

**NORME
INTERNATIONALE
INTERNATIONAL
STANDARD**

**CEI
IEC
1772**

Première édition
First edition
1995-08

**Centrales nucléaires de puissance –
Salle de commande principale –
Utilisation des unités de visualisation**

**Nuclear power plants –
Main control room –
Application of visual display units (VDU)**



Numéro de référence
Reference number
CEI/IEC 1772: 1995

Numéros des publications

Depuis le 1^{er} 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
1772**

Première édition
First edition
1995-08

**Centrales nucléaires de puissance –
Salle de commande principale –
Utilisation des unités de visualisation**

**Nuclear power plants –
Main control room –
Application of visual display units (VDU)**

© CEI 1995 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

U

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

SOMMAIRE

	Pages
AVANT-PROPOS	4
INTRODUCTION	6
Articles	
1 Domaine d'application et objet	8
2 Références normatives	10
3 Définitions et abréviations	10
4 Prescriptions pour la conception	12
4.1 But recherché et application	12
4.2 Principaux utilisateurs	12
4.3 Critères de défaillance	14
4.4 Capacités du système	14
4.5 Besoins en informations et procédures d'application	18
5 Conception et réalisation des images écran	20
5.1 Conception	20
5.2 Prescriptions générales	22
5.3 Forme de présentation	24
6 Méthodes d'accès aux informations présentées sur les unités de visualisation	24
7 Vérification	26
8 Validation	26
Annexes	
A Avantages et inconvénients de l'affichage sur les unités de visualisation	28
B Exemples d'images, de leur utilisation typique et quelques caractéristiques	32
C Bases de conception et de réalisation	36
D Exemples de méthodes d'accès	38
E Vérification et validation des VDU	40
Figure E.1	44
Figure E.2	46
F Méthodes de conception des images présentant des informations sur l'état de fonctionnement de la centrale et l'état des matériels	48

CONTENTS

	Page
FOREWORD	5
INTRODUCTION	7
Clause	
1 Scope and object	9
2 Normative references	11
3 Definitions and abbreviations	11
4 Design requirements	13
4.1 Intended purpose and application	13
4.2 Principal users	13
4.3 Failure criteria	15
4.4 System capabilities	15
4.5 Information needs and application procedures	19
5 Design and implementation of VDU formats	21
5.1 Design	21
5.2 General requirements	23
5.3 Form of presentation	25
6 Methods of access to VDU-based information	25
7 Verification	27
8 Validation	27
Annexes	
A Advantages and disadvantages of VDU-based display	29
B Examples of formats, typical use and some characteristics	33
C Design and implementation basis	37
D Examples of access methods	39
E Verification and validation of VDU	41
Figure E.1	45
Figure E.2	47
F Method of VDU format design presenting information on plant conditions and equipment state	49

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE - SALLE DE COMMANDE PRINCIPALE - UTILISATION DES UNITÉS DE VISUALISATION

AVANT-PROPOS

- 1) La CEI (Commission Électrotechnique 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 du 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.

La Norme internationale CEI 1772 a été établie par le sous-comité 45A: Instrumentation des réacteurs, du comité d'études 45 de la CEI: Instrumentation nucléaire.

Le texte de cette norme est issu des documents suivants:

DIS	Rapport(s) de vote
45A(BC)142 B	45A/199/RVD

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

Les annexes A, B, C, D, E et F sont données uniquement à titre d'information.

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

NUCLEAR POWER PLANTS - MAIN CONTROL ROOM -
APPLICATION OF VISUAL DISPLAY UNIT (VDU)

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 co-operation 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 Standardization Organization (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.

International Standard IEC 1772 has been prepared by sub-committee 45A: Reactor instrumentation, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

DIS	Report on voting
45A(CO)142 B	45A/199/RVD

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

Annexes A, B, C, D, E and F are for information only.

INTRODUCTION

Lors de l'élaboration de la norme sur la conception des salles de commande des centrales nucléaires, il est apparu que le volume d'une telle norme deviendrait très important. Par conséquent la norme a été divisée en une norme principale (CEI 964 avec une annexe) et des normes complémentaires. La présente norme est une de ces normes complémentaires.

Elle remplace le guide donné au point 2 en A.4.6.3 de la CEI 964.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61772:1995

INTRODUCTION

During the work to create a standard for the design of control rooms of nuclear power plants, it became obvious that the volume of such a standard would become very large. Therefore the standard was split into one main standard (IEC 964 with an annex) and some supplementary standards. This standard is one of the supplementary standards.

This standard supersedes the guidance given in item 2 in A.4.6.3 of IEC 964.

Withdrawing
IECNORM.COM: Click to view the full PDF of IEC 61772:1995

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE - SALLE DE COMMANDE PRINCIPALE - UTILISATION DES UNITÉS DE VISUALISATION

1 Domaine d'application et objet

La présente Norme Internationale complète la CEI 964. Elle présente les prescriptions de conception pour l'application des unités de visualisation dans les salles de commande principales des centrales nucléaires.

Pour la salle de commande principale d'une centrale nucléaire, la CEI 964 comprend des prescriptions générales pour la disposition, les besoins de l'utilisateur, et les méthodes de vérification et de validation; ces aspects ne seront pas repris dans la présente norme. Il convient de consulter la CEI 1227 et la CEI/DIS 1771, en même temps que la présente norme.

La présente norme aide le concepteur à obtenir un fonctionnement optimisé grâce à l'utilisation d'écrans de visualisation combinés avec des affichages conventionnels ou les remplaçant en:

- énonçant des principes pour tirer des avantages de l'utilisation d'unités de visualisation;
- donnant des exemples de bonne pratique et guidant le concepteur pour éviter des déficiences de conception.

La présente norme contient:

- a) des exigences pour l'énoncé clair des besoins réels en informations:
 - selon les buts des informations, par exemple, pour la conduite, la maintenance, la protection;
 - espace nécessaire, par exemple, emplacement, agencement;
 - hiérarchie et/ou relations;
 - élimination des informations inutiles;
 - assurance que les informations sont pertinentes;
- b) des conditions préalables pour une bonne présentation des informations telles que:
 - affichage clair et sans scintillement avec fréquence de mise à jour appropriée;
 - espace d'affichage suffisant et agencement optimal;
 - tailles adéquates des images et des symboles;
 - affichage des graphiques et des symboles en plus des affichages alphanumériques;
 - symboles et noms usuels normalisés;
 - agencements définis pour satisfaire les besoins en matière de facteurs humains par exemple les stéréotypes de la population;
 - utilisation de méthodes de regroupement et de codification;
 - utilisation de sens d'écoulements uniformes;
 - niveaux d'abstraction appropriés aux besoins des différents utilisateurs prévus;
- c) des méthodes pour l'accès facile et rapide aux informations spécifiques d'intérêt courant:
 - par une simple sélection d'image ou d'ensemble d'images selon les buts de l'information;
 - en utilisant différents types de menus (icônes permettant l'accès à des informations voisines) ou d'autres techniques d'accès (rappel du dernier affichage, sélection sur écran, etc.) par clés logicielles sur ou à l'extérieur des écrans de visualisation ou par curseurs;
 - présentation programmée (déclenchée par un signal binaire tel qu'une alarme);
- d) critères de conception pour obtenir une fiabilité appropriée de toutes les fonctions nécessaires pour atteindre les buts spécifiés de l'information.

NUCLEAR POWER PLANTS - MAIN CONTROL ROOM - APPLICATION OF VISUAL DISPLAY UNIT (VDU)

1 Scope and object

This International Standard supplements IEC 964. It presents design requirements for the application of VDUs in main control rooms of nuclear power plants.

For the main control room of a nuclear power plant, IEC 964 includes general requirements for layout, user needs and verification and validation methods and these aspects will not be repeated in this standard. IEC 1227 and IEC/DIS 1771 should also be read with this standard.

This standard assists the designer in achieving optimized performance using VDUs together with or instead of conventional displays by:

- stating principles to take advantage of VDU capability;
- giving examples of good practice and guiding the designer to avoid deficiencies of design.

This standard contains:

- a) requirements for clear statement of real information needs:
 - according to information goals e.g. operation, maintenance, protection;
 - necessary amount of space, e.g. location, arrangement;
 - hierarchy and/or relationships;
 - avoiding unnecessary information;
 - ensuring that information is relevant;
- b) requirements for good presentation such as:
 - clear and flicker-free display with suitable updating frequency;
 - enough display space and an optimal arrangement;
 - adequate format and symbol sizes;
 - pictorial, symbolic display in addition to alpha-numeric capacity;
 - standardized, common symbols and names;
 - arrangements oriented to human factor needs, e.g. population stereotypes;
 - use of grouping and coding methods;
 - use of consistent flow directions;
 - appropriate abstraction levels according to the needs of the different presumed users;
- c) methods for easy and quick access to the specific information of current interest:
 - by simple selection of single formats or format-sets according to information goals;
 - by using different kinds of menus (icons of neighbouring information) or other access techniques (last display, selection on screen, etc.) by soft keys on or off the VDU screens or cursors;
 - programmed presentation (triggered by any binary signal, such as an alarm);
- d) design criteria to obtain appropriate reliability of all functions necessary to achieve the specified information goals.

