

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

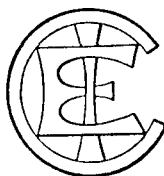
Publication 232

Première édition — First edition

1966

Caractéristiques générales de l'instrumentation des réacteurs nucléaires

General characteristics of nuclear reactor instrumentation



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembe

Genève, Suisse

Withdrawn

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

(affiliée à l'Organisation Internationale de Normalisation — ISO)

RECOMMANDATION DE LA CEI

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

(affiliated to the International Organization for Standardization — ISO)

IEC RECOMMENDATION

Publication 232

Première édition — First edition

1966

Caractéristiques générales de l'instrumentation des réacteurs nucléaires

General characteristics of nuclear reactor instrumentation



Droits de reproduction réservés — Copyright - all rights reserved

Bureau Central de la Commission Electrotechnique Internationale

1, rue de Varembé

Genève, Suisse

SOMMAIRE

	Pages
PRÉAMBULE	4
PRÉFACE	4
Articles	
1. Généralités	6
1.1 Domaine d'application	6
1.2 Classification	6
1.3 Terminologie	6
1.4 Valeur de la présente recommandation	14
2. Recommandations générales concernant les appareils spécialisés pour le contrôle, la commande et la sécurité des réacteurs nucléaires	14
2.1 Préliminaires	14
2.2 Châssis	16
2.3 Câblage des appareils	22
2.4 Réseaux destinés au fonctionnement des appareils électriques	24
2.5 Signaux de sortie	24
2.6 Principes généraux de fonctionnement	26
2.7 Tableau de commande et de contrôle	28
ANNEXES A - Exemples de réalisation de châssis	30
B - Code de couleurs des voyants	34
C - Liste, donnée à titre d'exemple, d'organes situés sur le bandeau intérieur des châssis.	36
D - Exemple de câblage de circuits de masse	38
E - Exemples de caractéristiques de signaux analogiques à la sortie des ensembles	44
F - Exemples de baies pour tableaux de commande et de contrôle	46

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
PREFACE	5
Clause	
1. General	7
1.1 Scope	7
1.2 Classification	7
1.3 Terminology	7
1.4 Interpretation of this Recommendation	15
2. General recommendations concerning special apparatus for the control and safety of nuclear reactors	15
2.1 Introduction	15
2.2 Chassis	17
2.3 Apparatus wiring	23
2.4 Mains for electrical apparatus	25
2.5 Output signals	25
2.6 General operating principles	27
2.7 Control and instrument board	29
APPENDICES A – Examples of existing chassis design	31
B – Visual indicators colour code	35
C – List of controls and indicators located on the inner strip (example)	37
D – Example of earth and ground circuit wiring	39
E – Examples of characteristics of analogue output signals from assemblies	45
F – Examples of control and instrument boards	47

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'INSTRUMENTATION DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

PRÉAMBULE

- 1) Les décisions ou accords officiels de la C E I 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 cette unification internationale, la C E I exprime le vœu que tous les Comités nationaux ne possédant pas encore de règles nationales, lorsqu'ils préparent ces règles, prennent comme base fondamentale de ces règles les recommandations de la C E I dans la mesure où les conditions nationales le permettent.
- 4) On reconnaît qu'il est désirable que l'accord international sur ces questions soit suivi d'un effort pour harmoniser les règles nationales de normalisation avec ces recommandations dans la mesure où les conditions nationales le permettent. Les Comités nationaux s'engagent à user de leur influence dans ce but.

PRÉFACE

La présente recommandation a été établie par le Sous-Comité 45A: Instrumentation des réacteurs du Comité d'Etudes N° 45 de la CEI: Appareils électriques de mesure utilisés en relation avec les rayonnements ionisants.

Le projet avait été préparé à l'origine par le Groupe de Travail 4 du CE 45, avant sa transformation en Sous-Comité, puis discuté lors des réunions tenues à Brunswick en 1962, à Venise en 1963, à Paris en 1963 et à Genève en 1964. Le texte final fut soumis à l'approbation des Comités nationaux suivant la Règle des Six Mois en janvier 1965.

