

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
904-6**

Première édition
First edition
1994-09

Dispositifs photovoltaïques –

Partie 6:

Exigences relatives aux modules solaires
de référence

Photovoltaic devices –

Part 6:

Requirements for reference solar modules



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 904-6: 1994

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
904-6**

Première édition
First edition
1994-09

Dispositifs photovoltaïques –

Partie 6:

Exigences relatives aux modules solaires
de référence

Photovoltaic devices –

Part 6:

Requirements for reference solar modules

© CEI 1994 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.

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale 3, rue de Varembe Genève, Suisse



Commission Electrotechnique Internationale
International Electrotechnical Commission
Международная Электротехническая Комиссия

CODE PRIX
PRICE CODE

G

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

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES -

Partie 6: Exigences relatives aux modules solaires de référence

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Electrotechnique Internationale) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de la CEI). La CEI a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. A cet effet, la CEI, entre autres activités, publie des Normes internationales. Leur élaboration est confiée à des comités d'études, aux travaux desquels tout Comité national intéressé par le sujet traité peut participer. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec la CEI, participent également aux travaux. La CEI collabore étroitement avec l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), selon des conditions fixées par accord entre les deux organisations.
- 2) Les décisions ou accords officiels de la CEI en ce qui concerne les questions techniques, préparés par les comités d'études 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.
- 3) Ces décisions constituent des recommandations internationales publiées sous forme de normes, de rapports techniques ou de guides et agréées comme telles par les Comités nationaux.
- 4) Dans le but d'encourager l'unification internationale, les Comités nationaux de la CEI s'engagent à appliquer de façon transparente, dans toute la mesure possible, les Normes internationales de la CEI dans leurs normes nationales et régionales. Toute divergence entre la norme de la CEI et la norme nationale ou régionale correspondante doit être indiquée en termes clairs dans cette dernière.
- 5) La CEI n'a fixé aucune procédure concernant le marquage comme indication d'approbation et sa responsabilité n'est pas engagée quand un matériel est déclaré conforme à l'une de ses normes.

La Norme internationale CEI 904-6 a été établie par le comité d'études 82 de la CEI: Systèmes de conversion photovoltaïque de l'énergie solaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport de vote
82(BC)76	82(BC)77

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 norme est destinée à compléter la CEI 904-2.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

PHOTOVOLTAIC DEVICES –

Part 6: Requirements for reference solar modules

FOREWORD

- 1) The IEC (International Electrotechnical Commission) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of the IEC is to promote international cooperation on all questions concerning standardization in the electrical and electronic fields. To this end and in addition to other activities, the IEC publishes International Standards. Their preparation is entrusted to technical committees; any IEC National Committee interested in the subject dealt with may participate in this preparatory work. International, governmental and non-governmental organizations liaising with the IEC also participate in this preparation. The IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) 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.
- 3) They have the form of recommendations for international use published in the form of standards, technical reports or guides and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 4) In order to promote international unification, IEC National Committees undertake to apply IEC International Standards transparently to the maximum extent possible in their national and regional standards. Any divergence between the IEC Standard and the corresponding national or regional standard shall be clearly indicated in the latter.
- 5) The IEC provides no marking procedure to indicate its approval and cannot be rendered responsible for any equipment declared to be in conformity with one of its standards.

International Standard IEC 904-6 has been prepared by IEC technical committee 82: Solar photovoltaic energy systems.

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

DIS	Report on voting
82(CO)76	82(CO)77

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

This standard is intended to supplement IEC 904-2.

DISPOSITIFS PHOTOVOLTAÏQUES –

Partie 6: Exigences relatives aux modules solaires de référence

1 Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente partie de la CEI 904 donne les prescriptions relatives à la sélection, au conditionnement, à l'étalonnage, au marquage et aux précautions d'utilisation des modules solaires de référence. Elle est prévue pour compléter la CEI 904-2.