La présente norme s'applique à la conception de nouvelles salles de commande principales des centrales nucléaires conçues suivant la CEI 964, engagée après la publication de la présente norme. Si elle doit être appliquée à des salles de commande existantes ou à des conceptions de zones de commande, il convient d'être prudent, car certaines affirmations faites (concernant par exemple le niveau d'automatisme) peuvent ne pas s'appliquer.

Lorsqu'un écart par rapport à la présente norme est nécessaire lors d'une rénovation d'installation, les raisons de cet écart doivent être documentées.

2 Références normatives

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

CEI 964: 1989, *Conception des salles de commande des centrales nucléaires de puissance*

CEI 1226: 1993, *Centrales nucléaires - Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté - Classification*

CEI 1227: 1993, *Centrales nucléaires de puissance - Salles de commande - Commandes opérateurs*

CEI/DIS 1771: *Centrales nucléaires de puissance - Salle de commande principale - Vérification et validation de la conception*¹

AIEA Guide de Sûreté 50-SG-D8: 1985, *Systèmes d'instrumentation et de commande liés à la sûreté dans les centrales nucléaires*

3 Définitions et abréviations

Les définitions et abréviations utilisées dans la présente norme sont données dans la CEI 964, excepté les suivantes:

3.1 **informations associées:** Informations additionnelles, ou utiles complétant la partie principale d'une image simple ou d'un ensemble d'images. L'existence de cette capacité supplémentaire d'affichage peut être indiquée par certaines icônes (points de sélection, en tant que parties intégrées aux informations affichées) et leur sélection permet l'affichage d'images simples ou de menus graphiques, ou si nécessaire de menus alphanumériques.

3.2 **points de sélection:** Voir 3.1 informations associées.

3.3 **panneau sensitif:** Outil de sélection utilisant un capteur de position pour déterminer la position du doigt de l'opérateur sur la zone de l'écran de visualisation. Alternativement, un crayon lumineux peut être utilisé ou un curseur déplacé sur l'image écran pour identifier une zone. La zone peut décrire un élément de la centrale ou une commande.

3.4 Abréviations

MCR: salle de commande principale

NPP: centrale nucléaire de puissance

VDU: unité de visualisation

¹ Actuellement au stade de projet de norme internationale.

This standard is intended for application to the design of new main control rooms in nuclear power plants designed to IEC 964 and which is initiated after the publication of this standard. If it is to be applied to existing control rooms or control areas designs, care should be taken as some assumptions made (such as automation level) may not apply.

Where a deviation from this standard is necessary in a back-fitting application the reasons shall be documented.

2 Normative references

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

IEC 964: 1989, *Design for control rooms of nuclear power plants*

IEC 1226: 1993, *Nuclear power plants - Instrumentation and control systems important for safety - Classification*

IEC 1227: 1993, *Nuclear power plants - Control rooms - Operator controls*

IEC/DIS 1771: *Nuclear power plants - Main control room - Verification and validation of design*¹

IAEA-Safety Guide No. 50-SG-D8: 1984, *Safety-related instrumentation and control systems for nuclear power plants*

3 Definitions and abbreviations

The definitions and abbreviations used in this standard are given in IEC 964 except for the following:

- 3.1 **associated information:** Additional, or helpful information complementary to the main display content of a single format or a format-set. The existence of this additional capability of display may be indicated by certain icons (selection targets, as integrated parts of the displayed information) and their selection will lead to the display of single formats or pictorial menus or, where suitable, alpha-numeric menus.
- 3.2 **selection targets:** See 3.1 associated information.
- 3.3 **touch panel:** A selection device which uses a position detector to sense the operator's finger pointing at a zone on the VDU format. Alternatively, a light pen may be used or a cursor may be moved over the VDU format to identify a zone. The zone may represent an item of plant or a control action.

3.4 Abbreviations

MCR: main control room

NPP: nuclear power plant

VDU: visual display unit

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

4 Prescriptions pour la conception

4.1 But recherché et application

La conception du système de visualisation sur écran doit refléter les prescriptions de la CEI 964. La conception doit identifier les objectifs du système de visualisation, par exemple, la sûreté, la disponibilité, l'opérabilité. Quand un système est rénové pour une centrale existante, l'étendue de l'application des prescriptions de la CEI 964 et de cette norme doit être identifiée. Les prescriptions de disponibilité doivent être déterminées à partir de la classification du système en accord avec la CEI 1226.

Le système utilisant des écrans de visualisation doit être conçu de telle sorte que les opérateurs puissent accomplir leurs tâches correctement et rapidement. Il convient de tenir compte des liens entre les informations à présenter et toutes les commandes associées.

On doit considérer l'intégration commande/affichage et le type de consigne de conduite (basée sur des règles ou la connaissance) et la présentation de l'information pertinente doit être pris en compte dans le choix du type d'affichage à utiliser. La conception doit être basée sur des principes ergonomiques pour assurer la facilité de conduite et pour minimiser les erreurs des opérateurs, à la fois d'intention et d'exécution.

La conception du système de visualisation doit développer et documenter une définition claire du but des affichages, de leur rôle de sûreté et de leurs exigences fonctionnelles de base.

Les facteurs suivants ont une grande influence sur l'étendue nécessaire, la structure et les capacités du système complet:

- nouvelle conception ou rénovation d'installation;
- sûreté, non-sûreté, ou dépendant d'une autorisation légale;
- étendue de l'automatisation;
- approche de conception;
- capacités et besoins des utilisateurs principaux.

Le système peut être fourni en une étape ou en plusieurs selon la capacité financière, les délais, l'expérience acquise ou les évolutions de l'état de l'art du matériel et du logiciel, et les changements de philosophie qui peuvent affecter le rôle des opérateurs.

Concernant les principes d'une nouvelle conception, le paragraphe 4.6 (particulièrement 4.6.3 b) et 4.6.5) ainsi que les annexes respectives de la CEI 964 sont applicables. Quelques avantages des écrans de visualisation sont donnés à l'annexe A de la présente norme.

4.2 Utilisateurs principaux

Les utilisateurs principaux de chaque groupe d'unités de visualisation doivent être identifiés comme partie prenante dans la définition des prescriptions de conception. Ce peut être les opérateurs réacteur ou d'autres opérateurs, le superviseur, le personnel de maintenance ou la direction.

Normalement les principaux utilisateurs du système d'information dans une centrale nucléaire de puissance en conditions normales incidentelles et accidentelles sont les opérateurs en salle de commande. Ce sont en effet les seuls membres du personnel à être toujours présents et responsables. Par conséquent, le niveau de compréhension des informations affichées doit être principalement lié à leurs capacités mentales et les images écran doivent être produites dès l'origine avec leur entière coopération.

Outre les informations de base, des informations plus synthétiques et plus abstraites doivent être présentées aux chefs d'équipe, aux ingénieurs de sécurité, et dans certains pays, à des conseillers (sur site ou à l'extérieur du site) de l'équipe de salle de commande. Ces derniers peuvent être concernés par l'analyse et la prise de décision stratégique lors de situations complexes durant de longues périodes.

Il convient que les objectifs de conception soient tels que le rôle des opérateurs soit accru dans le sens d'une optimisation des performances et de la sûreté, en exploitant les capacités mentales de l'opérateur et ses connaissances techniques.

4 Design requirements

4.1 *Intended purpose and application*

The design process of the VDU system shall reflect the requirements of IEC 964. The design process shall identify the goals of the display system, e.g. safety, availability, operability. Where a system is refitted to an existing plant, the extent of application of the requirements of IEC 964 and of this standard shall be identified. The availability requirements shall be determined from the classification of the system in accordance with IEC 1226.

The VDU-application system shall be designed so that operators can perform their tasks correctly and promptly. Account should be taken of the relationship between the information to be presented and any associated controls.

Consideration shall be given to control/display integration and the type of operating procedure (rule based or knowledge based) and the presentation of the relevant information shall be taken into account in the choice of the kind of display to be used. The design shall be based on ergonomic principles to ensure ease of operation and to minimize operator errors, both of intention and execution.

The design of the VDU system shall develop and document a clear definition of the intended purpose of the displays, their safety role and their basic performance requirements.

The following factors have great influence on the necessary extent, structure and capabilities of the entire system:

- new design or back-fitting application;
- safety, non-safety or legal licensing relevance;
- extent of plant automation;
- design approach;
- capabilities and needs of the main users.

The system may be provided in one step or in several steps according to funding, time limits, growing experience or changes in the state of the art of hardware and software, and changes in philosophies which might affect the role of the operators.

For the principles of a new design, sub-clause 4.6 (especially 4.6.3 b) and 4.6.5) and the respective annexes of IEC 964 are applicable. Some aspects of enhanced VDU-based display are given in annex A of this standard.

4.2 *Principal users*

The principal users of each group of VDUs shall be identified as part of the definition of design requirements. These may be the reactor or other plant operators, the operation supervisor, maintenance staff or management.

Normally the principal users of the information system in an NPP in normal, disturbed and accidental situations are operators in the main control room. They are the only personnel always present and in charge. Therefore, the level of understanding of the displayed information shall be primarily related to their mental capabilities and the formats shall be produced with their fullest co-operation from the outset.

