its nominal capacity (Sub-clause 5.1).

## 12. Aptitude à la charge

Une batterie en état de service et chargée est déchargée comme indiqué au paragraphe 5.1 et la durée de la décharge est notée. La batterie est ensuite rechargée. Puis elle doit subir une décharge au régime de  $1 I_1$  d'une durée égale à 50% de celle de la décharge précédente. Après avoir été maintenue entre 16 h et 24 h à  $23 \pm 2$  °C, la batterie doit être chargée pendant 0,5 h sous une tension constante correspondant à une tension moyenne de  $1,425 \pm 0,005$  V par élément pour le nickel-cadmium, ou de  $2,375 \pm 0,01$  V pour le plomb. Enregistrer la courbe du courant en fonction du temps.

Immédiatement après la charge et à une température ambiante de  $23 \pm 2$  °C, la batterie doit être déchargée au régime de  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour le plomb. La batterie doit fournir une capacité d'au moins 70% de la capacité obtenue lors de la décharge initiale.

## 13. Résistance d'isolement

La valeur de la résistance d'isolement doit être mesurée sous 250 V, courant continu, entre la borne de sortie négative et les points habituels de montage et de fixation. La mesure doit être faite à une humidité relative ne dépassant pas 70%.

Aussitôt après des essais tels que « Absence de crachements » (article 14) et « Comportement cyclique fonctionnel » (article 15), la valeur minimale de l'isolement doit être de 0,25 M $\Omega$ , mais après nettoyage et séchage la valeur minimale doit être de 10 M $\Omega$ .

## 14. Absence de « crachements »

### 14.1. Batteries destinées aux avions n'effectuant pas de voltige

Les batteries destinées aux avions n'effectuant pas de voltige sont essayées, complètement chargées, avec le niveau d'électrolyte ajusté selon les recommandations du fabricant. La batterie doit avoir été chargée sous tension constante correspondant à une tension moyenne de  $1,425 \pm 0,005$  V par élément pour le nickel-cadmium, ou de  $2,375 \pm 0,01$  V pour le plomb, pendant une durée de 2 h avant l'essai.

La charge doit être poursuivie pendant l'essai et la batterie est lentement basculée, dix fois de chaque côté, d'un angle de 60° dans toutes les directions par rapport à la position verticale normale. Le temps imparti pour passer d'une position basculée à la position basculée opposée, en passant par la position verticale, ne doit pas être supérieur à 20 s et la batterie doit être maintenue au moins 5 s dans chaque position basculée.

Les batteries qui ne sont pas chargées à bord seront laissées en circuit ouvert pendant l'essai.

### 14.2. Batteries d'avions effectuant de la voltige

Les batteries destinées aux avions effectuant de la voltige sont essayées complètement chargées, avec le niveau d'électrolyte ajusté selon les recommandations du fabricant. La batterie doit avoir été chargée sous tension constante correspondant à une tension moyenne de  $1,425 \pm 0,005$  V par élément pour le nickel-cadmium, ou de  $2,375 \pm 0,01$  V pour le plomb, pendant une durée de 2 h avant l'essai.

## 12. Charge acceptance

A serviced and charged battery shall be discharged according to Sub-clause 5.1 and the discharge duration shall be recorded. It shall be recharged. It shall then be discharged at a rate of  $1 I_1$  for 50% of the duration of the previous test. The battery shall stand for not less than 16 h and not more than 24 h at  $23 \pm 2$  °C and shall then be charged at a constant voltage corresponding to a mean voltage per cell of  $1.425 \pm 0.005$  V for nickel-cadmium or  $2.375 \pm 0.01$  V for lead-acid for 0.5 h. A curve of current as a function of time shall be recorded.

Immediately after charging and with an ambient temperature of  $23 \pm 2$  °C, the battery shall be discharged at  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid. The battery shall deliver a capacity of at least 70% of the capacity obtained on the original discharge.

## 13. Insulation resistance

The value of the insulation resistance shall be measured with 250 V d.c. between the negative output terminal and the usual points for the installation and attachment of the casing. The measurement shall be carried out at a relative humidity not greater than 70%.

Immediately after such tests as unspillability (Clause 14) and duty cycle (Clause 15), the minimum value of the insulation resistance shall be 0.25 M $\Omega$  but after cleaning and drying the minimum value shall be 10 M $\Omega$ .

