

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



Nuclear facilities – Human factors engineering – Application to the design of human-machine interfaces

Installations nucléaires – Ingénierie des facteurs humains – Application à la conception des interfaces homme-machine

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.20

ISBN 978-2-8322-9546-5

**Warning! Make sure that you obtained this publication from an authorized distributor.
Attention! Veuillez vous assurer que vous avez obtenu cette publication via un distributeur agréé.**

CONTENTS

FOREWORD.....	5
INTRODUCTION.....	7
1 Scope.....	10
2 Normative references	10
3 Terms and definitions	11
3.1 Control locations.....	11
3.2 Function, task and performance	12
3.3 Human factors aspects	13
3.4 Operational aspects.....	14
3.5 Verification and validation	16
4 Abbreviated terms	17
5 Management of human factors engineering programme.....	18
5.1 General.....	18
5.2 Management arrangements.....	19
5.3 Human factors engineering team.....	20
5.3.1 HFE team responsibilities	20
5.3.2 Support by a multidisciplinary team	20
5.3.3 HFE team organisation, qualification and authorization.....	21
5.4 Overall design process	21
5.5 Identification and resolution of human engineering discrepancies (HEDs).....	23
5.6 HFE programme scope considerations	23
5.6.1 General	23
5.6.2 Integration of activities with the rest of plant facilities	23
5.6.3 Screening of HFE elements	23
5.6.4 Graded approach.....	24
5.6.5 Use of reference designs	24
5.6.6 Examples of application to different projects	25
5.7 End point vision	26
5.8 HFE deliverables to be prepared.....	27
5.8.1 General	27
5.8.2 HFE programme management	27
5.8.3 Other HFE elements	27
6 Analyses providing input to human interaction	28
6.1 Operating experience review (OER).....	28
6.2 Functional analysis and assignment.....	29
6.2.1 General	29
6.2.2 Functional analysis	29
6.2.3 Functional assignment.....	29
6.2.4 Verification and re-evaluation of assignment.....	29
6.2.5 Staff capabilities	30
6.2.6 I&C system processing capabilities.....	30
6.3 Identification and treatment of important human tasks.....	30
6.3.1 General	30
6.3.2 Identification of important human tasks.....	31
6.3.3 Treatment of important human tasks	31
6.3.4 Human reliability and safety analyses support	32

6.4	Task analysis (TA)	32
6.4.1	General	32
6.4.2	Definition of the scope and screening criteria.....	33
6.4.3	Development of task descriptions	34
6.4.4	Breakdown tasks	34
6.4.5	Specific task requirement identification	35
6.4.6	Output and documentation.....	35
6.5	Staffing, organisation, and qualification analysis	35
6.5.1	General	35
6.5.2	Inputs to staffing, organisation, and qualification analysis.....	36
6.5.3	Methods used for staffing, organisation, and qualification analysis	37
7	Design of control centres, local control points (LCPs), human-machine interfaces (HMIs), procedures and training programmes	37
7.1	General.....	37
7.2	Design of control centres, LCPs and HMIs	38
7.2.1	General	38
7.2.2	HFE inputs to the design of control centres and HMIs.....	39
7.3	Guidance for the design of control centres, LCPs and HMIs.....	39
7.3.1	General	39
7.3.2	Plant-specific HFE guidance	39
7.3.3	Project-specific HFE guidance	39
7.3.4	Guidance for the design of control centres.....	40
7.3.5	Guidance for the design of local control points (LCPs).....	40
7.3.6	Guidance for the design of human-machine interfaces (HMIs)	41
7.4	Development of procedures	41
7.4.1	General	41
7.4.2	Paper-based procedures vs. computer-based procedures (CBP)	42
7.4.3	Procedures writers guide	42
7.4.4	Other HFE inputs to procedure designers	43
7.4.5	Procedures and multistage verification and validation (V&V).....	43
7.5	Development of operating staff training	43
7.5.1	General	43
7.5.2	Organisational aspects	44
7.5.3	The inputs to implement a training programme provided by the HFE team	44
7.5.4	Training for teamwork	44
8	Verification and validation.....	45
8.1	General.....	45
8.2	Verification and validation preparation	45
8.3	Verification and validation execution	47
8.3.1	Task support verification.....	47
8.3.2	Design verification	47
8.3.3	Preliminary validation	48
8.3.4	Integrated system validation execution and resolution	49
8.3.5	Verification and validation resolution	50
9	HFE during implementation of the design	50
9.1	Background.....	50
9.2	Objectives.....	51
9.3	Confirmation of the as built / implemented HMI	51

9.4	Monitoring and control of plant changes implementation	52
10	Human performance monitoring	53
10.1	Objective	53
10.2	Process to be developed	53
10.2.1	General	53
10.2.2	Planning and administration	53
10.2.3	Execution and evaluation	54
10.2.4	Resolution	54
Annex A	(informative) Task analysis methods	55
A.1	Walk-through / talk-through	55
A.2	Hierarchical task analysis	55
A.3	Operating sequence analysis	56
A.4	Timeline analysis	57
A.5	Cognitive task analysis	58
A.6	Workload analysis	58
Annex B	(normative) Goals of HFE in the design of control centres and HMIs	59
B.1	General	59
B.2	HFE in the design of the control centres	59
B.3	HFE in the design of the human-machine interfaces	60
Annex C	(informative) Validation methodological issues	61
C.1	Overview	61
C.2	General validation objectives	61
C.3	Specific validation objectives	62
C.4	ISV test design	62
C.5	Performance measures	63
C.6	Validation acceptance criteria	64
C.7	Validation results, analysis and reporting	64
C.8	Considerations related to ISV reporting and conclusions	65
Bibliography	66
Figure 1	– New WG 8 document structure	8
Figure 2	– Human Factors Engineering process	22
Figure A.1	– Example of HTA performed for a PWR NPP	56
Figure A.2	– Example of OSA/OSD performed for a PWR NPP	57

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR FACILITIES –
HUMAN FACTORS ENGINEERING –
APPLICATION TO THE DESIGN OF HUMAN-MACHINE INTERFACES**