In addition to the basic information, a more concentrated and abstract display of information shall be given to shift leaders, safety engineers and, in some nations, other on-site and off-site advisors to the control room staff. These may be concerned with the analysis and strategic decision-making in longer lasting, complex situations.

The design targets should be to enhance the operators' role towards that of a safety and performance optimizer, by exploiting and supporting the mental capacity and expert knowledge of the operator.

L'expérience de l'utilisation d'écrans dans les centrales nucléaires montre que le personnel d'exploitation et de maintenance a besoin d'avoir accès à toutes les informations de la centrale, à la fois directes et indirectes à travers le système de visualisation, et que cela pourrait comprendre des dispositions spécifiques pour permettre l'affichage d'informations concernant les algorithmes de commandes logiques, les seuils d'arrêt d'urgence, les seuils d'alarme, les facteurs d'échelle, l'affectation des entrées et autres caractéristiques du système utilisées pour définir les caractéristiques de fonctionnement de la visualisation. Cette disposition est d'une importance particulière pendant la mise en service de la centrale et pour la confirmation des modifications.

4.3 Critères de défaillance

Il convient que les prescriptions de fiabilité et les critères de défaillance soient identifiés à partir de la classification de la CEI 1226. La défaillance d'un système d'information signifie que les informations sont dégradées et ne sont plus suffisantes ni précises pour comprendre ou accomplir correctement une tâche de sûreté. Une défaillance unique à l'intérieur d'un système représente n'importe quelle défaillance d'un composant, comme un capteur, un calculateur ou une unité de visualisation.

Les applications d'unités de visualisation peuvent comprendre:

- a) des écrans et panneaux sensitifs sans lien avec la sûreté, supplémentaires par rapport aux autres appareillages, employés pour accroître la compréhension de certaines situations ou pour faciliter une détection rapide des anomalies, tels que ceux qui donnent des informations sur les actions des systèmes automatiques, les bilans d'énergie ou de fluide et les petits rejets radioactifs ou fuites;
- b) des écrans et panneaux sensitifs pour l'information et la commande qui peuvent avoir un lien avec la sûreté, comme ceux nécessaires à l'exécution d'actions suivant des procédures liées à la sûreté dans le cadre de la conception de l'installation ou hors dimensionnement;
- c) des écrans et panneaux sensitifs nécessaires à la sûreté, tels que ceux d'un panneau de sûreté dédié.

De telles applications peuvent être appliquées aux nouvelles conceptions ou aux rénovations des salles de commande.

Pour le cas a), la redondance n'est généralement pas essentielle et une défaillance occasionnelle de la fonction d'information peut être acceptable.

Pour le cas b), la redondance doit être prévue pour assurer qu'une défaillance unique d'un composant dans le système n'empêche pas son fonctionnement global. Il convient que les fonctions d'affichage (se composant d'informations déjà concentrées) aient une disponibilité répondant aux besoins de sûreté documentés associés.

Pour le cas c), une défaillance d'un seul affichage ne doit pas empêcher les actions opérateur exigées pour la sûreté. La redondance et la diversité des moyens d'information et de commande peuvent être utilisées pour cela. Les informations nécessaires pour traiter les accidents doivent uniquement se fonder sur des mesures restant opérationnelles après un accident, ayant une redondance suffisante et ayant subi une validation appropriée, mais elles peuvent être complétées par d'autres informations. La probabilité d'une défaillance d'une fonction d'information doit être considérée par rapport aux besoins de sûreté documentés associés.

4.4 Capacités du système

Les prescriptions des paragraphes 4.1 à 4.3 permettent au concepteur de déterminer:

- la quantité et la structure de la capacité de traitement et de la mémoire;
- la redondance, la diversité et la complexité nécessaires de l'information;
- les conditions et les exigences liées à l'environnement.

Experience of display use on nuclear plants shows that operating and maintenance staff need access to all plant information, both direct and derived, within the VDU display system, and that this should include specific facilities to allow display of information on logic control algorithms, trip setpoints, alarm thresholds, signal scale factors, input assignment and other characteristics of the system used to define the performance of the display application. This facility is of specific value during plant commissioning and for the confirmation of modifications.

4.3 *Failure criteria*

The reliability requirements and failure criteria should be identified from the safety categorization process of IEC 1226. A failure of an information system means that the information is degraded and not sufficient and precise enough to understand or perform a safety task properly. A single failure inside a system is any failure of a component like a sensor, a processor or a display unit.

Applications of VDUs may include:

- a) screens and touch panels with no safety relevance in addition to other instruments, used to enhance the understanding of certain situations or to facilitate early detection of abnormalities such as those which inform about actions of automatic systems, energy or fluid flows and balances and small radioactivity releases or leakage;
- b) screens and touch panels for information and control which may have safety relevance such as those necessary to perform actions according to safety-related procedures inside and beyond design;
- c) screens and touch panels necessary for safety such as those of a dedicated safety panel.

Such applications may be applied to new designs or back-fitting of control rooms.

For case a), redundancy is generally not essential and an occasional failure of the information function may be acceptable.

For case b), redundancy shall be provided to ensure that a single component failure in the system does not prevent operation of its general function. Display functions (consisting of already concentrated information) should have an availability which meets the relevant documented safety needs.

For case c), a failure of a single display shall not prevent operator actions required for safety. Redundancy and diversity of information and control means may be used for this. Information necessary for handling accidents shall rely only on accident resistant measurements of sufficient redundancy and with appropriate validation but may be supplemented by other information. The probability of a failure of the information function shall be considered in relation to the relevant documented safety needs.

4.4 *System capabilities*

The requirements of clauses 4.1 to 4.3 enable the designer to determine:

- the amount and structure of computing and storage capability;
- the necessary redundancy, diversity and complexity of information;
- the environmental situations and requirements.

D'autres recommandations et exigences pour la conception d'un système d'unités de visualisation sont les suivantes:

- Le temps d'affichage de tout élément d'une image (ou ensemble) doit être conforme:
 - aux besoins de présentation de l'affichage issu de l'analyse des tâches;
 - aux besoins de l'opérateur en termes de facteurs humains liés à la visualisation.

Généralement, il convient que l'affichage d'une image soit présentée dans les:

- 2 s (à partir de la demande) pour un fond de plan;
 - 3 s pour les valeurs réelles des mesures de la centrale à insérer dans le fond de plan;
 - 10 s pour des données prétraitées;
 - 20 s (jusqu'à plusieurs minutes) pour des données archivées.
- La taille des caractères et des symboles fournis par les unités de visualisation doit être suffisante pour respecter les recommandations de lisibilité liées aux facteurs humains. Des valeurs appropriées sont:
 - 18 min à 20 min d'arc minimum dans la position de visualisation;
 - 15 min d'arc, si le personnel approprié est choisi et si l'éclairage de la salle de commande principale est optimisé;

ces valeurs correspondent, pour une distance de 70 cm entre les yeux et l'écran, à:

- 3,5 mm de hauteur, 0,6 mm d'épaisseur de ligne;
 - 2,4 mm de largeur, 0,7 mm d'espace entre deux caractères;
 - 3,5 mm d'espace entre deux mots ou deux lignes.
- Lorsqu'une matrice de caractères est utilisée, le nombre de pixels doit être suffisant pour différencier les symboles utilisés.
 - L'angle maximal de vision (entre la ligne de vue et la perpendiculaire au plan d'affichage) doit être inférieur ou égal à 40°.
 - Le contraste des caractères et des symboles par rapport à l'arrière-plan doit être entre 15 : 1 et 3 : 1 (15 pour éviter l'éblouissement) avec une commande possible de la luminance des deux.
 - La fréquence de mise à jour ne doit pas être plus rapide que trois fois par seconde.
 - Les données doivent aussi être facilement lues par l'opérateur dans des conditions de bruit continu. La fréquence de mise à jour peut être réduite par l'application de bandes mortes ou de méthodes de filtrage.
 - Si le clignotement est utilisé pour attirer l'opération des opérateurs, les fréquences de clignotement doivent être:
 - normales ($f(n)$) entre 1,4 Hz et 2,8 Hz;
 - lentes ($f(s)$) entre 0,4 Hz et 0,8 Hz;
 - avec $f(s) / f(n)$ compris entre 2 : 5 et 1 : 5;
 - à appliquer à un pointeur, un curseur ou un soulignage.

Les clignotements de texte ou de variables doivent être évités.

- Le nombre de couleurs:
 - doit être limité aux couleurs portant un nom;
 - devrait être inférieur à 10.
- La fréquence de rafraîchissement de l'écran:
 - devrait être supérieure à 50 Hz pour les écrans uniques et les images à fond de plan sombre;
 - doit être supérieure à 70 Hz pour les agencements d'écrans multiples et les images à arrière-plan clair.

Further recommendations and requirements for the VDU-system design are the following:

- The call-up time of any element of a format (set) shall meet:
 - the needs for display presentation arising from task analysis;
 - the operator's human factor needs for display.