A la suite d'observations essentielles, le Président du Sous-Comité 45A accepta, lors de la réunion tenue à New York en 1965, d'apporter au projet quelques modifications qui furent soumises à l'approbation des Comités nationaux selon la Procédure des Deux Mois en mars 1966.

Les pays suivants se sont prononcés explicitement pour la publication:

Afrique du Sud	Italie
Allemagne	Japon
Australie	Pays-Bas
Belgique	Pologne
Corée (République de)	Roumanie
Danemark	Royaume-Uni
Etats-Unis d'Amérique	Suède
Finlande	Suisse
France	Turquie
Israël	Yougoslavie

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**GENERAL CHARACTERISTICS OF
NUCLEAR REACTOR INSTRUMENTATION**

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the I E C 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 this international unification, the I E C expresses the wish that all National Committees having as yet no national rules, when preparing such rules, should use the I E C recommendations as the fundamental basis for these rules in so far as national conditions will permit.
- 4) The desirability is recognized of extending international agreement on these matters through an endeavour to harmonize national standardization rules with these recommendations in so far as national conditions will permit. The National Committees pledge their influence towards that end.

PREFACE

This Recommendation has been prepared by Sub-Committee 45A, Reactor Instrumentation, of IEC Technical Committee No. 45, Electrical Measuring Instruments used in Connection with Ionizing Radiation.

The draft was prepared at first by the Working Group 4 of the TC 45, before its conversion into a Sub-Committee, then discussed during meetings held in Braunschweig in 1962, in Venice in 1963, in Paris in 1963 and in Geneva in 1964. The final draft was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in January 1965.

During the meeting held in New York in 1965, the Chairman of Sub-Committee 45A accepted some amendments occasioned by basic technical comments; these amendments were submitted to the National Committees for approval under the Two Months' Procedure in March 1966.

The following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Netherlands
Belgium	Poland
Denmark	Romania
Finland	South Africa
France	Sweden
Germany	Switzerland
Israel	Turkey
Italy	United Kingdom
Japan	United States of America
Korea (Republic of)	Yugoslavia

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES DE L'INSTRUMENTATION DES RÉACTEURS NUCLÉAIRES

1. Généralités

1.1 *Domaine d'application*

La présente publication a pour but d'établir des recommandations concernant la construction, la qualité et les performances des ensembles électriques de mesure utilisés pour la commande, le contrôle et la sécurité des réacteurs nucléaires.

La variable à mesurer peut être nucléaire (par exemple: flux neutronique ou rayonnement gamma) ou non nucléaire (par exemple: température ou pression). Dans ce dernier cas, l'ensemble ou le sous-ensemble ne doit être considéré que s'il fait partie d'un équipement de commande, de contrôle ou de sécurité d'un réacteur.

1.2 *Classification*

Pour les besoins de la présente recommandation, deux catégories d'appareils sont à considérer:

- a) Les appareils soumis directement à une radiation ionisante pour lesquels se pose un problème technologique de tenue sous radiation. Ce sont principalement les transducteurs qui fournissent un signal électrique.

On peut les différencier selon le type de réaction utilisée et également selon le mode d'utilisation de leurs informations.

Les détecteurs de neutrons sont parmi les plus intéressants de ceux destinés au contrôle et à la commande des réacteurs.

- b) Les appareils rendant exploitables les informations provenant de transducteurs et protégés contre les effets destructifs des radiations.

Ce sont principalement les appareils de:

- traitement, présentation ou stockage des informations;
- surveillance;
- sécurité.

1.3 *Terminologie*

Note préliminaire. – Il a été reconnu nécessaire d'établir un certain nombre de définitions concernant:

- des termes d'emploi courant dans le domaine nucléaire et qui n'avaient pas encore été définis par ailleurs;
- des termes d'emploi courant dans d'autres domaines et pour lesquels la définition a été mise au point pour les besoins de la présente recommandation.