1.2 *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 partie de la CEI 904. 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 partie de la CEI 904 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 891: 1987, *Procédures pour les corrections en fonction de la température et de l'éclairement à appliquer aux caractéristiques I-V mesurées des dispositifs photovoltaïques au silicium cristallin*

CEI 904-1: 1987, *Dispositifs photovoltaïques – Première partie: Mesure des caractéristiques courant-tension des dispositifs photovoltaïques*

CEI 904-2: 1989, *Dispositifs photovoltaïques – Deuxième partie: Exigences relatives aux cellules solaires de référence*

CEI/DIS 82(BC)12, *Dispositifs photovoltaïques – Partie xx: Calcul de l'erreur de désadaptation des réponses spectrales dans les mesures d'un dispositif photovoltaïque (future CEI 904-xx)¹⁾*

2 Description

Un module solaire de référence est un module spécialement étalonné qui est utilisé pour mesurer l'éclairement naturel ou simulé, ou pour régler les niveaux d'éclairement d'un simulateur servant à mesurer les performances d'autres modules ayant une réponse spectrale, des caractéristiques optiques et dimensionnelles, et un schéma électrique identiques.

3 Sélection

Un module sélectionné pour l'étalonnage comme module de référence doit satisfaire aux exigences suivantes:

- 1) il doit présenter des caractéristiques photovoltaïques stables (voir article 9);
- 2) il est recommandé qu'il ne contienne pas de diodes de dérivation;
- 3) s'il est constitué de cellules distinctes, ces cellules doivent présenter un courant de court-circuit et un facteur de forme identiques à $\pm 2\%$;
- 4) le courant de court-circuit du module de référence doit varier linéairement avec l'éclairement dans tout le domaine d'intérêt.

¹⁾ Actuellement au stade de projet de Norme internationale.

PHOTOVOLTAIC DEVICES –

Part 6: Requirements for reference solar modules

1 General

1.1 Scope

This part of IEC 904 gives requirements for the selection, packaging, calibration, marking, and care of reference solar modules. It is intended to supplement IEC 904-2.

1.2 Normative references

The following normative documents contain provisions which, through reference in this text, constitute provisions of this part of IEC 904. At the time of publication of this standard, the editions indicated were valid. All normative documents are subject to revision, and parties to agreements based on this part of IEC 904 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 891: 1987, *Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices*

IEC 904-1: 1987, *Photovoltaic devices – Part 1: Measurements of photovoltaic current-voltage characteristics*

IEC 904-2: 1989, *Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for reference solar cells*

IEC/DIS 82(CO)12, *Photovoltaic devices – Part xx: Computation of spectral mismatch error introduced in the testing of a photovoltaic device (future IEC 904-xx)¹⁾*.

2 Description

A reference solar module is a specially calibrated module which is used to measure natural or simulated irradiance or set simulator irradiance levels for measuring the performance of other modules having similar spectral response, optical characteristics, dimensions and electrical circuitry.

3 Selection

A module selected for calibration as a reference module shall meet the following requirements:

- 1) its photovoltaic characteristics shall be stable (see clause 9);
- 2) it should not contain by-pass diodes;
- 3) if it is made from discrete cells, they shall be matched in short-circuit current and fill factor within $\pm 2\%$;
- 4) the short-circuit current of the reference module shall vary linearly with irradiance over the range of interest.

¹⁾ At present at the stage of Draft International Standard.

L'utilisation du module de référence doit être limitée aux cas suivants:

- 1) quand les erreurs introduites à cause du décalage de réponse spectrale entre le module de référence et les modules testés (c'est-à-dire les modules mesurés en utilisant le module de référence pour régler l'éclairement) sont inférieures à ± 1 %. L'erreur de décalage spectral doit être calculée d'après la future norme CEI 904-xx;
- 2) quand les dimensions, la construction mécanique et le schéma électrique du module de référence et des modules testés correspondent suffisamment pour minimiser les divergences dues à l'inhomogénéité du simulateur, aux réflexions internes ou à la répartition des températures.

4 Mesure de la température

Les moyens utilisés doivent permettre de déterminer la température de cellule équivalente (ECT), d'après la norme CEI correspondante, avec une précision de ± 1 °C.

5 Connexions électriques

Les connexions électriques au module de référence doivent répondre aux exigences de la CEI 904-1.

6 Etalonnage

Chaque module de référence doit être étalonné sur son courant de court-circuit dans les conditions normales d'essais (STC).

Une méthode pour étalonner des modules de référence est décrite à l'article 10.