FOREWORD

- 1) The International Electrotechnical Commission (IEC) is a worldwide organization for standardization comprising all national electrotechnical committees (IEC National Committees). The object of 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, IEC publishes International Standards, Technical Specifications, Technical Reports, Publicly Available Specifications (PAS) and Guides (hereafter referred to as "IEC Publication(s)"). 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. IEC collaborates closely with the International Organization for Standardization (ISO) in accordance with conditions determined by agreement between the two organizations.
- 2) The formal decisions or agreements of IEC on technical matters express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the relevant subjects since each technical committee has representation from all interested IEC National Committees.
- 3) IEC Publications have the form of recommendations for international use and are accepted by IEC National Committees in that sense. While all reasonable efforts are made to ensure that the technical content of IEC Publications is accurate, IEC cannot be held responsible for the way in which they are used or for any misinterpretation by any end user.
- 4) In order to promote international uniformity, IEC National Committees undertake to apply IEC Publications transparently to the maximum extent possible in their national and regional publications. Any divergence between any IEC Publication and the corresponding national or regional publication shall be clearly indicated in the latter.
- 5) IEC itself does not provide any attestation of conformity. Independent certification bodies provide conformity assessment services and, in some areas, access to IEC marks of conformity. IEC is not responsible for any services carried out by independent certification bodies.
- 6) All users should ensure that they have the latest edition of this publication.
- 7) No liability shall attach to IEC or its directors, employees, servants or agents including individual experts and members of its technical committees and IEC National Committees for any personal injury, property damage or other damage of any nature whatsoever, whether direct or indirect, or for costs (including legal fees) and expenses arising out of the publication, use of, or reliance upon, this IEC Publication or any other IEC Publications.
- 8) Attention is drawn to the Normative references cited in this publication. Use of the referenced publications is indispensable for the correct application of this publication.
- 9) IEC draws attention to the possibility that the implementation of this document may involve the use of (a) patent(s). IEC takes no position concerning the evidence, validity or applicability of any claimed patent rights in respect thereof. As of the date of publication of this document, IEC had not received notice of (a) patent(s), which may be required to implement this document. However, implementers are cautioned that this may not represent the latest information, which may be obtained from the patent database available at <https://patents.iec.ch>. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

IEC 63351 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation, control and electrical power systems of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation. It is an International Standard.

The text of this International Standard is based on the following documents:

Draft	Report on voting
45A/1530/FDIS	45A/1546/RVD

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

The language used for the development of this International Standard is English.

This document was drafted in accordance with ISO/IEC Directives, Part 2, and developed in accordance with ISO/IEC Directives, Part 1 and ISO/IEC Directives, IEC Supplement, available at www.iec.ch/members_experts/refdocs. The main document types developed by IEC are described in greater detail at www.iec.ch/publications.

The committee has decided that the contents of this document will remain unchanged until the stability date indicated on the IEC website under webstore.iec.ch in the data related to the specific document. At this date, the document will be

- reconfirmed,
- withdrawn, or
- revised.

IMPORTANT – The "colour inside" logo on the cover page of this document indicates that it contains colours which are considered to be useful for the correct understanding of its contents. Users should therefore print this document using a colour printer.

INTRODUCTION

a) Technical background, main issues and organisation of the Standard

The technical background that led to the decision to develop this International Standard is given in technical report IEC TR 63214.

In brief, IEC TR 63214 recognized that:

- IEC 60964 entitled "Control Room Design" (then at edition 2.0) included a detailed set of requirements to be applied when designing a control room and a process to implement Human Factors Engineering;
- The above two topics were mixed and the Human Factors part was incomplete and did not reflect state-of-the-art knowledge and wording;
- IEC 60964 was also written considering only Human Factors within the scope of the I&C systems in control room designs. The result was that the document did not take a holistic approach towards the design of the plant-wide control rooms and human-machine interfaces (HMI), including e.g. the local control stations located throughout the plant;
- In addition, the IAEA was in the process of developing a Human Factors Guide (now published as SSG-51) that should also be reflected in the IEC standards.

In view of the above, IEC TR 63214 proposed the development of a dedicated Human Factors Engineering standard while reducing the scope of IEC 60964 to a pure Control Room Design standard. This reduction in scope is for a future edition of IEC 60964.

This document focuses on the application of a human factors engineering (HFE) programme to the design of the human-machine interfaces throughout the lifetime of a nuclear facility, including consideration of plant modifications.

This document is applicable to nuclear facilities such as: nuclear power plants (NPPs), research reactors, uranium enrichment and nuclear fuel fabrication facilities, spent fuel storage and reprocessing facilities.

It is intended that this document be used by operators of NPPs (utilities), and of other facilities associated with the production of nuclear energy, systems designers, system evaluators and by licensors.

It is further noted that, whilst existing standards such as those in the ISO 9241 series address many aspects of the ergonomics of human-system interactions, those standards are judged to be too detailed, extensive and in constant evolution to adequately guide the HFE programme requirements within the scope of IEC SC 45A. However, reference is made to ISO 11064 for certain aspects of the ergonomic design of control centres.

b) Situation of the current Standard in the structure of the IEC SC 45A standard series

The IEC human factors engineering (HFE) standard is on the same level as IEC 60964 and is the second encompassing document within WG 8. The intention of WG 8 is to update the standard environment step by step with the goal of linking all HFE related standards to this HFE standard and linking all control room (CR) and HMI design-related standards to IEC 60964.

Figure 1 shows the new structure after the update of all WG 8 standards.