1.3.1 *Termes fonctionnels*

1.3.1.1 *Appareil*

Terme général utilisé dans la présente recommandation pour désigner, lorsqu'il n'est pas utile de préciser, les ensembles, sous-ensembles, éléments fonctionnels, détecteurs, etc., dans un titre ou un texte de portée générale. Toutefois, en raison de son imprécision et des différences d'interprétation, son emploi est déconseillé dans les définitions d'ensembles, sous-ensembles, éléments fonctionnels, détecteurs, etc. (Publication 181 de la CEI, définition 105.005.)

Exemple: « Câblage des appareils ».

GENERAL CHARACTERISTICS OF NUCLEAR REACTOR INSTRUMENTATION

1. General

1.1 Scope

The aim of this Publication is to establish recommendations concerning the construction, quality and performance of electrical measuring assemblies used in the control and safety of nuclear reactors.

The variable measured may be nuclear (e. g. neutron flux or gamma radiation) or non-nuclear (e. g. temperature or pressure). In the latter case, the assembly or sub-assembly is considered only when it is part of a reactor control, instrumentation or safety equipment.

1.2 Classification

For the purpose of this Recommendation, two categories of apparatus are to be considered:

- a) Apparatus directly subjected to ionizing radiation which involve technological problems concerning their performance in radiation fields. These are mainly transducers producing an electrical output signal.

They may be classified by the type of reaction used and by the use made of their output signals.

Neutron detectors are among those of major interest in reactor control.

- b) Apparatus permitting the use of the information derived from transducers and which are protected against the destructive effects of ionizing radiations.

This is principally apparatus for:

- the processing, display or storage of the information;
- supervision;
- safety.

1.3 Terminology

Preliminary note. It has been found necessary to lay down a certain number of definitions concerning:

- terms currently used in the nuclear field and which had not yet been defined elsewhere;
- terms currently used in other fields and for which a definition has been drawn up for the purpose of this Recommendation.

1.3.1 Functional terms

1.3.1.1 Apparatus

A general term used in this Recommendation for designating assemblies, sub-assemblies, basic function units, detectors, etc., in a title or text of general scope, when it is not practical to specify them more precisely. However, because of its lack of precision and varying interpretations, its use is deprecated in the definition of assemblies, sub-assemblies, basic function units, detectors, etc. (IEC Publication 181, definition 105.005.)

Example: “Apparatus wiring”.

1.3.1.2 *Équipement*

Groupement d'ensembles associés en vue d'atteindre un but final déterminé. (Publication 181 de la CEI, définition 105.010.)

Exemple: Équipement d'avertissement et de localisation des ruptures de gaine (d'un réacteur nucléaire).

1.3.1.3 *Ensemble*

Groupement de composition bien définie des organes nécessaires et suffisants pour assurer une fonction globale déterminée. (Publication 181 de la CEI, définition 105.015.)

Exemple: Un ensemble de mesure de puissance au moyen de la densité de flux neutronique peut comprendre notamment un détecteur, un amplificateur linéaire d'impulsions et une échelle de comptage.

1.3.1.4 *Sous-ensemble*

Partie amovible d'un ensemble assurant une fonction partielle. (Publication 181 de la CEI, définition 105.020.)

Exemple: Dans l'ensemble de mesure de puissance au moyen de la densité de flux neutronique, les parties « détecteur », « amplificateur linéaire d'impulsions », « échelle de comptage », constituent des sous-ensembles.

1.3.1.5 *Élément fonctionnel*

Groupement bien défini de composants assurant une (ou éventuellement plusieurs) fonction élémentaire dans un ensemble ou un sous-ensemble et conservant une unité physique lors du démontage. (Publication 181 de la CEI, définition 105.025.)

Exemple: Dans le sous-ensemble « échelle de comptage », les parties « mise en forme », « discriminateur d'amplitude », « démultiplicateur », « numérateur » ... constituent des éléments fonctionnels.