## 14. Unspillability

### 14.1 Batteries for use in non-aerobatic aircraft

Batteries designed for use in non-aerobatic aircraft shall be tested in the fully charged condition, with the electrolyte level adjusted to the level recommended by the manufacturer. The battery shall then be charged at a constant voltage corresponding to a mean voltage per cell of  $1.425 \pm 0.005$  V for nickel-cadmium or  $2.375 \pm 0.01$  V for lead-acid for a period of 2 h previous to the test.

The charging shall be continued during the test and the battery shall be slowly rocked ten times from side to side through an angle of 60° from the normal vertical position and in any direction from it. The time taken to move from one tilted position through the vertical to the other tilted position shall be not more than 20 s and the battery shall remain in each tilted position for at least 5 s.

Batteries not charged on the aircraft shall be left on open circuit during the test.

### 14.2 Batteries for use in aerobatic aircraft

Batteries designed for use in aerobatic aircraft shall be tested in the fully charged condition with the electrolyte level adjusted to the level recommended by the manufacturer. The battery shall then be charged at a constant voltage corresponding to a mean voltage per cell of  $1.425 \pm 0.005$  V for nickel-cadmium or  $2.375 \pm 0.01$  V for lead-acid for a period of 2 h previous to the test.

La charge devra être poursuivie pendant l'essai. La batterie est fixée solidement sur un plateau pouvant pivoter autour de son axe horizontal, la batterie étant centrée au-dessus de l'axe de rotation avec sa plus grande longueur parallèle à celui-ci.

Le plateau et la batterie doivent effectuer dix rotations complètes avec un arrêt de 30 s à mi-chemin de la première et de la dernière révolution. La vitesse de rotation doit être de un tour en 5 s. L'essai doit être répété en replaçant la batterie à 90° de la position précédente, dans le plan horizontal.

Les batteries qui ne sont pas chargées à bord seront laissées en circuit ouvert pendant l'essai.

#### 14.3 *Sanctions*

Il ne doit y avoir aucun écoulement d'électrolyte et la batterie doit satisfaire à l'essai d'isolement de l'article 13.

### 15. **Comportement cyclique fonctionnel**

#### 15.1 *Méthode d'essai*

Une batterie en état de service et chargée doit être soumise au programme non interrompu suivant, après avoir été maintenue en circuit ouvert à la température ambiante de  $23 \pm 5$  °C pendant 14 jours.

15.1.1 La batterie doit subir une décharge à courant constant de  $0,5 I_1$  pendant  $10 \pm 0,5$  min, suivie immédiatement d'une décharge à travers une résistance déterminée pendant 20 s. Après être restée en circuit ouvert pendant 1 min, elle est de nouveau déchargée pendant 20 s sur la résistance.

La valeur de la résistance (en ohms) doit être égale à 1,5 fois la tension nominale de la batterie divisée par la valeur de son courant  $I_{PR}$  (paragraphe 6.1). La tension nominale est égale au nombre d'éléments multiplié par 1,2 V pour le nickel-cadmium ou 2,0 V pour le plomb. La valeur de la résistance ne doit pas varier de plus de  $\pm 5\%$  au cours de l'essai.

15.1.2 La batterie doit alors être chargée sous tension constante correspondant à une tension moyenne de  $1,425 \pm 0,005$  V par élément pour le nickel-cadmium, ou de  $2,375 \pm 0,01$  V pour le plomb, pendant  $60 \pm 2$  min, l'alimentation ayant une possibilité de début au moins égale à  $8 I_1$ . La batterie doit ensuite être laissée au repos en circuit ouvert pendant 1 h à 2 h. Ce cycle sera répété 50 fois.

15.1.3 A l'issue de ces séries de cycles, conformément aux paragraphes 15.1.1 et 15.1.2, la batterie doit être immédiatement déchargée à courant constant de  $1 I_1$  jusqu'à une tension d'arrêt correspondant à une tension moyenne de 1,00 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,67 V pour le plomb. La batterie doit subir un entretien normal et être déchargée au régime de  $1 I_1$  conformément au paragraphe 5.1.

La procédure ci-dessus doit alors être répétée.