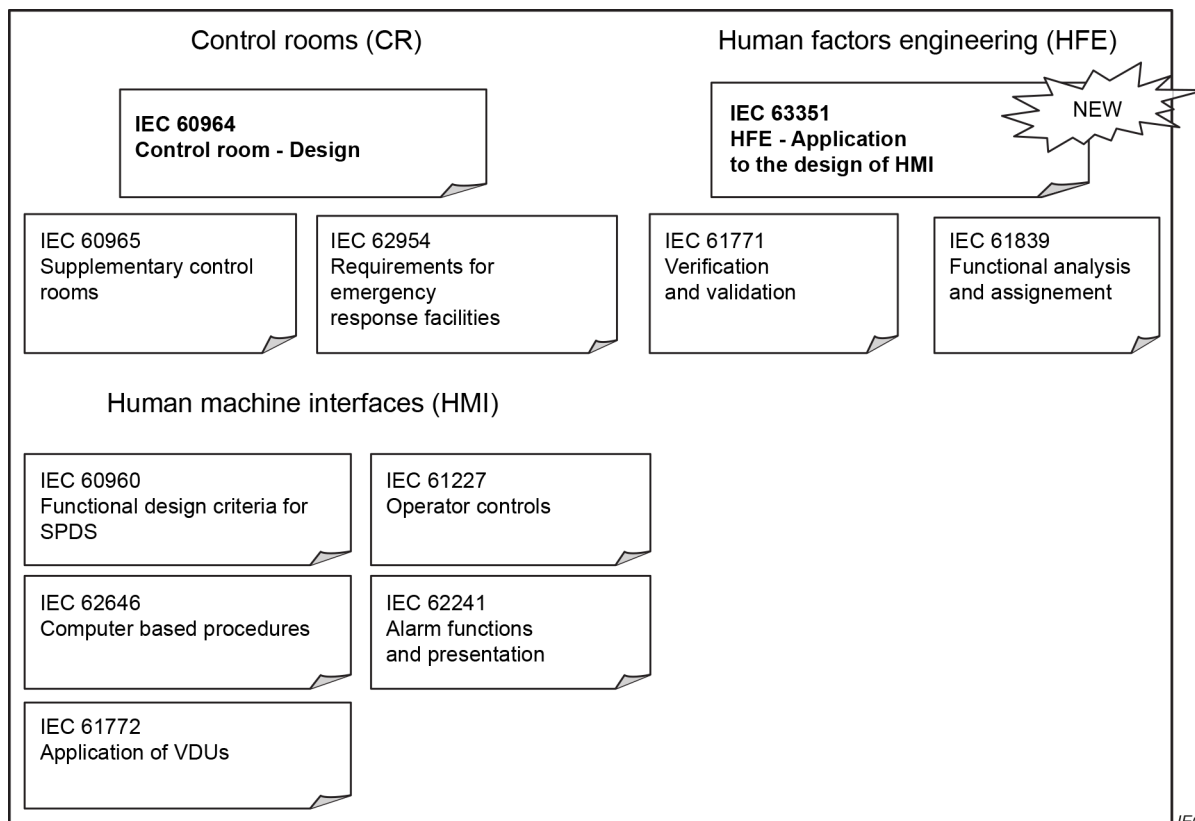


Figure 1 – New WG 8 document structure

The documents shown on the left of the figure below the "IEC 60964" box constitute the existing set of control room (CR) and HMI design-related standards and those on the right of the figure below the "IEC 63351" box constitute the HFE related standards.

Due account has to be taken of the relationship between the standards in WG 8 when updating IEC 60964 and the new HFE standard. New standards covering detailed information about HFE may follow and be linked to this standard. Other standards currently pointing to IEC 60964 will in future revisions need to point to both WG 8 high level documents. After the final update this can be adapted based on the relevant content.

For more details on the structure of the IEC SC 45A standard series, see item d) of this introduction.

c) Recommendations and limitations regarding the application of the Standard

This standard specifies the basic principles and requirements of an HFE programme for all stages of the lifecycle of a nuclear facility.

It builds on the guidance provided by state-of-the-art HFE guides, such as IAEA SSG-51. It covers the minimum requirements for the complete technical scope recognized by such guides but points to other standards for specific detailed requirements.

To ensure that the standard will continue to be relevant in future years, the emphasis has been placed on issues of principle, rather than on specific technologies or techniques.

d) Description of the structure of the IEC SC 45A standard series and relationships with other IEC documents and other bodies documents (IAEA, ISO)

The IEC SC 45A standard series comprises a consistent set of documents organised in a hierarchy of four levels. The top-level documents of the IEC SC 45A standard series are IEC 61513 and IEC 63046, covering respectively general requirements for instrumentation and control (I&C) systems and general requirements for electrical power systems of NPPs. IEC 61513 and IEC 63046 adopt an overall system life-cycle framework and constitute, along with the relevant second-level standards, the nuclear implementation of the basic safety series IEC 61508.

IEC 61513 and IEC 63046 refer directly to other IEC SC 45A standards for general requirements for specific topics, such as categorization of functions and classification of systems, qualification, separation, defence against common cause failure, control room design, electromagnetic compatibility, human factors engineering, cybersecurity, software and hardware aspects for programmable digital systems, coordination of safety and security requirements and management of ageing.

At a third level, IEC SC 45A standards not directly referenced by IEC 61513 or by IEC 63046 are standards related to specific requirements for specific equipment, technical methods, or activities. Usually, these documents refer to second-level documents for general requirements and can be used on their own.

A fourth level extending the IEC SC 45A standard series, corresponds to the Technical Reports which are not normative.

The IEC SC 45A standards series consistently implements and details the safety and security principles and basic aspects provided in the relevant IAEA safety standards and in the relevant documents of the IAEA nuclear security series (NSS). In particular this includes the IAEA requirements SSR-2/1, establishing safety requirements related to the design of nuclear power plants (NPPs), the IAEA safety guide SSG-30 dealing with the safety classification of structures, systems and components in NPPs, the IAEA safety guide SSG-39 dealing with the design of instrumentation and control systems for NPPs, the IAEA safety guide SSG-34 dealing with the design of electrical power systems for NPPs, the IAEA safety guide SSG-51 dealing with human factors engineering in the design of NPPs and the implementing guide NSS42-G for computer security at nuclear facilities. The safety and security terminology and definitions used by the SC 45A standards are consistent with those used by the IAEA.

IEC 61513 and IEC 63046 refer to ISO 9001 as well as to IAEA GSR part 2 and IAEA GS-G-3.1 and IAEA GS-G-3.5 for topics related to quality assurance (QA).