1.3.1.6 *Tableau de commande et de contrôle*

Panneau ou ensemble de panneaux équipés des appareils fournissant des informations sur l'état d'une installation et à partir duquel l'installation est commandée et contrôlée.

1.3.1.7 *Pupitre de commande et de contrôle*

Tableau de commande et de contrôle, ou partie de celui-ci, disposé sous forme de pupitre pour la commodité de l'opérateur.

1.3.2 *Termes de construction mécanique*

1.3.2.1 *Armoire*

Baie munie de portes.

1.3.2.2 *Baie*

Bâti muni sur une ou plusieurs faces de panneaux de protection (d'aération), démontables ou non.

1.3.1.2 *Equipment*

An association of assemblies associated to attain a determined final objective (IEC Publication 181, definition 105.010.)

Example: Failed element detection and localization equipment (of a nuclear reactor).

1.3.1.3 *Assembly*

A well-defined set of members necessary and sufficient to achieve a specified total function. (IEC Publication 181, definition 105.015.)

Example: A power-measuring assembly based on the neutron flux density may consist of a detector, a linear pulse amplifier and a scaler.

1.3.1.4 *Sub-assembly*

A removable part of an assembly which effects a partial function. (IEC Publication 181, definition 105.020.)

Example: In the power-measuring assembly based on neutron flux density, the parts “detector”, “linear pulse amplifier”, “scaler” are sub-assemblies.

1.3.1.5 *Basic function unit*

A well-defined set of components which effects one (or possibly more than one) elementary function in an assembly or a sub-assembly, and which will appear as a physical unit when being removed. (IEC Publication 181, definition 105.025.)

Example: In the “scaler” sub-assembly, the “shaping unit”, “pulse amplitude discriminator unit”, “scaling unit”, “electromechanical register unit” are basic function units.

1.3.1.6 *Control and instrument board*

A panel or assembly of panels fitted with apparatus providing an indication of the state of a plant (or other installation) and from which the plant (or other installation) is controlled.

1.3.1.7 *Control and instrument desk (console)*

Control and instrument board, or a part thereof, arranged in the form of a desk for the convenience of the operator.

1.3.2 *Constructional terms*

1.3.2.1 *Cabinet*

A bay fitted with doors.

1.3.2.2 *Bay*

A rack fitted, on one or several sides, with fixed or removable protecting (ventilating) panels.

1.3.2.3 *Bâti*

Ossature, généralement métallique, destinée à être équipée d'un ou de plusieurs châssis.

1.3.2.4 *Châssis*

Assemblage de pièces mécaniques, habituellement équipé d'un panneau, et destiné à supporter notamment des composants électriques et/ou électroniques ainsi que leur câblage.

1.3.2.5 *Châssis pour tiroirs*

Châssis destiné à recevoir des tiroirs.

1.3.2.6 *Tiroir*

Armature amovible, le plus souvent par glissement, portant en général un panneau avant, et destinée à être introduite dans un châssis.

1.3.2.7 *Panneau*

Plaque généralement verticale, constituant une partie de la surface externe d'un appareil et pouvant être équipée de dispositifs indicateurs, d'organes de commande et de réglage, de connecteurs, etc.

1.3.2.8 *Platine*

Plaque, supportant des composants câblés et généralement destinée à être montée à l'intérieur d'un tiroir, d'un châssis, etc.

1.3.2.9 *Bandeau intérieur*

Plaque disposée derrière le panneau avant d'un châssis dans le but de limiter l'accessibilité des organes de réglage et de commande, des dispositifs indicateurs, etc., montés sur cette plaque.

1.3.2.10 *Capot*

Élément mécanique, entièrement ou partiellement amovible, ayant un rôle de protection.

1.3.3 *Termes divers*

1.3.3.1 *Élément d'alimentation*

Élément fonctionnel destiné à fournir l'énergie électrique à un ensemble ou à un sous-ensemble.

1.3.3.2 *Réseau*

Source d'énergie électrique et ensemble de conducteurs et d'éléments associés fournissant cette énergie aux appareils.