La réponse spectrale relative et le coefficient de température du courant de court-circuit des modules de référence peuvent être mesurés directement, ou déduits de mesures faites sur des cellules solaires encapsulées représentatives, comme décrit dans les normes CEI correspondantes.

7 Fiche technique

Chaque fois qu'un module de référence est étalonné, les renseignements suivants doivent être consignés sur une fiche technique:

- fabricant;
- désignation du modèle;
- numéro de série;
- date de fabrication;
- type et dimensions des cellules;
- construction et dimensions du module;
- schéma du circuit électrique;
- organisme ayant effectué l'étalonnage;
- lieu et date de l'étalonnage;

The use of the reference module shall be restricted to the following:

- 1) where errors introduced due to spectral response mismatch between the reference module and test modules (i.e., modules to be measured using the reference module for setting the irradiance) are less than ± 1 %. The spectral mismatch error shall be calculated according to the future standard IEC 904-xx;
- 2) where the dimensions, mechanical construction and electrical circuitry of the reference module and test modules correspond sufficiently so as to minimize discrepancies due to simulator non-uniformity, internal reflections or temperature distribution.

4 Temperature measurement

Means shall be provided for determining the equivalent cell temperature (ECT), according to the relevant IEC standard to a precision of ± 1 °C.

5 Electrical connections

The electrical connections to the reference module shall be designed to meet the requirements of IEC 904-1.

6 Calibration

Each reference module shall be calibrated in terms of its short-circuit current at standard test conditions (STC).

A method of calibrating reference modules is described in clause 10.

The relative spectral response and the temperature coefficient of the short-circuit current of reference modules may be measured directly, or deduced from measurements made on representative encapsulated solar cells as described in the relevant IEC standards.

7 Data sheet

Each time a reference module is calibrated, the following information shall be recorded on a data sheet.

- manufacturer;
- model designation;
- serial number;
- date of manufacture;
- type and dimensions of cells;
- construction and dimensions of module;
- electrical circuit layout;
- calibration organization;
- site and date of calibration;

- méthode d'étalonnage (référence aux normes correspondantes);
- identification de la cellule primaire de référence;
- description de la source de lumière;
- paramètres pour la détermination de la température de cellule équivalente (ECT), (voir la norme CEI correspondante);
- réponse spectrale relative du module ou d'une cellule solaire encapsulée représentative;
- coefficient de température du courant de court-circuit;
- valeur d'étalonnage du courant de court-circuit dans les conditions normales d'essai (STC);
- incertitude de mesure évaluée.

8 Marquage

Le module de référence doit porter clairement un numéro de série indélébile avec référence à sa fiche technique correspondante.

9 Précautions relatives aux modules de référence

La face avant du module de référence doit être maintenue propre et sans rayures. Elle doit être protégée contre tout dommage, contamination et dégradation. Un module de référence présentant quelque défaut qui puisse altérer sa fonction ne doit pas être utilisé.

Tous les modules de référence doivent être réétalonnés au moins tous les 12 mois.

L'étalonnage d'un module de référence doit être vérifié à partir d'un module (ou cellule) de référence stable, à des intervalles de temps n'excédant pas trois mois, en comparant leurs courants de court-circuit sous le même éclairage. Si la variation relative des courants est supérieure à $\pm 1\%$, le ou les modules doivent être réétalonnés. Si le courant de court-circuit d'un module de référence s'est écarté de plus de 5 % de l'étalonnage initial, le module ne doit plus être utilisé comme module de référence.

10 Méthode pour l'étalonnage des modules de référence à partir d'une cellule primaire de référence de même réponse spectrale

Cet article décrit une procédure pour étalonner un module de référence en éclairage naturel ou simulé, à partir d'une cellule primaire de référence dont l'étalonnage est réalisé à l'aide d'un radiomètre ou d'un détecteur étalon conforme aux exigences de la référence radiométrique mondiale (WRR). Il convient que la réponse spectrale de la cellule primaire de référence et celle du module de référence à étalonner soient aussi proches que possible.

10.1 Eclairage naturel

L'étalonnage en éclairage naturel doit être effectué dans les conditions suivantes.