Generally, the display of a format framework should be presented within:

- 2 s (after request) for a format framework;
 - 3 s for actual values of plant measurements to be inserted in the framework;
 - 10 s for pre-processed values;
 - 20 s (up to several minutes) for historical data.
- The character and symbol sizes provided by the VDU equipment shall be sufficient for human factors recommendations on legibility. Suitable figures are:
 - 18 min to 20 min of arc minimum at viewing position;
 - 15 min of arc, provided suitable personnel are selected and lighting of the MCR is optimized;

these figures correspond for a 70 cm eye-screen distance to:

- 3,5 mm of height, 0,6 mm of line thickness;
 - 2,4 mm of width, 0,7 mm space between two characters;
 - 3,5 mm space between two words or lines.
- Where a character matrix is used, the number of pixels shall be sufficient to differentiate the symbols employed.
 - The maximum viewing angle (between the line of sight and the perpendicular of the plane of the display) shall be equal or smaller than 40°.
 - The contrast of characters and symbols to background shall be between 15 : 1 and 3 : 1 (15 to avoid glare) with possible control of luminance of both.
 - The update frequency shall be not faster than three times per second.
 - The data shall also be easily read by the operator in steady-state noisy conditions. The update frequency can be reduced by application of dead bands or filtering methods.
 - If flashing is used to attract the operators attention, the flash rates shall be:
 - normal (f(n)) between 1,4 Hz and 2,8 Hz;
 - slow (f(s)) between 0,4 Hz and 0,8 Hz;
 - with (f(s)) / (f(n)) between 2 : 5 and 1 : 5;
 - to be applied to a marker or cursor or underline.

Flashing of text or variables shall be avoided.

- The number of colours:
 - shall be limited to nameable colours in distinct steps;
 - should be less than 10.
- The screen refresh frequency:
 - should be higher than 50 Hz for single screens and dark background formats;
 - shall be higher than 70 Hz for multiple screen arrangements and light background formats.

- Il convient de contrôler périodiquement le spectre de couleur.
- Il convient que la persistance du phosphore de l'écran ne réduise pas l'intensité lumineuse émise de plus de 10 % de sa valeur initiale après 1 ms de rafraîchissement.
- Des mesures appropriées doivent être prises pour assurer que la réverbération d'autres sources de lumière sur les écrans (comme l'éblouissement) reste à un niveau acceptable.

Pour les grands écrans à rétroprojection, il convient de considérer ces exigences et recommandations.

4.5 Besoins en informations et procédures d'application

L'information à visualiser doit être définie dans ses principes et ensuite en détail par analyse des besoins des opérateurs et des autres utilisateurs en informations dans différentes conditions de fonctionnement.

Dans les cas de rénovation, l'ajout d'écrans de visualisation ou le remplacement de moyens conventionnels par des unités de visualisation peut permettre de représenter des informations qui ne peuvent être facilement et simplement affichées avec des appareils conventionnels, en particulier lorsque la flexibilité est exigée pour un affichage, par exemple:

- la sortie des variables calculées et de comparaisons;
- les diagrammes x-y, par exemple l'affichage de paramètres de sûreté ou de fonctions critiques;
- les diagrammes x-t (avec historique de quelques variables);
- les courbes de tendance avec échelle flexible (également pour l'historique à long terme);
- les synoptiques de systèmes comprenant des informations d'état en temps réel;
- les combinaisons de différentes informations, par exemple carte du cœur sur quatre écrans;
- les procédures comprenant des informations d'état en temps réel.

Pour les nouvelles conceptions de salles de commande principales, il convient d'appliquer une marche à suivre interactive incluant:

- a) la recherche et la spécification des objectifs principaux (approche descendante), par exemple:
 - les buts des informations pour la surveillance de la centrale et des actions automatiques;
 - les informations pour la prise de décision (pour des actions manuelles);
- b) le rassemblement des exigences d'affichage pour les informations d'état et de tendance des conditions de la centrale et des systèmes de contrôle automatique comprenant les systèmes de protection (approche ascendante);
- c) la détermination des relations entre les images écran.

Il convient que ceci tienne compte:

- des images associées;
- des informations associées;
- des images de différentes vues;

- d) l'affinement de la conception par répétition de ces étapes de conception.

Des exemples de différentes images, de leur utilisation habituelle et de certaines de leurs caractéristiques sont donnés dans l'annexe B.

Le système d'information et un système de commande par écran sensitif peuvent être combinés. Ceci est discuté dans la CEI 1227. Cependant, les exigences pour une fiabilité élevée peuvent nécessiter des solutions séparées.

- The spectrum should be checked at regular intervals.
- The phosphor persistence of VDUs should reduce the emitted light intensity below 10 % of initial value after 1 ms of refresh.
- Suitable measures shall be provided to ensure the reflection of other light sources on the screens (such as glare) are kept to an acceptable level.

For back-projected large screens, these requirements and recommendations should be considered.

4.5 *Information needs and application procedures*

The information to be displayed shall be defined in principle and then in detail by analysis of the operators' and other users' needs for information in different operating conditions.

In back-fitting applications the addition of VDUs or substitution of conventional instrumentation by VDUs may enable information to be presented which cannot easily and simply be displayed by conventional instruments, particularly where flexibility is required in a display, for example:

- the output of computer calculations and comparisons;
- x-y diagrams, e.g. safety parameters or critical functions display;
- x-t diagrams (with history of some variables);
- trend logs with flexible scaling (also for long-term history);
- system mimic diagrams with real time status information;
- combinations of different information, e.g. a core map on four screens;
- procedures with real time status information.

For new MCR design, an interactive procedure should be followed, which encompasses:

- a) investigation and specification of the main objectives (top-down approach), such as:
 - information goals for monitoring of the plant and the automatic actions;
 - information for decision-making (for manual actions);
- b) collation of display requirements for status and trend information of plant conditions and automatic control systems including protection systems (bottom-up approach);
- c) determination of the relationship between display formats.

This should take into account:

- associated formats;
- related information;
- different views formats;

- d) refinement of the design by repeating these design steps.

Examples of different formats, their regular use and some of their characteristics are given in annex B.

The information system and a touch screen control system may be combined. This is discussed in IEC 1227. However, the requirements for high reliability may need separate solutions.

5 Conception et réalisation des images écran

5.1 Conception

L'analyse des tâches doit être effectuée pour déterminer les besoins en informations et en commandes des utilisateurs éventuels (voir la CEI 964, article 3).

Les exigences pour un affichage ou une suite d'affichages doivent être déterminées par une analyse approfondie et systématique de l'utilisation proposée des données affichées. Pour chaque élément d'information proposé, le concepteur doit tenir compte des attributs suivants:

- pour combien d'utilisateurs l'affichage est-il requis. Il convient que les images soient structurées ou révisées pour répondre aux besoins de chaque utilisateur;
- dans quel(s) but(s) (par exemple, pour la surveillance, la commande ou la maintenance), les données sont-elles exigées, et quelle fiabilité il convient qu'elles aient;
- si des comparaisons avec d'autres données sur images écran ou sur d'autres affichages sont exigées;
- quand et à quelles fréquence et rapidité les données sont-elles exigées, par exemple, en fonction des actions de l'opérateur;
- la précision avec laquelle les données doivent être lues;
- les caractéristiques des données en termes de taux d'évolution, de bruit, etc.;
- quelles erreurs d'interprétation, et, le cas échéant, quelles conséquences sont acceptables, si elles ont lieu;
- le niveau de détail ou d'abstraction exigé;
- la durée d'un événement qui entraîne un important transitoire.

Seules les données nécessaires à l'opérateur pour la surveillance, la prise de décision ou l'exécution doivent lui être fournies dans la hiérarchie principale des affichages, comme:

- la vue d'ensemble, les états stables et en cours de manoeuvre des systèmes et des commandes individuelles;
- la cause première et l'état transitoire des incidents;
- l'information de guide opérateur.

Il convient que les autres données qui sont spécifiques pour la maintenance ou l'analyse soient disponibles sur le système d'affichage, mais elles peuvent être accessibles en dehors de la hiérarchie des écrans en utilisant des équipements spécialisés. Exemples:

- les fonctionnements actifs ou passifs constatés pendant des actions automatiques;
- les données de surveillance de fatigue;
- le nombre et la durée du fonctionnement des composants.

Il convient que l'emplacement des équipements d'affichage de données tienne compte des niveaux d'expérience du personnel destiné à utiliser les appareils, de l'attribution des responsabilités et fonctions de conduite et de la nécessité d'optimiser le nombre d'écrans de visualisation pour le rendre compatible avec la prise en main de chaque poste de travail opérateur. Cette dernière considération doit dépendre des facteurs anthropométriques tels que l'angle de visualisation, la distance de visualisation, la proximité des commandes et indications associées (des exemples sont montrés en A.4.1 de la CEI 964), et la quantité de données que l'on doit associer.

En ce qui concerne le partage des tâches, la réparation, les pannes ou les défauts du matériel, il doit y avoir un nombre acceptable de postes de travail.

5 Design and implementation of VDU formats

5.1 Design

Task analysis shall be used to determine the information and control needs of the assumed users (see IEC 964, clause 3).

The requirements for a display or suite of displays shall be determined with a thorough and systematic analysis of the proposed use of the data being displayed. For each proposed item of information the designer shall take into account the following attributes:

- for how many users the display is required. Formats should be structured or revised to meet the needs of each user;
- for what purpose or purposes (e.g. monitoring, control action or maintenance) the data are required and how reliable they should be;
- whether comparisons with other data on VDU formats or other displays are required;
- when and how often and how quickly the data is required, e. g. relevance to operator actions;
- the accuracy with which the data shall be read;
- the characteristics of the data in terms of rate of change, noise, etc.,
- what errors of interpretation and in such cases what consequences are acceptable, if any, in case of error;
- the degree of detail or abstraction which is required;
- the time of an event which causes an important transient.