#### 15.2 *Sanctions de l'essai*

La batterie satisfera à la spécification si:

- a) la tension minimale aux bornes de la batterie, pendant la décharge selon le paragraphe 15.1.1, n'est pas inférieure à une valeur correspondant à une tension moyenne de 0,65 V par élément pour le nickel-cadmium, ou de 1,08 V pour le plomb;
- b) la température au centre de la batterie ne dépasse pas 60 °C;
- c) le courant décroît en dessous de  $0,2 I_1$  et reste inférieur à cette valeur pendant la charge sous tension constante;

The charging shall be continued during the test and the battery shall be securely attached to a platform capable of being rotated about its horizontal axis at the base of the battery, the battery being centralized with its major length above and parallel to the axis of rotation.

The platform and battery shall be rotated ten times with a pause of 30 s midway through the first and last revolution. The rate of rotation shall be equivalent to one revolution per 5 s. The test shall be repeated with the battery repositioned on the platform 90° horizontally from its former position.

Batteries not charged on the aircraft shall be left on open circuit during the test.

### 14.3 Requirements

There shall be no spillage of electrolyte and the battery shall pass the insulation requirements of Clause 13.

## 15. Duty cycle performance

### 15.1 Test method

A serviced and charged battery shall be tested according to the following continuous schedule at an ambient temperature of  $23 \pm 5$  °C after standing on open circuit for a period of 14 days.

- 15.1.1 The battery shall be discharged at a rate of  $0.5 I_1$  for  $10 \pm 0.5$  min, followed immediately by a discharge through a fixed resistor for 20 s. After standing on open circuit for 1 min it shall again be discharged through the resistor for 20 s.

The value of the resistor (in ohms) shall be equal to 1.5 times the nominal battery voltage divided by its rated value of  $I_{PR}$  (Sub-clause 6.1). The nominal battery voltage is defined as the number of cells times 1.2 V for nickel-cadmium or 2.0 V for lead-acid batteries. The resistance shall not vary by more than  $\pm 5\%$  throughout the test.

- 15.1.2 The battery shall then be charged at a constant voltage corresponding to a mean voltage per cell of  $1.425 \pm 0.005$  V for nickel-cadmium or  $2.375 \pm 0.01$  V for lead-acid for  $60 \pm 2$  min, the charge supply having a current rating of at least  $8 I_1$ . The battery shall then stand on open circuit for not less than 1 h and not more than 2 h. This schedule shall be repeated for 50 cycles.

- 15.1.3 At the end of this series of cycles according to Sub-clauses 15.1.1 and 15.1.2 the battery shall be immediately discharged at a rate of  $1 I_1$  to an end voltage corresponding to a mean voltage per cell of 1.00 V for nickel-cadmium or 1.67 V for lead-acid. The battery shall be subjected to normal servicing and discharged at a rate of  $1 I_1$  according to Sub-clause 5.1.

The above procedure shall then be repeated.

### 15.2 Test requirements

The battery shall meet the specification if:

- the minimum battery terminal voltage during the discharge according to Sub-clause 15.1.1 is not less than a value corresponding to a mean voltage per cell of 0.65 V for nickel-cadmium or 1.08 V for lead-acid;
- the temperature in the centre of the battery does not exceed 60 °C;
- the current falls below and remains below  $0.2 I_1$  during the constant voltage charge;

- d) la durée de la décharge au régime de  $1 I_1$  immédiatement après l'essai cyclique n'est pas inférieure à 48 min (80% de  $C_1$ );
- e) la consommation d'eau par élément au cours de l'entretien n'excède pas les valeurs recommandées par le fabricant;
- f) la résistance d'isolement mesurée sous 250 V courant continu, entre les éléments et le coffre avant les opérations d'entretien, n'est pas inférieure à 0,25 M $\Omega$ ;
- g) un temps de décharge, sous  $1 I_1$ , d'au moins 54 min (90% de  $C_1$ ) est obtenu après les opérations d'entretien;
- h) aucun signe de déformation physique n'est constaté sur la batterie.

## SECTION TROIS — EXIGENCES D'ENVIRONNEMENT

### 16. Vibrations

#### 16.1 Installation de la batterie

La batterie doit être montée avec sa base dans un plan horizontal, quel que soit l'axe des vibrations. Elle doit être fixée directement sur la table du générateur de vibrations par ses dispositifs normaux de maintien.

#### 16.2 Essai de recherche des résonances

Un essai préliminaire de recherche des résonances doit être exécuté en appliquant des vibrations sinusoïdales à la vitesse de balayage de 0,5 octave par minute, avec les niveaux suivants:

- de 5 Hz à 54 Hz, déplacement à amplitude constante de 0,5 mm
- de 54 Hz à 2 000 Hz, accélération constante de valeur 6,0 g.