1.3.3.3 *Alimentation flottante*

Alimentation isolée électriquement de tout circuit commun.

1.3.3.4 *Source de tension stabilisée*

Élément d'alimentation dont la différence de potentiel (le courant) de sortie reste, dans le temps, comprise entre des limites spécifiées lorsqu'il fonctionne dans ses conditions nominales d'emploi.

1.3.2.3 *Rack*

A structure, generally metallic, designed to be equipped with one or more chassis.

1.3.2.4 *Chassis*

A mechanical structure, usually fitted with a front panel and designed to support particularly electrical and/or electronic components with their connections.

1.3.2.5 *Chassis for drawer sub-chassis*

A chassis designed to receive drawer sub-chassis.

1.3.2.6 *Drawer sub-chassis*

A removable, usually sliding, structure, generally fitted with a front panel, and intended to be introduced into a chassis.

1.3.2.7 *Panel*

A plate, generally vertical, which constitutes a part of the external surface of an apparatus and which may be equipped with indicators, control components, connectors, etc.

1.3.2.8 *Circuit board*

A plate supporting wired components and generally intended to be mounted inside a sub-chassis, a chassis, etc.

1.3.2.9 *Inner strip*

A plate located behind the front panel of a chassis for the purpose of limiting access to the control components, indicators, etc., mounted on this plate.

1.3.2.10 *Protective cover*

A mechanical element, completely or partially removable and used for protective purposes.

1.3.3 *Miscellaneous terms*

1.3.3.1 *Power supply unit*

Basic function unit designed to supply electrical power to an assembly or sub-assembly.

1.3.3.2 *Mains*

Source of electrical energy and assembly of associated conductors and components delivering this energy to the apparatus.

1.3.3.3 *Floating power supply*

A power supply electrically isolated from any common circuits.

1.3.3.4 *Stabilized power supply*

A power-supply unit the output voltage (current) of which remains, as a function of time, within specified limits when operating under rated conditions.

1.3.3.5 *Circuit commun – Commun*

Chaque groupe de conducteurs constituant un circuit unique de référence de potentiel des circuits électriques dans un ensemble ou un sous-ensemble.

Note. – Il existe en général plusieurs communs: commun blindages, commun mesure, commun alimentation, etc.

1.3.3.6 *Commun blindages*

Commun relatif aux blindages d'un ensemble ou sous-ensemble et de leurs câbles. Par extension, ce terme peut désigner une borne à laquelle aboutit ce circuit.

1.3.3.7 *Commun mesure*

Commun relatif au circuit du signal dans l'ensemble ou le sous-ensemble considéré. Par extension, ce terme peut désigner une borne à laquelle aboutit ce circuit.

1.3.3.8 *Masse d'un appareil*

Ensemble des pièces métalliques d'un appareil qui sont normalement hors tension et réunies au bâti ou support de l'appareil (VEI 05.40.160).

1.3.3.9 *Circuit de masse*

Groupe de conducteurs destinés à relier certains points d'un appareil à la masse de celui-ci.

1.3.3.10 *Terre*

Masse conductrice de la terre ou tout conducteur relié à elle par une impédance négligeable (VEI 05.40.155).

1.3.3.11 *Terre électrique*

Terre associée au réseau.

1.3.3.12 *Terre électronique*

Terre associée aux circuits électroniques.

1.3.3.13 *Terre pour masse d'un appareil*

Terre à laquelle est reliée la masse d'un appareil.

1.3.3.14 *Inhibition d'un dispositif de sécurité*

Action par laquelle un dispositif de sécurité est rendu volontairement inopérant.

1.3.3.15 *Signal analogique continu ou impulsionnel*

Signal dont l'amplitude est significative. (Terme et définition provisoires.)

1.3.3.16 *Signal numérique logique ou impulsionnel*

Signal dont seule la présence ou l'absence est significative. (Terme et définition provisoires.)