Only data needed by the operator for monitoring, decision-making or execution shall be provided in the main hierarchy of displays. Examples are:

- overview, status and ongoing control actions of systems and controls;
- prime cause and transient status of incidents;
- operator guide information.

Other data which is specific to maintenance or analysis should be available through the display system, but may be accessed outside the display hierarchy using specialist facilities. Examples are:

- active or passive malfunctions noted during automatic actions;
- fatigue monitoring data;
- number and duration of operation of components.

The location of data display facilities should take into account the intended operational staffing levels, the assignment of operational responsibilities and functions and the need to optimize the number of VDUs consistent with the manning of each operator work-station. The latter consideration shall be dependent on anthropometric factors such as viewing angle, viewing distance, proximity to associated controls and indications (examples are shown in A.4.1 of IEC 964), and the amount of data to be referred to.

With respect to task sharing and repair, breakdowns or equipment faults, there shall be an acceptable number of work stations.

5.2 Prescriptions générales

Il convient que les affichages soient aussi simples, clairs et compréhensibles que possible. Lorsque des affichages complexes ou très détaillés sont nécessaires, une bonne organisation et une bonne structuration sont exigées.

Lorsque les critères de sûreté exigent des données brutes non traitées ou devant rester opérationnelles après un accident, qui doivent être présentées en plus des informations traitées, l'identification et l'organisation de l'affichage doivent être différenciées entre ces types d'informations.

5.2.1 Disponibilité

Les informations nécessaires doivent être affichées à l'opérateur chaque fois que cela est exigé et avec la redondance nécessaire, par exemple les alarmes peuvent être présentées sur des images synoptiques en complément d'autres formes d'affichage. Pour les critères spécifiques de défaillances, voir 4.3.

5.2.2 Lisibilité

Les informations affichées sur écran de visualisation doivent être clairement comprises dans toutes les conditions de fonctionnement. Il convient de faire une utilisation appropriée des représentations textuelles et graphiques, telles que les icônes. Afin d'obtenir la lisibilité nécessaire de l'écran de visualisation, la spécification des images doit reposer sur une base des données des facteurs humains, telle que celle donnée en A.4.1 de la CEI 964.

5.2.3 Précision

L'affichage doit communiquer les informations destinées à l'opérateur sans ambiguïté ou perte de signification.

L'échelle des graphiques et des histogrammes doit permettre à l'opérateur de lire et de comprendre convenablement les indications et il convient d'annoter la valeur maximale ou courante avec la valeur numérique.

Pour les affichages numériques, il convient de choisir la résolution de la présentation des mesures de sorte que la précision soit suffisante tout en assurant que le nombre de chiffres qui change à chaque mise à jour, dans des conditions stables, soit petit.

Les chiffres les moins significatifs des valeurs variables ne peuvent pas être lus normalement si leur mise à jour s'effectue en moins de trois dixièmes de seconde.

5.2.4 Compatibilité entre images écran et d'autres interfaces homme-machine

Voir 4.4.8 de la CEI 1227.

5.2.5 Cohérence

La normalisation des affichages peut être bénéfique mais elle ne doit pas avoir la priorité sur des critères plus importants donnés ici. Ceux-ci doivent être documentés.

Il convient de nommer d'une manière similaire tous les éléments d'une suite d'écrans représentant les mêmes informations.

En cas d'utilisation d'éléments identiques sur des écrans différents, il convient que ces éléments soient, le cas échéant, placés de manière cohérente pour chaque écran. Il convient que des techniques de regroupement soient appliquées en cohérence avec des en-têtes et un style normalisés.

5.2 General requirements

Displays should be as simple, clear and comprehensible as possible. Where complex or highly detailed displays are necessary, good organization and structure are required.

Where safety criteria require raw, unprocessed or accident resistant data to be presented in addition to the processed information, the display organization and identification shall differentiate between these types of information.

5.2.1 Availability

Necessary information shall be displayed to the operator whenever it is required and with necessary redundancy, e.g. alarms may be shown on mimic formats in addition to other forms of display. For specific failure criteria, see 4.3.

5.2.2 Legibility

Information shown on VDU shall be clearly understood in any operating conditions. Appropriate use should be made of text and graphical items, such as icons. To obtain the necessary legibility of the VDU, the format specification shall be based on a human factor data base such as that shown in A.4.1 of IEC 964.

5.2.3 Accuracy

The display shall communicate the intended information to the operator without ambiguity or loss of meaning.

The scaling of graphs and histograms shall enable the operator to read, and understand adequately, indications, and the maximum or current value should be annotated with the numerical value.

For digital displays, the resolution of the presentation of measurements should be chosen so that sufficient accuracy is achieved whilst ensuring that the number of digits which change at each update under steady-state conditions is small.

The least significant digits of changing values cannot normally be read if they are updated faster than three-tenths of a second.

5.2.4 Compatibility of VDU-formats with other man-machine interfaces

See 4.4.8 of IEC 1227.

5.2.5 Consistency

Standardization of displays can be beneficial but it shall not take precedence over more important criteria given herein. These shall be documented.

All items within a suite of displays which represent the same information should be similarly named.

When using the same items on different displays they should be, where appropriate, in consistent positions for each display. Grouping techniques should be consistently applied with standardized headings and style.

5.3 *Forme de présentation*

Le principe de conception le plus important est de rendre l'affichage aussi simple et clair que possible, comme mentionné précédemment, sans pour autant perdre des détails essentiels ou des principes et des relations importants.

Lorsque la couleur a une signification en rapport avec la sûreté, d'autres sortes de codage, par exemple, la position, la forme des symboles ou le texte doivent être utilisés pour assurer que la signification de sûreté puisse être clairement remarquée par les opérateurs sans référence à la couleur.

Lors du choix du type d'affichage, on doit prendre en compte les avantages d'une présentation particulière en fonction de l'information à présenter. L'utilisation d'affichage graphique est en général recommandée. L'être humain est très qualifié pour la comparaison des informations et la détection des contradictions. Il faut donc concevoir les écrans en fonction de cette capacité. En se basant sur la connaissance d'expert, les informations associées à une image écran peuvent être obtenues par "zones de sélection logicielles dans l'image" ou en sélectionnant dans un menu graphique les icônes représentant des images associées ou complémentaires. Il peut être utile d'afficher en même temps un certain objectif d'information sur un ensemble de plusieurs écrans, ou différentes vues de la même information sur plusieurs écrans.

5.3.1 *Utilisation de symboles et de graphiques*

Il convient de normaliser et de choisir les symboles de manière à éviter toute erreur d'interprétation. Il convient de limiter la gamme des tailles des symboles de façon à pouvoir distinguer facilement leurs différentes tailles.

5.3.2 *Synoptiques*

Il convient d'organiser les éléments associés de la centrale de manière à refléter leurs relations avec un certain degré d'abstraction évitant de compliquer le synoptique. Il convient généralement que le cheminement des flux du processus et la séquence d'événements progressent de gauche à droite ou de haut en bas, selon les stéréotypes de population.

Des indications supplémentaires pour la disposition des synoptiques sont données en 4.4.5 de la CEI 1227.

5.3.3 *Formatage des informations*

Il convient que les constructions de phrases et de message présentent une bonne syntaxe. Il convient d'utiliser, si possible, des structures de messages hiérarchiques normalisées. Il convient que la disposition des informations indique, le cas échéant, la séquence de leur utilisation. Il convient que les rangées d'informations tabulaires soient normalement divisées en groupes de cinq au maximum.

Il convient que la présentation soit compatible avec les autres formes d'affichage associées, affichées au même endroit.

Il est essentiel d'utiliser des techniques de groupement et de codification pour améliorer la perception des informations affichées. Ces critères de groupement et de codification figurent en 4.5 et A.4.5 de la CEI 964.

6 **Méthodes d'accès aux informations présentées sur les unités de visualisation**

Toutes les informations stockées dans le système d'information et traitées par ce dernier doivent pouvoir être affichées dans des conditions, selon une disposition et dans un délai satisfaisants.

Il peut y avoir des informations affichées automatiquement, des informations recommandées par des propositions de menus affichés automatiquement sachant que la plupart des informations peuvent être demandées et organisées par l'équipe de conduite.

5.3 *Form of presentation*

The most important design principle is to make the display as simple and clear as possible, as mentioned before, whilst not losing either essential detail or important principles and relationships.

Where colour is used with safety significance, other kinds of coding, e.g. position, symbol shape or text shall be used to ensure that safety significance can be clearly noticed by the operators without reliance on colour.

In selecting the form of a display due account must be taken of the advantages of a particular presentation in relation to the information being displayed. The use of pictorial display is generally recommended. Human beings are very capable of comparing information and detecting contradictions. Therefore, displays shall be designed so as to benefit from this ability. Based on expert knowledge associated information to a format may be achieved by "soft selection areas in the format" or by selecting icons of associated or complementary formats in a pictorial menu. It may be beneficial to display a certain information goal as a set on several screens at the same time or different views of the same information on different screens.