Le balayage doit être effectué dans chacun des trois plans perpendiculaires entre eux. Pendant la recherche, les fréquences auxquelles apparaissent des mauvais comportements ou des résonances mécaniques doivent être notées.

#### 16.3 Essai d'endurance en vibrations

Un essai d'endurance en vibrations sinusoïdales doit ensuite être exécuté à une vitesse de balayage ne dépassant pas 1 octave par minute, avec les niveaux suivants:

- de 5 Hz à 54 Hz, déplacement à amplitude constante de 0,5 mm
- de 54 Hz à 2 000 Hz, accélération constante de valeur 6,0 g.

L'essai doit durer, selon les axes:

- 3 h pour l'axe X
- 3 h pour l'axe Y
- 3 h pour l'axe Z

dont chaque fois 1 h pour la bande de 5 Hz à 54 Hz et 2 h pour la bande de 54 Hz à 2 000 Hz. En outre, si des résonances ont été relevées à l'essai du paragraphe 16.2, la batterie doit être vibrée pendant 1 h à chacune des fréquences fondamentales dans le plan correspondant.

La batterie devra avoir été complètement chargée avant l'essai d'endurance aux vibrations dans les trois axes. Pendant tous les essais, la batterie doit se décharger à  $0,1 I_1$  et la tension et le courant doivent être continuellement enregistrés de façon que toute variation ou coupure d'alimentation puisse être détectée.

- d) the duration of the 1  $I_1$  discharge immediately after the cycling test is not less than 48 min (80% of  $C_1$ );
- e) the water replenishment per cell during servicing does not exceed the manufacturer's recommendations;
- f) the insulation resistance between cells and case before servicing is not less than 0.25 M $\Omega$  at a voltage of 250 V d.c.;
- g) after servicing and charging the duration of the 1  $I_1$  discharge is not less than 54 min (90% of  $C_1$ );
- h) the battery has not exhibited any sign of physical distortion.

### SECTION THREE — ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS

#### 16. Vibration

##### 16.1 Battery mounting

The battery shall be mounted with the base of the battery in a horizontal plane irrespective of the axis of vibration. It shall be secured directly on to the vibration table by its normal method of mounting.

##### 16.2 Resonance search test

An initial resonance search test using sinusoidal vibration shall be carried out with a sweep rate of 0.5 octave per minute, using the following conditions:

- 5 Hz to 54 Hz (0.5 mm constant displacement amplitude)
- 54 Hz to 2000 Hz (6.0 g constant acceleration amplitude).

The sweep shall be carried out along each of three mutually perpendicular axes and throughout the search the frequencies at which any equipment malfunction or mechanical resonances occur shall be noted.

##### 16.3 Vibration endurance test

An endurance test with sinusoidal vibration shall then be carried out with a sweep time of less than one octave per minute, using the following conditions:

- 5 Hz to 54 Hz (0.5 mm constant displacement amplitude)
- 54 Hz to 2000 Hz (6.0 g constant acceleration amplitude).

The test shall be carried out along the following axes:

- 3 h for the X axis
- 3 h for the Y axis
- 3 h for the Z axis

2 h shall be in the frequency range 54 Hz to 2000 Hz and 1 h in the frequency range 5 Hz to 54 Hz. Additionally, if resonance has been noted in Sub-clause 16.2 the battery shall be vibrated for a period of 1 h at each fundamental frequency in the appropriate plane.

The battery shall be fully charged prior to the vibration endurance test along each axis. During all tests, the battery shall be discharged at 0.1  $I_1$  and the battery voltage and current shall be continuously recorded such that variation or interruption of the output can be detected.

Il ne doit se produire ni coupure d'alimentation, ni variation anormale de la tension ou du courant. Le temps de réponse de l'appareillage de mesure ne doit pas dépasser 0,5 s.

A l'issue de l'essai, la batterie ne doit pas être endommagée et il ne doit pas se produire d'écoulement d'électrolyte de la batterie.

### 17. Accélération

Une batterie chargée doit être maintenue par ses dispositifs de fixation habituels à un bâti approprié, lui-même fixé solidement à la centrifugeuse.

Une batterie destinée à des avions n'effectuant pas de voltige pourra être munie de bouchons d'étanchéité pendant l'essai pour éviter un écoulement d'électrolyte inutile.