1.3.3.5 *Common circuit*

Any group of conductors constituting a single potential reference circuit for the electrical circuits in an assembly or sub-assembly.

Note. – There are generally several common circuits: a screening common circuit, a measuring common circuit, a power-supply common circuit, etc.

1.3.3.6 *Screening common circuit*

A common circuit for the screening of an assembly or of a sub-assembly and of their wires. In a wider sense, this term may also designate a terminal to which this circuit is connected.

1.3.3.7 *Measuring common circuit*

A common circuit for the signal circuit in the assembly or the sub-assembly which is being considered. In a wider sense, this term may also designate a terminal to which this circuit is connected.

1.3.3.8 *Frame of an apparatus*

All those metallic parts of an apparatus which, under normal conditions, are insulated from the live parts (IEV 05.40.160).

1.3.3.9 *Ground circuit*

A set of conductors designed to connect certain points of an apparatus to the frame of this apparatus.

1.3.3.10 *Earth — Ground*

The conducting mass of the earth or any conductor connected to it through a very small impedance (IEV 05.40.155).

1.3.3.11 *Mains earth (ground)*

An earth associated with the mains.

1.3.3.12 *Electronic earth (ground)*

An earth associated with the electronic circuits.

1.3.3.13 *Frame earth (ground) of an apparatus*

An earth to which the frame of an apparatus is connected.

1.3.3.14 *Inhibition of a safety device*

Deliberate action by which a safety device is made inoperative.

1.3.3.15 *Analogue signal*

A signal, the amplitude of which is significant. (Provisional term and definition.)

1.3.3.16 *Digital signal*

A signal, the presence or absence of which only is significant. (Provisional term and definition.)

1.4 *Valeur de la présente recommandation*

Le choix des formes verbales utilisées dans la présente recommandation implique l'échelle suivante de valeurs:

1.4.1 *Obligation **

- En anglais: « shall » ou « must ».
- En français: temps futur, complété, si nécessaire, exclusivement par le verbe « devoir ».

1.4.2 *Recommandation*

- En anglais: « should ».
- En français: « devrait ».

1.4.3 *Méthode acceptable, exemple de pratique courante*

- ##### 1.4.3.1
- Soit: en anglais: « may »;
en français: « peut » ou mode conditionnel avec un autre verbe que « devoir ».

- ##### 2.4.3.2
- Soit l'une des formules constituant le titre du présent sous-paragraphe.

2. **Recommandations générales concernant les appareils spécialisés pour le contrôle, la commande et la sécurité des réacteurs nucléaires**

1.1 *Préliminaires*

2.1.1 *Principes*

La présente recommandation résulte de quelques principes élémentaires visant à améliorer notamment:

- l'interchangeabilité des châssis entre eux;
- la facilité et la sûreté de l'exploitation;
- la fiabilité du matériel,
- le traitement de l'information.

2.1.2 *Dispositions mécaniques*

2.1.2.1 *Facilité et sûreté d'exploitation*

Le principe est appliqué en plaçant les réglages, qui ne sont pas nécessaires à la manœuvre du réacteur, de préférence sur un bandeau intérieur au châssis plutôt que sur sa face avant. On diminue ainsi les risques de dérèglement tout en augmentant la clarté de présentation.

Les organes nécessaires à l'opérateur pour commander le réacteur en service courant, et qui ne sont pas eux-mêmes commandés à distance, seront situés sur le panneau avant.

2.1.2.2 *Fiabilité du matériel*

Entre autres, l'attention est particulièrement attirée sur l'importance d'une conception globale de la ventilation.

* Bien que la CEI publie des « Recommandations », il est permis d'employer des formes impliquant un sens d'obligation (extrait du « Guide pour la rédaction des documents de la CEI », 1961, article 33, page 15).

1.4 *Interpretation of this Recommendation*

The moods of verbs used in this Recommendations have the following implications:

1.4.1 *Mandatory* *

- In English: “shall” or “must”.
- In French: future tense, completed, where necessary, exclusively by the verb “devoir”.