5.3.1 *Use of symbols and graphics*

Symbols should be standardized. Symbols should be chosen so that they cannot be misinterpreted. The range of symbol sizes should be limited to a progression which allows easy recognition of the various sizes.

5.3.2 *Schematic displays*

Related items of the power plant should be organized in such a way that reflects their relationships with an appropriate degree of abstraction to avoid complication of the display. Process flow paths and the sequence of events should generally progress from left-to-right or from top-to-bottom, as in accordance with population stereotypes.

Additional guidance for layout of mimic diagrams is given in 4.4.5 of IEC 1227.

5.3.3 *Formatting of information*

Sentence and message construction should present good syntax. Where possible a standardized hierarchical message structure should be employed. The layout of information should reflect the sequence, if any, in which it is used. Rows of tabular information, should normally be divided into groups of not more than five.

The presentation should be compatible with other related forms of information display within the same location.

It is essential to use grouping and coding techniques for enhancement of the perceptions of displayed information. These grouping and coding criteria are shown in 4.5 and A.4.5 of IEC 964.

6 **Methods of access to VDU-based information**

All information stored in and processed by the information system shall be able to be displayed in the appropriate manner, arrangement and time.

There may be some information automatically displayed, some may be recommended by automatically displayed menu proposals but most information may be requested and arranged by the operating staff.

Il peut exister des informations à image unique ou à ensembles d'images orientées événements ou symptômes, exigeant un affichage rapide après leur sélection. Ceci doit être clairement énoncé.

En fonction de la multiplicité des besoins en matière d'information et des approches de diagnostic, il faut prévoir des accès multiples aux représentations graphiques appropriées et leur manipulation facile.

L'annexe D donne des exemples de méthodes d'accès.

7 Vérification

La vérification d'un système d'information basé sur des unités de visualisation doit être effectuée pour un ensemble bien défini de données d'état de fonctionnement, y compris les états anormaux et les conditions de dysfonctionnement.

Le processus de vérification et les critères généraux de vérification doivent être conformes aux prescriptions de 3.3 et 5.1 de la CEI 964 et à celles de la CEI/DIS 1771.

Il faut veiller particulièrement à assurer la cohérence dans les cas où des variables sont affichées en même temps à des endroits différents.

Les délais causés par des périodes d'acquisition différentes ou par un prétraitement important doivent être soumis à revue, évalués en fonction des conséquences et documentés clairement.

Il peut être utile d'employer des outils spéciaux pour le processus de vérification. L'annexe E de la présente norme donne un exemple pratique de vérification.

L'expérience a montré la grande utilité dans toutes les situations de certaines informations ou même de certaines images. Elle peuvent être affichées en permanence ou bien incluses comme constituants dans les ensembles d'images les plus importants.

Ces images-clés et plus particulièrement les ensembles d'images-clés doivent être vérifiés (et validés) autant qu'il est possible.

8 Validation

La validation d'un système d'information basé sur des unités de visualisation doit être effectuée en définissant des scénarios représentatifs des conditions de fonctionnement, des situations perturbées ou des conditions accidentelles et en définissant les objectifs de l'information pour les différents utilisateurs du système.

Le processus de validation et les critères généraux de validation doivent satisfaire aux exigences appropriées données en 3.4 et 5.2 de la CEI 964 et à celles de la CEI/DIS 1771 (voir également l'annexe E de la présente norme).

There may be single format information or event or symptom oriented format-sets which are requested to be displayed a very short time after being selected. This shall be clearly stated.

Depending on the variety of information needs and the approaches of diagnosis, multiple access to the relevant displays and their flexible handling shall be provided.

Some examples of access methods are shown in annex D.

7 Verification

The verification of a VDU-based information system shall be carried out for a well-specified set of operational state data including abnormal states and fault conditions.

The verification process and the general verification criteria shall follow the relevant requirements given in 3.3 and 5.1 of IEC 964, and in IEC/DIS 1771.

Special attention shall be given to ensure consistency in situations where variables are displayed at several locations at the same time.

Time delays caused by different scanning or considerable pre-processing shall be reviewed and assessed with respect to consequences and clearly documented.

It may be beneficial to use special tools for the verification process. A practical example of verification is given in annex E of this standard.

Experience has shown that some information or even some display formats are most helpful in any situation. They may be displayed continuously or included as constituents of the most important format-sets.

These key-formats and especially key-format-sets shall be verified (and validated) as far as possible.

8 Validation

The validation of a VDU-based information system shall be carried out defining representative scenarios of operation, disturbed situations or accident conditions and information goals for different users of the system.

The validation process and the general validation criteria shall follow the relevant requirements given in 3.4 and 5.2 of IEC 964 and in IEC/DIS 1771 (see also annex E of this standard).

Annexe A

(informative)

Avantages et inconvénients de l'affichage sur unités de visualisation

A.1 Avantages

- a) L'adoption d'unités de visualisation permet l'utilisation de nouveaux types de présentation d'information. Elle apporte des possibilités nouvelles de condensation et d'abstraction de l'information, impossibles avec l'instrumentation conventionnelle utilisée précédemment.
- b) La multiple utilisation de l'espace des écrans de visualisation pour des informations composées liées à la situation, permet de réduire la taille d'une salle de commande moderne (conduite normale, situations perturbées, renouvellement du combustible, essais, etc.).
- c) Un seul écran peut suffire pour l'affichage complet de toutes les informations relatives à un objectif d'information, mais les agencements de multiples unités de visualisation permettent d'améliorer le regroupement d'informations sophistiquées et offrent également la possibilité d'une présentation diversifiée de la même situation.
- d) Le façonnage de la composition de l'entité de l'information primaire prévue pour un objectif d'information permet d'éviter l'affichage d'informations inutiles.
- e) Un système d'unités de visualisation ayant les capacités adéquates présente des possibilités fructueuses de dialogue qui peuvent être utilisées à partir d'un même poste de travail (pas de déplacements inutiles dans la salle de commande principale).
- f) Plusieurs images écran peuvent être reliées entre elles de façon optimisée en fonction de situations spécifiques; les images peuvent être réarrangées à tout moment grâce à une facilité de glissement de telle manière que celles présentant le plus d'intérêt soient placées au centre.
- g) Un arrangement d'images bien conçues sur des écrans multiples peut être surveillé simultanément par plusieurs utilisateurs, permettant une réflexion et une discussion communes sur la base des mêmes informations (possibilité de guidage par curseur).
- h) Le contenu d'une image peut se présenter en plusieurs couches. L'utilisation de cette approche d'une couche en arrière-plan et de quelques couches en premier plan, permet aux niveaux supérieurs de concentration et d'abstraction de l'information d'être appliqués facilement.
- i) Toutes les informations susceptibles d'être présentées sur une image ne nécessitent pas de s'afficher à tout instant. Ceci peut être déclenché manuellement au moyen de clés (matériel ou logiciel) ou dans des conditions bien spécifiées.
- j) Des courbes de tendance avec différentes échelles et des diagrammes avec affichage d'historique permettent pour le diagnostic un retour en arrière aisé. La lecture arrière de la chronologie dans les courbes de tendance et dans les diagrammes peut conduire à la première cause de perturbation. L'extrapolation de l'information archivée peut servir de méthode simple pour évaluer le comportement futur du processus.
- k) La répétition de l'affichage d'un transitoire en ralenti (immédiatement ou un certain temps après stabilisation du comportement de la centrale) peut permettre à l'équipe de conduite et au personnel ayant un rôle de conseil et support, une meilleure compréhension de son développement.
- l) La grande souplesse et la capacité d'un système utilisant des unités de visualisation permet à la fois à l'opérateur d'avoir une idée générale de la situation présente et de parcourir les différentes vues de la centrale (à partir de la position (fixe) des opérateurs), ce qui conduit à la détection précoce des plus petits écarts des variables. Ceci peut aussi s'appliquer dans le cas de variables dépendant des facteurs temps, charge ou situation.

Annex A

(informative)

Advantages and disadvantages of VDU-based display**A.1 Advantages**

- a) VDU application enables new types of information display to be used. It leads to new possibilities of information condensation and abstraction which could not be achieved with the conventional instrumentation of the past.
- b) Multiple use of the space of the display screens for situation-dependent, composed information which enables the size of a modern MCR to be minimized (normal operation, disturbed situations, refuelling, tests, etc.).
- c) For a complete display of all information of a certain information goal, one screen only may be sufficient, but arrangements of multiple VDUs enable rather sophisticated information to be assembled together with an optimal overview and the possibility of showing the same situation from different viewpoints.
- d) The tailored composition of the entity of primary information for one information goal enables the display of unnecessary information to be avoided.
- e) A VDU system of adequate capabilities enables fruitful dialogue activities which may be performed from one working position (no necessity of moving around in the MCR).
- f) Multiple VDU-formats can be related to each other in an optimal way according to the specific situation; all arrangements can be rearranged at any time by easy shifting capability. Also that of most interest can be brought to the centre.
- g) An arrangement of well-designed formats on multiple screens can be monitored by several users at the same time so that they all can think and discuss on the basis of the same information (and can be guided by cursor).
- h) The content of one format may be presented in several layers. Using the approach of a background and some foreground layers, the higher levels of information concentration and abstraction can easily be applied.
- i) Not all information which can be displayed in one format needs to be displayed at any one time. This may be triggered manually by means of hard or soft keys or according to well-specified conditions.
- j) Trend logs of different scaling and diagrams with a history display assists the review of the past for diagnosis. Reverse reading of histories in trend curves and in diagrams may lead to the prime cause of a disturbance. Extrapolation of history information may serve as a simple method of assessing the future behaviour of the process.
- k) Repeating the display of a transient in slow motion (at once or after stabilizing the plant's behaviour) may enable the operating crew and advising and supporting personnel to get a better understanding of its development.
- l) The great flexibility and capability of a VDU-based system enables an operator to both obtain an overall view of the present situation and browse through different views of the plant (from the operators (fixed) location) which in turn leads to early detection of even small deviations of variables. This may also apply in cases of time or load or situation-dependent variables.