At level 2, regarding nuclear security, IEC 62645 is the entry document for the IEC/SC 45A security standards. It builds upon the valid high-level principles and main concepts of the generic security standards, in particular ISO/IEC 27001 and ISO/IEC 27002; it adapts them and completes them to fit the nuclear context and coordinates with the IEC 62443 series. At level 2, IEC 60964 is the entry document for the IEC/SC 45A control rooms standards, IEC 63351 is the entry document for the human factors engineering standards and IEC 62342 is the entry document for the ageing management standards.

NOTE IEC TR 63400 provides a more comprehensive description of the overall structure of the IEC SC 45A standards series and of its relationship with other standards bodies and standards.

NUCLEAR FACILITIES – HUMAN FACTORS ENGINEERING – APPLICATION TO THE DESIGN OF HUMAN-MACHINE INTERFACES

1 Scope

This document specifies the basic principles and requirements for the application of a human factors engineering (HFE) programme to the design of the human-machine interfaces (HMI) throughout the lifetime of a nuclear facility. The focus of this document is on control rooms and control functions as discussed in the text.

2 Normative references

The following documents are referred to in the text in such a way that some or all of their content constitutes requirements of this document. For dated references, only the edition cited applies. For undated references, the latest edition of the referenced document (including any amendments) applies.

IEC 60964:2018, *Nuclear power plants – Control rooms – Design*

IEC 60965, *Nuclear power plants – Control rooms – Supplementary control room for reactor shutdown without access to the main control room*

IEC 61227, *Nuclear power plants – Control rooms – Operator controls*

IEC 61771, *Nuclear power plants – Main control room – Verification and validation of design*

IEC 61772, *Nuclear power plants – Main control room – Application of visual display units (VDUs)*

IEC 61839, *Nuclear power plants – Design of control rooms – Functional analysis and assignment*

IEC 62241, *Nuclear power plants – Main control room – Alarm functions and presentation*

IEC 62954:2019, *Nuclear power plants – Control rooms – Requirements for emergency response facilities*

IEC 63260:2020, *Guide for incorporating human reliability analysis into probabilistic risk assessments for nuclear power generating stations and other nuclear facilities*

ISO 11064-1, *Ergonomic design of control centres – Part 1: Principles for the design of control centres*

ISO 11064-2 (all parts), *Ergonomic design of control centres – Part 2: Principles for the arrangement of control suites*

ISO 11064-3:1999 (all parts), *Ergonomic design of control centres – Part 3: Control room layout*

ISO 11064-4, *Ergonomic design of control centres – Part 4: Layout and dimensions of workstations*

ISO 11064-5, *Ergonomic design of control centres – Part 5: Displays and controls*

ISO 11064-6, *Ergonomic design of control centres – Part 6: Environmental requirements for control centres*

ISO 11064-7, *Ergonomic design of control centres – Part 7: Principles for the evaluation of control centres*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS.....	71
INTRODUCTION.....	73
1 Domaine d'application	77
2 Références normatives	77
3 Termes et définitions	78
3.1 Lieux de commande.....	78
3.2 Fonction, tâche et performance.....	79
3.3 Aspects relatifs aux facteurs humains	80
3.4 Aspects opérationnels.....	82
3.5 Vérification et validation.....	84
4 Abréviations	85
5 Gestion du programme d'ingénierie des facteurs humains	86
5.1 Généralités	86
5.2 Dispositions relatives à la gestion	88
5.3 Équipe d'ingénierie des facteurs humains	88
5.3.1 Responsabilités de l'équipe HFE	88
5.3.2 Soutien par une équipe multidisciplinaire.....	89
5.3.3 Organisation, qualification et autorisation de l'équipe HFE.....	89
5.4 Processus de conception global.....	90
5.5 Identification et correction des discordances ergonomiques (HED)	91
5.6 Informations à prendre en compte concernant le domaine d'application du programme HFE.....	92
5.6.1 Généralités.....	92
5.6.2 Intégration des activités au reste des installations	92
5.6.3 Présélection des points HFE.....	92
5.6.4 Méthode graduée.....	93
5.6.5 Utilisation des conceptions de référence.....	93
5.6.6 Exemples d'applications à différents projets	94
5.7 Vision des paramètres ultimes	94
5.8 Livrables HFE à préparer	96
5.8.1 Généralités	96
5.8.2 Gestion du programme HFE	96
5.8.3 Autres points HFE	96
6 Analyses qui fournissent des données d'entrée pour les interactions humaines	97
6.1 Retour d'expérience opérationnelle (OER)	97
6.2 Analyse fonctionnelle et affectation des fonctions	98
6.2.1 Généralités.....	98
6.2.2 Analyse fonctionnelle.....	98
6.2.3 Affectation des fonctions.....	98
6.2.4 Vérification et réévaluation de l'affectation.....	99
6.2.5 Capacités du personnel	99
6.2.6 Capacités de traitement du système d'I&C.....	99
6.3 Identification et traitement des tâches humaines importantes.....	100
6.3.1 Généralités.....	100
6.3.2 Identification des tâches humaines importantes	100
6.3.3 Traitement des tâches humaines importantes	101