Les conditions d'accélération doivent être les suivantes et être appliquées dans chaque cas pendant une durée non inférieure à 1 min :

Directions	Conditions normales		Conditions de crash Tous aéronefs
	Sans voltige	Avec voltige	
<i>Horizontales</i> (axes X et Y)	$\pm 2,0 \text{ g}$	$\pm 4,7 \text{ g}$	$\pm 9,0 \text{ g}$
<i>Verticales:</i>			
axe Z (vers le haut)	2,0 g	3,6 g	4,0 g
axe Z (vers le bas)	4,5 g	9,0 g	4,5 g

Pendant l'essai, la batterie doit être déchargée au régime de  $0,1 I_1$ , la tension batterie et le courant étant continuellement enregistrés. Il ne doit se produire ni coupure de l'alimentation, ni variation anormale de la tension ou du courant.

A l'issue de l'essai, il ne doit y avoir ni dommage apparent de la batterie, ni écoulement d'électrolyte de la batterie. Après l'essai aux conditions de «Crash», la batterie peut être endommagée mais ne doit pas être libérée ou desserrée de son support ni avoir pris feu. Les fabricants de batteries peuvent demander que l'essai d'accélération de «Crash» ne soit exécuté qu'après l'essai de comportement cyclique fonctionnel (voir tableau I).

### 18. Renversement

La batterie est placée à plat sans fixation sur un socle à inertie constitué d'une plaque d'acier de 6 mm à 12 mm d'épaisseur, fixée rigidement sur un bloc de béton. La masse totale de l'installation ne doit pas être inférieure à quatre fois le poids de la batterie.

La batterie doit ensuite être basculée successivement autour de chacune de ses arêtes jusqu'à ce qu'elle soit presque à son point d'équilibre ou jusqu'à ce que l'arête soulevée soit à 350 mm au-dessus du plateau, en prenant la condition correspondant à la plus faible rotation. La batterie est alors relâchée, pour tomber librement.

La batterie ne doit montrer aucun dommage à l'issue de cet essai.

### 19. Tenue à l'explosion

La batterie en état de service et chargée, fixée par ses dispositifs habituels et sans ventilation forcée, doit être mise en surcharge au régime de  $0,5 I_1$ . Après au moins 5 min de surcharge à ce régime, les gaz à l'intérieur du coffre seront allumés par une méthode appropriée.

There shall be no interruption of output and no irregular variation of voltage or current. The response time of the monitoring instrumentation shall be not greater than 0.5 s.

On completion of the testing there shall be no damage to the battery or leakage of electrolyte from the battery.

### 17. Acceleration

A charged battery shall be secured by its normal method of mounting on to a suitable fixture which, in turn, is securely fixed to the centrifuge.

A non-aerobic battery may be fitted with blocking vents during the test to avoid unnecessary spillage of electrolyte.

The acceleration conditions shall be as follows and shall be applied on each axis for not less than 1 min:

Axis	Normal acceleration		Crash acceleration All
	Non aerobic	Aerobic	
<i>Horizontal (X and Y axes)</i>	$\pm 2.0 g$	$\pm 4.7 g$	$\pm 9.0 g$
<i>Vertical</i>			
Z axis (upwards)	2.0 g	3.6 g	4.0 g
Z axis (downwards)	4.5 g	9.0 g	4.5 g

During the test, the battery shall be discharged at  $0.1 I_1$  and the battery voltage and current shall be continuously recorded. There shall be no interruption of output and no abnormal variation of voltage or current.

On completion of testing there shall be no apparent damage to the battery or leakage of electrolyte from the battery. For crash conditions, on completion of the test, the battery may exhibit damage but shall not have broken loose from its mounting or have ignited. Battery manufacturer may specify that the crash acceleration test may be carried out after completion of the duty cycle performance test (see Table I).

### 18. Topple

The battery shall be placed upright, without fastening, on an inertial fixture consisting of a steel plate of 6 mm to 12 mm in thickness, which is rigidly fastened to a concrete block. The total weight of the fixture shall be not less than four times the weight of the battery.

The battery shall then be pivoted about each edge in turn until it is just short of its point balance or until its raised edge is 350 mm above the plate, whichever is the lesser rotation and then released to fall freely.

The battery shall not suffer damage as a result of this test.

### 19. Explosion containment

With a serviced and charged battery mounted by its normal method of mounting and with no forced ventilation, it shall be overcharged with a current of  $0.5 I_1$ . After not less than 5 min at this current, the gases within the casing shall be ignited by a suitable method.