10.1.1 Temps clair, ensoleillé, avec un éclairage diffus ne dépassant pas 25 % de l'éclairage total.

- calibration method (refer to relevant standards);
- primary reference cell identification;
- light source description;
- parameters for the determination of the equivalent cell temperature (see the relevant IEC standard);
- relative spectral response of the module or a representative encapsulated solar cell;
- temperature coefficient of short-circuit current;
- calibration value of short-circuit current at STC;
- estimated uncertainty.

8 Marking

The reference module shall carry a clear, indelible serial number for cross-reference to its data sheet.

9 Care of reference modules

The front surface of the reference module shall be kept clean and scratch-free. It shall be protected against damage, contamination and degradation. A reference module exhibiting any defect which might impair its function shall not be used.

Reference modules shall be recalibrated at least once every 12 months.

The calibration of a reference module shall be cross-checked against a stable reference module (or cell) at intervals of no more than three months by comparing their short-circuit currents under the same irradiance. If there is any change in their current ratios beyond $\pm 1\%$, the module(s) shall be recalibrated. If the short-circuit current of a reference module has changed by more than 5 % of the initial calibration, the module shall not be used as a reference module.

10 A method for calibration of reference modules against a spectrally matched primary reference cell

This clause describes a procedure for calibrating a reference module in natural or simulated sunlight against a primary reference cell whose calibration is based on a radiometer or standard detector conforming to the current world radiometric reference (WRR). The spectral response of the primary reference cell, and that of the reference module to be calibrated, should match as closely as possible.

10.1 Natural sunlight

Calibration in natural sunlight shall be carried out under the following conditions.

10.1.1 Clear, sunny weather, with the diffuse irradiance not greater than 25 % of the global irradiance.

10.1.2 Pas de formation nuageuse visible dans un cône de demi-angle de 30° autour du soleil.

10.1.3 Éclairement total (soleil + ciel + réflexion sur le sol) minimal de $800 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$ mesuré par la cellule primaire de référence.

10.1.4 Masse d'air entre AM 1,25 et AM 1,75.

10.1.5 Rayonnement suffisamment stable pour que la variation du courant de court-circuit de la cellule primaire de référence soit inférieure à $\pm 0,5 \%$ pendant le temps de la mesure.

10.2 *Simulateur*

Si un éclairage simulé est utilisé, le simulateur doit être de classe A, conformément à la norme CEI correspondante, avec l'exigence additionnelle que l'inhomogénéité du rayonnement soit inférieure à $\pm 1 \%$.

10.3 *Procédure d'essai*

10.3.1 Avant l'étalonnage, mesurer la réponse spectrale relative et les coefficients de température du courant de court-circuit du module de référence ou d'une cellule solaire encapsulée représentative, en utilisant les procédures décrites dans les normes CEI correspondantes.

10.3.2 Placer la cellule primaire de référence et le module de référence dans le même plan et à proximité l'un de l'autre sur le même support. Faire les connexions aux appareils de mesure de température et de courant. Régler le support pour que les dispositifs soient perpendiculaires à la source lumineuse à $\pm 5^\circ$.

10.3.3 Contrôler les températures de la cellule primaire de référence et du module à $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Quand ce n'est pas possible, les valeurs mesurées pour les courants de court-circuit doivent être par la suite ramenées à 25°C selon la CEI 891.

10.3.4 Enregistrer simultanément les valeurs des courants de court-circuit et des températures de la cellule primaire de référence et du module.

10.3.5 Répéter la phase 10.3.4 jusqu'à obtenir cinq séries de valeurs pour lesquelles le rapport des courants de court-circuit, ramené à 25°C ne varie pas de plus de $\pm 1 \%$.

10.3.6 Pour un étalonnage en éclairage naturel, les phases 10.3.2 à 10.3.5 incluse doivent être effectuées au moins deux fois par jour, pendant au moins trois jours différents.

10.3.7 A partir des données retenues, calculer le rapport moyen:

$$\frac{I_{sc} \text{ du module de référence à } 25^\circ\text{C}}{I_{sc} \text{ de la cellule primaire de référence à } 25^\circ\text{C}}$$

10.3.8 Multiplier la valeur d'étalonnage de la cellule primaire de référence par le rapport moyen calculé pour obtenir la valeur d'étalonnage du module de référence.