6.3.4	Soutien aux analyses de la sûreté et de la fiabilité humaine	101
6.4	Analyse des tâches (TA)	102
6.4.1	Généralités	102
6.4.2	Définition du domaine d'application et des critères de présélection	103
6.4.3	Élaboration des descriptions de tâches	103
6.4.4	Répartition des tâches	104
6.4.5	Identification des exigences de tâches spécifiques	104
6.4.6	Sorties et documentation	105
6.5	Analyse des effectifs, de l'organisation et des qualifications	105
6.5.1	Généralités	105
6.5.2	Données d'entrée pour l'analyse des effectifs, de l'organisation et des qualifications	106
6.5.3	Méthodes utilisées pour l'analyse des effectifs, de l'organisation et des qualifications	107
7	Conception des centres de commande, des points de commande locaux (LCP), des interfaces homme-machine (IHM), des procédures et des programmes de formation	107
7.1	Généralités	107
7.2	Conception des centres de commande, des LCP et des IHM	108
7.2.1	Généralités	108
7.2.2	Données d'entrée HFE pour la conception des centres de commande et des IHM	109
7.3	Recommandations pour la conception des centres de commande, des LCP et des IHM	109
7.3.1	Généralités	109
7.3.2	Recommandations HFE spécifiques à la centrale	110
7.3.3	Recommandations HFE spécifiques au projet	110
7.3.4	Recommandations pour la conception des centres de commande	110
7.3.5	Recommandations pour la conception des points de commande locaux (LCP)	111
7.3.6	Recommandations pour la conception des interfaces homme-machine (IHM)	111
7.4	Élaboration des procédures	112
7.4.1	Généralités	112
7.4.2	Procédures papier et procédures informatisées (PI)	113
7.4.3	Guide destiné aux rédacteurs de procédures	113
7.4.4	Autres données d'entrée HFE pour les concepteurs de procédures	114
7.4.5	Procédures et activités de vérification et de validation (V&V) en plusieurs étapes	114
7.5	Développement de la formation de l'équipe de conduite	114
7.5.1	Généralités	114
7.5.2	Aspects organisationnels	115
7.5.3	Données d'entrée pour la mise en œuvre d'un programme de formation fourni par l'équipe HFE	115
7.5.4	Formation au travail d'équipe	116
8	Vérification et validation	116
8.1	Généralités	116
8.2	Préparation des activités de vérification et de validation	117
8.3	Exécution des activités de vérification et de validation	119
8.3.1	Vérification des moyens de soutien	119
8.3.2	Vérification de la conception	119

8.3.3	Validation préliminaire	120
8.3.4	Exécution et correction de la validation du système intégré	121
8.3.5	Correction des activités de vérification et de validation	122
9	HFE pendant la mise en œuvre de la conception	123
9.1	Contexte	123
9.2	Objectifs	123
9.3	Confirmation de l'IHM construite/mise en œuvre	124
9.4	Surveillance et contrôle de la mise en œuvre des modifications de la centrale	125
10	Surveillance des performances humaines	125
10.1	Objectif	125
10.2	Processus à développer	126
10.2.1	Généralités	126
10.2.2	Planification et administration	126
10.2.3	Exécution et évaluation	127
10.2.4	Correction	127
Annexe A (informative)	Méthodes d'analyse des tâches	128
A.1	Démonstration pratique/orale	128
A.2	Analyse des tâches hiérarchiques	128
A.3	Analyse des séquences de fonctionnement	129
A.4	Analyse de la chronologie	130
A.5	Analyse des tâches cognitives	131
A.6	Analyse de la charge de travail	131
Annexe B (normative)	Objectifs de la HFE dans la conception des centres de commande et des IHM	132
B.1	Généralités	132
B.2	HFE dans la conception des centres de commande	132
B.3	HFE dans la conception des interfaces homme-machine	133
Annexe C (informative)	Questions méthodologiques de validation	134
C.1	Vue d'ensemble	134
C.2	Objectifs de validation généraux	134
C.3	Objectifs de validation spécifiques	135
C.4	Conception d'essai de l'ISV	135
C.5	Mesure des performances	136
C.6	Critères d'acceptation de la validation	137
C.7	Résultats de validation, analyse et établissement de rapports	137
C.8	Aspects relatifs aux rapports et aux conclusions de l'ISV	138
Bibliographie	139
Figure 1	– Nouvelle structure des documents du GT 8	74
Figure 2	– Processus d'ingénierie des facteurs humains	90
Figure A.1	– Exemple de HTA effectuée pour une NPP avec un REP	129
Figure A.2	– Exemple d'OSA/OSD effectué pour une NPP avec un REP	130

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**INSTALLATIONS NUCLÉAIRES –
INGÉNIERIE DES FACTEURS HUMAINS –
APPLICATION À LA CONCEPTION DES INTERFACES HOMME-MACHINE****AVANT-PROPOS**

- 1) La Commission Électrotechnique Internationale (IEC) est une organisation mondiale de normalisation composée de l'ensemble des comités électrotechniques nationaux (Comités nationaux de l'IEC). L'IEC a pour objet de favoriser la coopération internationale pour toutes les questions de normalisation dans les domaines de l'électricité et de l'électronique. À cet effet, l'IEC – entre autres activités – publie des Normes internationales, des Spécifications techniques, des Rapports techniques, des Spécifications accessibles au public (PAS) et des Guides (ci-après dénommés "Publication(s) de l'IEC"). 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 l'IEC, participent également aux travaux. L'IEC 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 l'IEC concernant les questions techniques représentent, dans la mesure du possible, un accord international sur les sujets étudiés, étant donné que les Comités nationaux de l'IEC intéressés sont représentés dans chaque comité d'études.
- 3) Les Publications de l'IEC se présentent sous la forme de recommandations internationales et sont agréées comme telles par les Comités nationaux de l'IEC. Tous les efforts raisonnables sont entrepris afin que l'IEC s'assure de l'exactitude du contenu technique de ses publications; l'IEC ne peut pas être tenue responsable de l'éventuelle mauvaise utilisation ou interprétation qui en est faite par un quelconque utilisateur final.
- 4) Dans le but d'encourager l'uniformité internationale, les Comités nationaux de l'IEC s'engagent, dans toute la mesure possible, à appliquer de façon transparente les Publications de l'IEC dans leurs publications nationales et régionales. Toutes divergences entre toutes Publications de l'IEC et toutes publications nationales ou régionales correspondantes doivent être indiquées en termes clairs dans ces dernières.
- 5) L'IEC elle-même ne fournit aucune attestation de conformité. Des organismes de certification indépendants fournissent des services d'évaluation de conformité et, dans certains secteurs, accèdent aux marques de conformité de l'IEC. L'IEC n'est responsable d'aucun des services effectués par les organismes de certification indépendants.
- 6) Tous les utilisateurs doivent s'assurer qu'ils sont en possession de la dernière édition de cette publication.
- 7) Aucune responsabilité ne doit être imputée à l'IEC, à ses administrateurs, employés, auxiliaires ou mandataires, y compris ses experts particuliers et les membres de ses comités d'études et des Comités nationaux de l'IEC, pour tout préjudice causé en cas de dommages corporels et matériels, ou de tout autre dommage de quelque nature que ce soit, directe ou indirecte, ou pour supporter les coûts (y compris les frais de justice) et les dépenses découlant de la publication ou de l'utilisation de cette Publication de l'IEC ou de toute autre Publication de l'IEC, ou au crédit qui lui est accordé.
- 8) L'attention est attirée sur les références normatives citées dans cette publication. L'utilisation de publications référencées est obligatoire pour une application correcte de la présente publication.
- 9) L'IEC attire l'attention sur le fait que la mise en application du présent document peut entraîner l'utilisation d'un ou de plusieurs brevets. L'IEC ne prend pas position quant à la preuve, à la validité et à l'applicabilité de tout droit de brevet revendiqué à cet égard. À la date de publication du présent document, l'IEC n'avait pas reçu notification qu'un ou plusieurs brevets pouvaient être nécessaires à sa mise en application. Toutefois, il y a lieu d'avertir les responsables de la mise en application du présent document que des informations plus récentes sont susceptibles de figurer dans la base de données de brevets, disponible à l'adresse <https://patents.iec.ch>. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets.