1.4.2 *Recommendation*

- In English: “should”.
- In French: “devrait”.

1.4.3 *Acceptable method, example of good practice*

- 1.4.3.1 Either: in English: “may” ;
in French: “peut” or the conditional mood of a verb other than “devoir”.

- 1.4.3.2 Either one or the other expression stated in this sub-clause’s title.

2. **General recommendations concerning special apparatus for the control and safety of nuclear reactors**

2.1 *Introduction*

2.1.1 *Principles*

This Recommendation is based on a number of elementary principles intended to improve:

- chassis interchangeability;
- ease and safety of use,
- reliability;
- processing and display of information.

2.1.2 *Mechanical requirements*

2.1.2.1 *Ease and safety of use*

As a principle, controls and indicators which are not required for normal operation of the reactor should be located on an inner strip rather than on the front panel. In this way, the risk of disturbance of settings is decreased, while the clarity of the display is enhanced.

Those controls and indicators required for routine reactor operation, and which are not remotely operated, shall be located on the front panel.

2.1.2.2 *Reliability*

Among other aspects, particular attention is drawn to the importance of an over-all ventilation concept.

* Although the IEC issues “Recommendations” the use of mandatory expressions is permissible (extract from the “Guide to the Drafting of IEC Documents,” 1961, Clause 33, page 15).

2.1.3 Dispositions électriques

2.1.3.1 Facilité et sûreté d'exploitation

Ce principe est appliqué en recommandant:

- a) un code de couleurs des voyants correspondant aux divers états de fonctionnement;
- b) des critères généraux pour les dispositifs de vérification des ensembles;
- c) les moyens pour effectuer les inhibitions des circuits de signalisation et/ou de sécurité.

2.1.3.2 Divers

Le problème des terres, masses et blindages est aussi traité.

2.2 Châssis

2.2.1 Caractéristiques mécaniques

2.2.1.1 Description

L'appareil devrait être inclus dans un châssis autonome monobloc, ou dans un châssis pour tiroirs, dont les dimensions extérieures (déterminées à partir de $U = 44,45 \text{ mm}$ ($1\frac{3}{4} \text{ in}$)) sont indiquées ci-après, figure 1. On remarquera que:

- la largeur est imposée;
- la hauteur est multiple de U , en tenant compte du jeu nécessaire à la superposition éventuelle des châssis;
- la profondeur maximale est imposée et deux valeurs préférentielles sont indiquées, connecteurs et accessoires arrières non compris.

Les annexes A1 et A2 donnent des exemples de châssis à glissières avec bandeau intérieur.

2.2.1.2 Dispositions internes et ventilation

- a) La disposition des éléments devra permettre une ventilation adéquate du châssis:
 - pris isolément;
 - monté dans sa baie dans les conditions de fonctionnement les plus défavorables.
- b) La forme du bandeau intérieur devrait être choisie pour minimiser les variations de circulation d'air à l'intérieur du châssis lorsqu'on accède aux organes situés sur le bandeau.
Sauf spécifications contraires, les appareils devront pouvoir fonctionner en permanence dans une température ambiante comprise entre 0 et 55 °C.
- c) Dans tous les cas, la température interne moyenne, compte tenu des « points chauds », ne devra pas dépasser les valeurs maximales fixées pour le type de composants utilisés: tubes, transistors (Ge ou Si) ou circuits magnétiques. Ainsi, les composants, dont les caractéristique risquent d'être affectées par une température variable ou excessive devraient être placés de façon à ne pas recevoir de l'air préchauffé (par exemple: un relais ne devrait pas être placé immédiatement au-dessus d'un tube ou d'une résistance dissipant plusieurs watts).
De même, les composants ayant une faible température maximale de fonctionnement devraient être situés aussi près que possible de l'entrée d'air.
- d) La ventilation forcée individuelle d'un châssis peut être prévue: il y aurait lieu alors de tenir compte des conséquences entraînées par un défaut de cette ventilation.