10.1.2 No observable cloud formations within a 30° half-angle cone surrounding the sun.

10.1.3 Total irradiance (sun + sky + ground reflection) not less than $800 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, as measured by the primary reference cell.

10.1.4 Air mass between AM 1,25 and AM 1,75.

10.1.5 Radiation sufficiently stable so that the variation in reference cell short-circuit current is less than $\pm 0,5 \%$ over the time taken for a measurement.

10.2 Simulator

If simulated sunlight is used, the simulator shall be of Class A in accordance with the relevant IEC standard, with the additional requirement that the non-uniformity of irradiance is less than $\pm 1 \%$.

10.3 Test procedure

10.3.1 Before the calibration, measure the relative spectral response and temperature coefficients of short-circuit current of the reference module or a representative encapsulated solar cell using the procedures described in the relevant IEC standards.

10.3.2 Mount the primary reference cell and the reference module co-planar and in close proximity on the same mount. Connect to the current and temperature measurement instruments. Adjust the mount so that the devices are normal to the light source within $\pm 5^\circ$.

10.3.3 Control the cell temperatures of both the primary cell and the module at $25^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$. Where this is not practical, readings of short-circuit currents must be subsequently corrected to 25°C in accordance with IEC 891.

10.3.4 Record simultaneous readings of the short-circuit currents and temperatures of both primary cell and module.

10.3.5 Repeat step 10.3.4 until five successive sets of readings are obtained in which the ratio of short-circuit currents, corrected to 25°C , does not vary by more than $\pm 1 \%$.

10.3.6 When calibrating in natural sunlight, steps 10.3.2 to 10.3.5 inclusive, must be performed at least twice a day on at least three separate days.

10.3.7 From the acceptable data, calculate the mean ratio:

$$\frac{I_{sc} \text{ of reference module at } 25^\circ\text{C}}{I_{sc} \text{ of primary reference cell at } 25^\circ\text{C}}$$

10.3.8 Multiply the calibration value of the primary reference cell by the calculated mean ratio to obtain the calibration value of the reference module.

11 Méthode alternative pour l'étalonnage des modules de référence

Cet article décrit une extension de la procédure donnée à l'article 10 pour l'étalonnage des modules de référence. Cette méthode élimine l'exigence d'une réponse spectrale identique pour la cellule primaire de référence et le module de référence; elle est nécessaire quand l'équivalence spectrale n'est pas possible (par exemple avec les nouvelles technologies de module, ou quand on étalonne à partir d'un pyranomètre de précision ou un radiomètre absolu).

Cette extension est basée sur l'étalonnage en éclairement naturel ou simulé, en mesurant le rayonnement spectral de la source de lumière pendant l'étalonnage, et en appliquant ensuite une correction pour toute différence spectrale entre la cellule primaire de référence et le module de référence selon la CEI 904-1.

En incluant les 10.1 et 10.2, cette procédure, qui nécessite un instrument pour mesurer le rayonnement spectral relatif (spectroradiomètre), est la même que celle décrite en 10.3, avec les changements suivants:

- 1) A l'étape 10.3.2, placer le spectroradiomètre dans le même plan à proximité de la cellule primaire de référence et du module de référence.
- 2) L'étape 10.3.4 doit être menée comme suit:

Enregistrer simultanément les valeurs des courants de court-circuit et des températures de la cellule primaire et du module, et de l'éclairement spectral relatif de la source de lumière.

- 3) L'étape 10.3.7 doit être menée comme suit:

Aux données retenues, appliquer le facteur de correction spectral, selon la norme CEI correspondante, aux valeurs mesurées de courant de court-circuit du module de référence. S'assurer de l'utilisation des séries correspondantes de données pour le courant de court-circuit et l'éclairement spectral.

NOTE – Il convient que le domaine de toutes les intégrales dans les équations de la norme CEI correspondante corresponde au domaine des mesures d'éclairement spectral de la source de lumière.

La valeur résultante du courant de court-circuit est l' I_{sc} du module de référence à 25 °C.

Calculer le rapport moyen:

$$\frac{I_{sc} \text{ du module de référence à 25 °C corrigée spectralement}}{I_{sc} \text{ de la cellule primaire de référence à 25 °C}}$$