L'IEC 63351 a été établie par le sous-comité 45A: Systèmes d'instrumentation, de contrôle-commande et d'alimentation électrique des installations nucléaires, du comité d'études 45 de l'IEC: Instrumentation nucléaire. Il s'agit d'une Norme internationale.

Le texte de cette Norme internationale est issu des documents suivants:

Projet	Rapport de vote
45A/1530/FDIS	45A/1546/RVD

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

La version française de la norme n'a pas été soumise au vote.

La langue employée pour l'élaboration de cette Norme internationale est l'anglais.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2, il a été développé selon les Directives ISO/IEC, Partie 1 et les Directives ISO/IEC, Supplément IEC, disponibles sous www.iec.ch/members_experts/refdocs. Les principaux types de documents développés par l'IEC sont décrits plus en détail sous www.iec.ch/publications.

Le comité a décidé que le contenu de ce document ne sera pas modifié avant la date de stabilité indiquée sur le site web de l'IEC sous webstore.iec.ch dans les données relatives au document recherché. À cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé, ou
- révisé.

IMPORTANT – Le logo "colour inside" qui se trouve sur la page de couverture de ce document indique qu'il contient des couleurs qui sont considérées comme utiles à une bonne compréhension de son contenu. Les utilisateurs devraient, par conséquent, imprimer ce document en utilisant une imprimante couleur.

INTRODUCTION

a) Contexte technique, questions principales et structure de la norme

Le contexte technique qui a conduit à la décision d'élaborer la présente Norme internationale est donné dans le rapport technique IEC TR 63214.

En résumé, l'IEC TR 63214 reconnaît que:

- l'IEC 60964 intitulée "Centrales nucléaires de puissance – Salles de commande – Conception" (alors à l'édition 2.0) incluait un ensemble détaillé d'exigences à appliquer lors de la conception d'une salle de commande, ainsi qu'un processus pour la mise en œuvre de l'ingénierie des facteurs humains;
- les deux points ci-dessus étaient combinés, et la partie relative aux facteurs humains n'était pas complète et ne reflétait pas les connaissances ni les formulations actuelles;
- l'IEC 60964 avait également été rédigée en tenant uniquement compte des facteurs humains dans le domaine d'application des systèmes d'I&C pour la conception des salles de commande. De ce fait, ce document n'appliquait pas une approche globale pour la conception des salles de commande et des interface homme-machine (IHM) à l'échelle de la centrale, notamment les stations de commande locales situées dans l'ensemble de la centrale, par exemple;
- de plus, l'AIEA procédait alors à l'élaboration d'un guide des facteurs humains (aujourd'hui publié sous le SSG-51) qu'il convient également de refléter dans les normes de l'IEC.

Compte tenu des éléments ci-dessus, l'IEC TR 63214 a suggéré d'élaborer une norme spécifique à l'ingénierie des facteurs humains, tout en réduisant le domaine d'application de l'IEC 60964 à une pure norme de conception des salles de commande. Cette réduction du domaine d'application fera l'objet d'une édition ultérieure de l'IEC 60964.

Le présent document se concentre sur l'application d'un programme d'ingénierie des facteurs humains (HFE, *Human Factors Engineering*) à la conception des interfaces homme-machine tout au long de la durée de vie d'une installation nucléaire, en tenant compte des modifications apportées à la centrale.

Le présent document s'applique aux installations nucléaires telles que les centrales nucléaires (NPP, *Nuclear Power Plant*), les réacteurs de recherche, les installations d'enrichissement d'uranium et de fabrication de combustibles nucléaires, ainsi que les installations d'entreposage et de retraitement des combustibles usés.

Le présent document est destiné à être utilisé par les opérateurs de NPP (services publics) et d'autres installations associées à la production d'énergie nucléaire, ainsi que par les concepteurs de systèmes, les évaluateurs de systèmes et les concédants de licence.

En outre, si les normes actuelles telles que celles de la série ISO 9241 couvrent de nombreux aspects de l'ergonomie des interactions homme-système, ces normes sont néanmoins considérées comme étant trop détaillées, exhaustives et en constante évolution pour orienter correctement les exigences des programmes HFE dans le domaine d'application du SC 45A de l'IEC. Toutefois, l'ISO 11064 est citée en référence pour certains aspects de la conception ergonomique des centres de commande.

b) Positionnement de la présente norme dans la structure de la collection de normes du SC 45A de l'IEC

La norme de l'IEC relative à l'ingénierie des facteurs humains (HFE) est au même niveau que l'IEC 60964 et constitue le deuxième document exhaustif au sein du GT 8. L'objectif du GT 8 est de mettre à jour l'environnement normalisé étape par étape dans le but de relier l'ensemble des normes relatives à la HFE à la présente norme HFE et de relier l'ensemble des normes relatives à la conception de la salle de commande (CR) et des interfaces homme-machine (IHM) à l'IEC 60964.