- m) Ces avantages peuvent être spécialement utilisés pour mettre en œuvre des systèmes améliorés d'aide opérateurs (voir 4.6.6 de la CEI 964).

Afin d'améliorer la sûreté, la disponibilité et le fonctionnement de la centrale, il convient de prévoir des fonctions d'aides-opérateurs, telles que des fonctions d'affichage et la fonction de surveillance des paramètres de sûreté, des fonctions de diagnostic, des fonctions d'aide à l'opérateur basées sur les symptômes ou les événements, des fonctions d'exécution automatique des tests. Dans la mesure du possible, il convient que ces fonctions soient totalement intégrées dans l'étude de la salle de commande.

Elles peuvent être basées sur la connaissance des experts dans le domaine du génie nucléaire ainsi que sur des techniques informatiques et vont de:

- la validation et le prétraitement de signaux (filtrage, comparaison, calcul);
- la conception d'image intelligente:
 - objectif principal et conseil pour les ajouts pertinents;
 - présentation séquentielle des documents de conduite; autres versions de diagrammes;
 - affichage de toutes les contre-mesures classées possibles;
 - division en informations présentées en premier plan, dans le plan principal et en arrière-plan;

jusqu'à l'accès simple et facile et à l'enregistrement.

A.2 Inconvénients

- a) Toutes les informations ne seront pas toujours présentées au même endroit.
- b) La compréhension d'informations évoluées sur écran demande une certaine formation et une connaissance raisonnable (par exemple des images conçues pour des opérateurs expérimentés peuvent ne pas convenir pour des visiteurs).
- c) La durée de vie d'un écran est limitée.

- m) These advantages can be used especially to implement enhanced operator support systems (see 4.6.6 of IEC 964).

In order to enhance plant safety, availability and operability, operator support functions such as safety parameter display and surveillance functions, plant diagnosis functions, symptom-based or event-based operator guide functions, functions for automatic on power-test should be provided. As far as practicable such functions should be fully integrated into the overall design of the control room.

They may be based on the knowledge of experts in the fields of nuclear engineering as well as computer techniques and may range from:

- signal validation and pre-processing (filtering, comparison, computation);
- intelligent picture design:
 - main goal and advice for relevant additions;
 - sequenced display of the operation manual; other diagram versions;
 - display of all possible, graded countermeasures;
 - division in foreground, main and background information;

to simple, easy and flexible access and recording.

A.2 Disadvantages

- a) All information will not always be presented at the same location.
- b) Understanding of VDU-based intelligent information needs a certain training and a reasonable knowledge base (e.g. formats designed for trained shift operators may not be suitable for visitors).
- c) The lifetime of a screen is limited.

Annexe B
(informative)

Exemples d'images, de leur utilisation typique et quelques caractéristiques

Applications

Avantages/inconvénients

B.1 Affichages alphanumériques

Affichages d'alarme	n'exige que peu d'interprétation
Messages de guide	fournit des informations plutôt complètes
Texte de procédures	nécessite un espace étendu pour l'affichage et un temps long pour lire et comprendre
Informations sur la conduite	
Informations sur la maintenance	

B.2 Barre-graphes

Présentations normalisées pour la comparaison	permet l'utilisation d'échelle standardisée
Indication de valeurs courantes et des limites associées (la couleur change aux limites)	simplifie les comparaisons; bon pour l'identification facile et rapide des limites

B.3 Courbes de tendance

Avec différentes échelles standard de temps (s - min - h - j - sem - m, les dernières avec la possibilité d'affichage par pas de temps de l'historique à long terme)	bon pour l'évaluation de la dépendance dans le temps (en particulier des variables corrélées; échelles de temps lentes et rapides; résolution élevée; répétitives; stables)
Avec les pour-cent des unités des échelles	
Avec la capacité de fenêtrage et de zoom	
Courbes de tendance similaire pour la comparaison Variables corrélées ensemble (par exemple flux entrant / niveau / flux sortant)	comparaison facile de comportements semblables et prompte détection des déviations; (comparaison des courbes réelles à la référence)
Dispositions prédéterminées avec accès direct à la mémoire dédiée	permet de regarder le passé et prévision du comportement futur
Disposition libre	permet la comparaison avec le comportement prévu par ordinateur ou par l'expérience

Annex B

(informative)

Examples of formats, typical use and some characteristics**Applications****Advantages/disadvantages****B.1 Alpha-numerical displays**

Alarm displays	require only little interpretation
Messages for guidance	give rather complete information
Text of procedures	need extended space for the display and long time to read and comprehend
Operation information	
Maintenance information	

B.2 Bar-graphs

Normalized indications for comparison	enable standardized scaling to be used
Indication of actual values together with limit values (colour changes at limit)	simplifies comparisons; good for easy and quick limit recognition

B.3 Trend curves

With different standardized time scales (s - min - h - d - w - m the last ones with long history display in time steps)	good for assessment of time dependence (especially of correlated variables; slow and fast time scale; high resolution; repetitive; stable)
With per cent of units scaling	
With windowing and zooming capability	
Similar trend curves for comparison Correlated variables together (e.g. flow in/level/ flow out)	easy comparison of similar behaviours and early detection of deviations (comparison of actual curves to reference)
Predetermined arrangements with direct dedicated memory access	permit looking at the past and prediction of future behaviour
Free composition arrangements	permit comparison with pre-computed or experienced behaviour

B.4 Affichages logiques

Préférable comme vues d'ensemble (en/hors de boîtes noires simplifiées)	bon pour la compréhension: quelle action initiale a causé quel actionnement bon pour la détection détaillée des défauts exceptionnel pour l'affichage des détails
--	--

B.5 Diagrammes synoptiques: affichage de la structure et de l'état des systèmes

Structure et composants des systèmes du procédé	bonne vue d'ensemble de la centrale
Etat réel des systèmes et des composants de la centrale (ouvert/fermé - marche/arrêt - en exécution/en attente) (prêt, perturbé, en/hors service, supprimé) Etat des systèmes de commande (incluant les fonctions de protection)	bon pour montrer les "actions réussies"
Indication de variables/diagrammes	informations sur des détails
Résultats d'actionnements manuels ou automatiques	retour procédé rapide

B.6. Diagrammes X - Y

Dépendances bidimensionnelles Dépendances multidimensionnelles	bon pour la compréhension des dépendances fonctionnelles détaillées: par exemple qui provoque quoi, pourquoi, quand, combien de temps et combien de fois.
---	--

Composition de plans multiples

Dans le plan principal: valeur réelle des variables (certaines avec historique)

Dans l'arrière-plan: diagrammes avec zones et lignes de conception

Dans le premier plan: indications de choix
(par exemple horizontal/vertical, clignotement, barre-graphes...)

Zones dynamiques comme: état fonctionnel de commandes

B.7. Sélection d'écran

Tels que les menus, de préférence avec panneaux d'icônes	bon pour un accès spécial rapide aux différentes images ou ensembles d'images; peut être créé en fonction de chaque objectif spécial de l'information, situation ou images spéciales
---	---

B.4 Logic displays

Preferable as overviews (in/out of simplified black boxes)	good for understanding: what initiation has caused what actuation good for detailed detection of failures exceptional for detail display
---	--

B.5 Mimic diagrams: structure and status displays of systems

Structure and all components of process systems	good plant overview
Actual status of systems and plant components (open/closed-on/off-running/standing) (ready, disturbed, in/out operation, in/out of service, removed) Status of control systems (including protective functions)	good for showing "success paths"
Indication of variables/diagrams	information about details
Results of automatic or manual actuations	fast feed-back information

B.6 X - Y Diagrams

Two-dimensional dependencies Multi-dimensional dependencies	good for understanding for functional dependencies in depth: e.g. which causes what, why at what time, and how long and often
--	---

Multiple plane compositions

In the main plane: actual values of variables (some with history)

In the background plane: diagrams with design areas and lines

In the foreground: balance indications
(e.g. horizontal/vertical, flashing, bar-graphs...)

Dynamic area as: functional status of controls

B.7 Screen selection

As menus, preferably with icon tables	good for quick special access to different formats or formats-sets; may be tailored to each special information goal, situation or special formats
---------------------------------------	--

Annexe C
(informative)

Bases de conception et de réalisation

La conception d'une image doit être basée sur les besoins des opérateurs et doit reposer sur:

- la description de la conception des systèmes de la centrale;
- les procédures décrites dans la notice de fonctionnement des systèmes de la centrale pour toutes les situations de fonctionnement normal, incidentel, rechargement en combustible, maintenance et conditions accidentelles;
- les expériences de simulation pour le fonctionnement normal et les incidents;
- le retour d'expérience de mise en service et d'exploitation de centrales similaires en fonctionnement (à partir de données stockées, par exemple sur bandes magnétiques).

La réalisation nécessite:

- une brève description de l'objectif des images (texte);
- une proposition pour sa présentation (image);
- une spécification des signaux nécessaires (liste);
- une spécification du prétraitement des signaux, des fonctions de présentation et des contraintes de temps appropriées (diagramme fonctionnel), des temps de rafraîchissement;
- une vérification du taux de mise à jour de chaque signal.

Annex C

(informative)

Design and implementation basis

The design of a format should be based on the operators' needs and be based on:

- the design description of the plant systems;
- the procedures described in the operations manual of the plant for all situations of normal operation, disturbances, refuelling, maintenance, accidents and emergency conditions;
- simulation experience for normal operation and disturbances;
- the feed-back from commissioning and operation of similar plants already in operation (both with stored data, e.g. on tapes).

The implementation needs:

- a short description of the purpose of the formats (text);
- a proposal for its layout (picture);
- a specification of necessary signals (listing);
- a specification of signal pre-processing, functions of indications and the relevant time dependencies (functional diagram), refreshing time;
- a specification of the up-date rate of each signal.

Annexe D

(informative)

Exemples de méthodes d'accès

Quelques exemples de méthodes d'accès sont donnés ci-dessous:

Accès aux images simples

Les images simples peuvent être choisies de différentes manières:

- a) en appuyant sur une touche dédiée;
- b) en tapant un certain nombre;
- c) en appelant un menu alphanumérique et en désignant une ligne précise par boule roulante, ou en tournant les pages en avant et en arrière en se servant des touches;
- d) en sélectionnant dans n'importe quelle image des zones de sélection spéciales, conduisant à des informations associées sur une image simple, ou en sélectionnant dans des images spécifiques d'icônes des zones montrant les icônes de toutes les images qui forment ensemble un ensemble complet d'informations concernant un certain "objectif d'informations";
- e) en rappelant la dernière image sur l'écran;
- f) en choisissant une "image associée" à une image spécifique venant juste d'être affichée:
 - diagramme vers système;
 - courbe vers diagramme;
 - logique vers schémas ou système.

Accès à des ensembles d'images

Les ensembles d'images peuvent être choisis en appuyant sur une touche, identifiant l'ensemble et une autre marquant la VDU pour l'affichage de l'image la plus en haut à gauche de l'ensemble d'images.

Les ensembles peuvent être des compositions d'images simples selon:

- les buts associés à la conduite, la maintenance, l'incident ou l'accident;
- les images de vue d'ensemble de l'installation principale, des systèmes auxiliaires ou des situations de toutes sortes de fonctionnement;
- les informations et le texte associés de toutes sortes de procédures, qu'elles soient événementielles ou orientées approche par symptôme.

Accès aux informations pour l'analyse des transitoires

Les informations sur les transitoires peuvent être affichées en utilisant:

- du défilement arrière et avant des courbes de tendance avec différentes échelles de temps;
- des listes d'alarmes (avec changement de pages);
- de l'affichage de diagrammes montrant aussi les changements dans le temps et l'amplitude de l'évolution des points de fonctionnement des variables.

Autres possibilités d'accès

D'autres possibilités peuvent être le fenêtrage ou le zoom, mais on doit prendre soin de s'assurer de la lisibilité.

Annex D

(informative)

Examples of access methods

Some examples of access methods are the following:

Access to single formats

Single formats can be selected in different ways:

- a) by pressing a dedicated push-button;
- b) by dialling a certain number;
- c) by calling an alpha-numeric menu and marking a certain line by tracker-ball, or paging forward and backward by push-buttons;
- d) by selecting in any format at special selection targets, which leads to associated information on a single format or by selecting in special formats, showing icons of all those formats which together form a complete set of information about a certain "information goal";
- e) by asking for the last format on a screen;
- f) by selecting an "associated format" to a special format just displayed:
 - diagram to system;
 - curve to diagram;
 - logic to schemes or system.

Access to format-sets

Format-sets may be selected by pressing one push-button identifying the set and another marking the VDU for the display of the upper left format of the format-set.

The sets may be compositions of single formats according to:

- operation, maintenance, disturbance or accident goals;
- overview formats of the main plant, auxiliary systems or situations of all kinds of operation;
- mixed information and text of all kinds of procedures for event and symptom oriented behaviour.

Access to information for transient analysis

Information about transients may be displayed by using:

- back and forth tracking of trend curves with different time scales;
- alarm lists (and paging);
- diagram display which also shows changes with time and the course of movement of operating points of variables.

Other possibilities of access

These may be windowing or zooming, but care shall be taken to assure legibility.

Annexe E

(informative)

Vérification et validation des VDU

E.1 Vérification

Un système d'information basé sur des unités de visualisation diffère en principe d'un système conventionnel par la structure du système aussi bien que dans le traitement de l'information et l'affichage. Les procédures de vérification nécessitent donc également d'être tout à fait différentes.

En général, la vérification d'un système conventionnel complet est réalisée par la somme des vérifications individuelles des parties du système.

La vérification d'un système à base d'unités de visualisation, où l'affichage de l'information stationnaire et transitoire est réuni étroitement dans n'importe quelle image et notamment dans les images les plus sophistiquées, nécessite que les deux aspects soient surveillés et contrôlés par rapport aux relations appropriées entre les différents ensembles d'informations, en considérant en particulier la grande variabilité des dynamiques de traitement et les effets des intervalles de scrutation sur les délais de traitement.

Chaque système évolué à base d'unités de visualisation qui a été développé en utilisant les possibilités de l'informatique, la connaissance expérimentale ou fonctionnelle offre des informations associées, complémentaires de l'objet principal d'une image. Ceci est fait à l'intérieur de la même image ou sur des écrans de visualisation voisins. Ceci permet aux concepteurs de fournir des informations complètes pour une présentation orientée par objectifs mais demande une évaluation spéciale supplémentaire.

Les informations associées doivent être considérées en vérifiant une image pour assurer, autant que possible, que toutes les informations sont cohérentes et tolérantes aux défaillances.

De préférence, il convient d'effectuer pendant la phase de réalisation, des essais répétés couvrant un large spectre de conditions, sur un simulateur pleine échelle s'il est disponible, mais il peut être nécessaire de différer certains essais jusqu'à l'étape de mise en service.

E.1.1 Vérification approfondie des images écran

La vérification d'une image de haut niveau de sophistication peut comprendre plusieurs essais séquentiels (voir figure E.1).

a) Dans un centre de calcul:

- exécution, pendant la réalisation, de séquences d'essais spécifiées;
- essais en laboratoire par le concepteur, basés sur son savoir-faire;
- utilisation d'un simulateur pleine échelle.

b) Sur site:

- essais de toutes les liaisons pour les signaux simples et les signaux issus d'un calcul pour l'affichage redondant ou combiné (avec génération de signaux passifs et actifs);
- essais de contrôle par les ingénieurs de mise en service de la centrale et/ou par le concepteur;
- documentation des essais de mise en service, comme:
 - les variations de charge, l'ilotage;
 - les défaillances des composants et les arrêts d'urgence;
 - la perte d'alimentations électriques;

Annex E

(informative)

Verification and validation of VDU

E.1 Verification

A VDU-based information system differs in principle from a conventional system in system structure as well as in information processing and display. Therefore, the verification procedures also need to be quite different.

The usual verification of a conventional system consists of numerous procedures for separate mini-systems, the transient indications of which are assumed to be more or less correct.

Verification of a VDU-based system where stationary and transient information display is brought close together in any format, and especially in the highly sophisticated ones, needs both aspects to be monitored and checked with respect to suitable relationships between different sets of information, particularly bearing in mind the great variability of process dynamics and the effects of scan intervals on processing time delays.

Each advanced VDU-based system which has been developed on the basis of extended computer-based, experimental or operational knowledge, offers supplementary associated information to the main topic of a format. This is done inside the frame of the same format or on neighbouring VDUs. This enables the designers to provide complete information for a goal-oriented display but needs special additional assessment.

Related information shall be considered when verifying a format to ensure, as far as possible, that all the information is consistent and fault tolerant.

Repeated tests should preferably be carried out over a full range of conditions on a full scope simulator during the construction stage if available, but it may be necessary to defer some tests until the commissioning stage.

E.1.1 A proven verification of VDU formats

The verification of a highly sophisticated format may consist of several sequential tests (see figure E.1),

a) In a computer centre:

- specified test sequences during implementation;
- knowledge-based laboratory tests by the designer;
- the use of a full-scope simulator.

b) On-site:

- tests of all signal lines to the system, for both single signals and "integral signals" for redundant or combined display (with passive and active signals generation);
- supervising tests by the commissioning engineers of the plant and/or by the designer;
- documentation of commissioning tests such as:
 - load changes, load rejections;
 - failures of plant items and trips;
 - loss of power supplies to systems;