La Figure 1 représente la nouvelle structure après la mise à jour de l'ensemble des normes du GT 8.

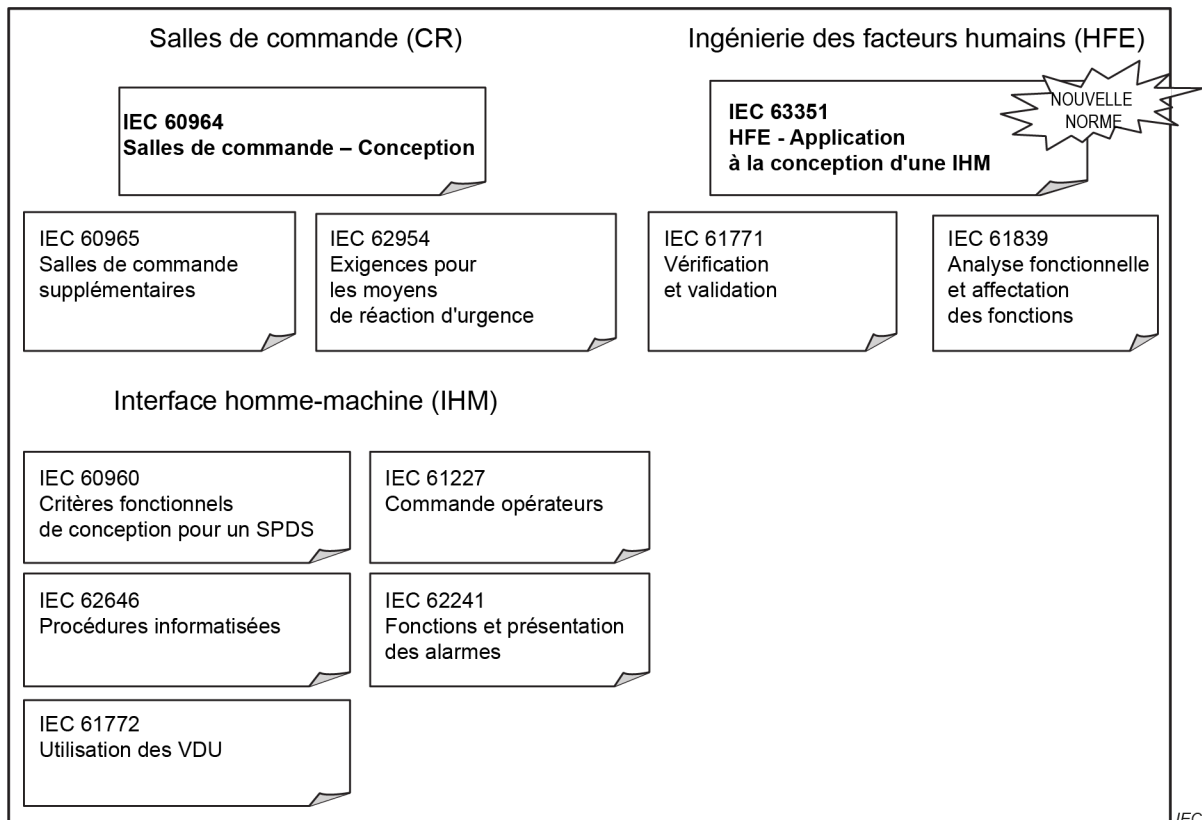


Figure 1 – Nouvelle structure des documents du GT 8

Les documents représentés à gauche de la figure, sous l'encadré "IEC 60964", constituent l'ensemble de normes actuelles relatives à la conception de la salle de commande (CR) et des interfaces homme-machine (IHM). Les documents représentés à droite de la figure, sous l'encadré "IEC 63351", constituent les normes relatives à la HFE.

La relation entre les normes du GT 8 doit être prise en compte lors de la mise à jour de l'IEC 60964 et de l'élaboration de la nouvelle norme HFE. De nouvelles normes fournissant des informations détaillées sur la HFE pourront être élaborées et reliées à la présente norme ultérieurement. Pour les autres normes qui font actuellement référence à l'IEC 60964, il sera nécessaire dans les révisions ultérieures que ces normes renvoient aux deux documents de niveau supérieur du GT 8. Après la mise à jour finale, celle-ci pourra être adaptée en fonction du contenu correspondant.

Pour plus d'informations sur la structure de la collection de normes du SC 45A de l'IEC, voir le point d) de la présente introduction.

c) Recommandations et limites relatives à l'application de la présente norme

La présente norme spécifie les principes et exigences de base d'un programme HFE pour l'ensemble des étapes du cycle de vie d'une installation nucléaire.

Elle s'appuie sur les recommandations établies dans les guides HFE actuels, comme le SSG-51 de l'AIEA. Elle couvre les exigences minimales relatives au domaine d'application technique complet reconnu par ces guides, mais renvoie à d'autres normes pour des exigences détaillées spécifiques.

Afin d'assurer la pertinence de la norme pour les années à venir, l'accent est mis sur les questions de principe plutôt que sur des technologies ou techniques particulières.

d) Description de la structure de la collection des normes du SC 45A de l'IEC et des relations avec d'autres documents de l'IEC, et avec les documents d'autres organisations (AIEA, ISO)

La collection de normes de l'IEC SC 45A comporte un ensemble cohérent de documents organisés selon une structure à quatre niveaux. Les documents de niveau supérieur dans la collection de normes de l'IEC SC 45A sont l'IEC 61513 et l'IEC 63046, qui traitent respectivement des exigences générales relatives aux matériels et systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande (I&C) et des exigences générales pour les systèmes d'alimentation électrique des NPP. L'IEC 61513 et l'IEC 63046 adoptent un cycle de vie d'ensemble des systèmes et constituent, avec les normes de deuxième niveau pertinentes, le socle de mise en œuvre de la série de normes de sûreté IEC 61508.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font directement référence à d'autres normes du SC 45A de l'IEC qui établissent les exigences générales relatives à des sujets spécifiques, tels que la catégorisation des fonctions et le classement des systèmes, la qualification, la séparation des systèmes, la défense contre les défaillances de cause commune, la conception des salles de commande, la compatibilité électromagnétique, l'ingénierie des facteurs humains, la cybersécurité, les aspects logiciels et matériels relatifs aux systèmes numériques programmables, la coordination des exigences de sûreté et de sécurité, et la gestion du vieillissement.

Au troisième niveau, les normes du SC 45A de l'IEC, qui ne sont généralement pas citées en référence directement par les normes IEC 61513 ou IEC 63046, traitent des exigences particulières de matériels particuliers, de méthodes techniques ou d'activités. Généralement, ces documents font référence aux documents de deuxième niveau pour les exigences générales et peuvent être utilisés de façon isolée.

Un quatrième niveau qui est une extension de la collection de normes de l'IEC SC 45A correspond aux rapports techniques qui ne sont pas des documents normatifs.

Les normes de la collection du SC 45A de l'IEC mettent en œuvre de manière systématique et décrivent les principes de sûreté et de sécurité et les aspects fondamentaux donnés dans les normes de sûreté de l'AIEA pertinentes pour les centrales nucléaires, ainsi que dans les documents pertinents de la collection de l'AIEA pour la sécurité nucléaire (NSS). Cela concerne en particulier le document d'exigences SSR-2/1 qui établit les exigences de sûreté relatives à la conception des centrales nucléaires (NPP), le Guide de sûreté SSG-30 de l'AIEA qui traite du classement de sûreté des structures, systèmes et composants des NPP, le Guide de sûreté SSG-39 de l'AIEA qui traite de la conception des systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande des NPP, le Guide de sûreté SSG-34 de l'AIEA qui traite de la conception des systèmes d'alimentation électrique des NPP, le Guide de sûreté SSG-51 de l'AIEA qui traite de l'ingénierie des facteurs humains lors de la conception des NPP et le guide de mise en œuvre NSS42-G qui traite de la sécurité informatique pour les installations nucléaires. La terminologie et les définitions utilisées pour la sûreté et la sécurité dans les normes établies par le SC 45A sont conformes à celles utilisées par l'AIEA.

Les normes IEC 61513 et IEC 63046 font référence à la norme ISO 9001, ainsi qu'aux documents AIEA GSR partie 2 et AIEA GS-G-3.1 et AIEA GS-G-3.5 pour ce qui concerne l'assurance qualité (QA).

Au deuxième niveau, en ce qui concerne la sûreté nucléaire, la norme IEC 62645 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC portant sur la cybersécurité. Elle se fonde sur les principes pertinents de haut niveau et sur les concepts principaux des normes génériques de sécurité, en particulier l'ISO/IEC 27001 et l'ISO/IEC 27002; elle les adapte et les complète pour qu'ils deviennent pertinents pour le secteur nucléaire; elle est coordonnée étroitement avec la norme IEC 62443. Au deuxième niveau, la norme IEC 60964 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables aux salles de commande, la norme IEC 63351 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables à l'ingénierie des facteurs humains et la norme IEC 62342 est le document chapeau des normes du SC 45A de l'IEC applicables à la gestion du vieillissement.

NOTE L'IEC TR 63400 donne une description plus complète de la structure globale de la collection de normes du SC 45A de l'IEC, ainsi que ses relations avec les autres organismes de normalisation et les autres normes.

INSTALLATIONS NUCLÉAIRES – INGÉNIERIE DES FACTEURS HUMAINS – APPLICATION À LA CONCEPTION DES INTERFACES HOMME-MACHINE

1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les principes et exigences de base pour l'application d'un programme d'ingénierie des facteurs humains (HFE) à la conception des interfaces homme-machine (IHM) tout au long de la durée de vie d'une installation nucléaire. Le présent document traite des salles de commande et des fonctions de commande décrites dans le texte.

2 Références normatives

Les documents suivants sont cités dans le texte de sorte qu'ils constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

IEC 60964:2018, *Centrales nucléaires de puissance – Salles de commande – Conception*

IEC 60965, *Centrales nucléaires de puissance – Salles de commande – Salle de commande supplémentaire pour l'arrêt des réacteurs sans accès à la salle de commande principale*

IEC 61227, *Centrales nucléaires de puissance – Salles de commande – Commandes opérateurs*

IEC 61771, *Centrales nucléaires de puissance – Salle de commande principale – Vérification et validation de la conception*

IEC 61772, *Centrales nucléaires de puissance – Salles de commande – Utilisation des unités de visualisation*

IEC 61839, *Centrales nucléaires de puissance – Conception des salles de commande – Analyse fonctionnelle et affectation des fonctions*

IEC 62241, *Centrales nucléaires de puissance – Salle de commande principale – Fonctions et présentation des alarmes*

IEC 62954:2019, *Centrales nucléaires de puissance – Salles de commande – Exigences pour les moyens de réaction d'urgence*

IEC TR 63214:2019, *Nuclear power plants – Control rooms – Human factors engineering* (disponible en anglais seulement)

IEC 63260:2020, *Guide for incorporating human reliability analysis into probabilistic risk assessments for nuclear power generating stations and other nuclear facilities* (disponible en anglais seulement)

IEC/IEEE 63260-1082, *Guide for incorporating human reliability analysis into probabilistic risk assessments for nuclear power generating stations and other nuclear facilities* (disponible en anglais seulement)

ISO 11064-1, *Conception ergonomique des centres de commande – Partie 1: Principes pour la conception des centres de commande*

ISO 11064-2, *Conception ergonomique des centres de commande – Partie 2: Principes pour l'aménagement de la salle de commande et de ses annexes*

ISO 11064-3:1999, *Conception ergonomique des centres de commande – Partie 3: Agencement de la salle de commande*

ISO 11064-4, *Conception ergonomique des centres de commande – Partie 4: Agencement et dimensionnement du poste de travail*

ISO 11064-5, *Conception ergonomique des centres de commande – Partie 5: Dispositifs d'affichage et commandes*

ISO 11064-6, *Exigences d'environnement des centres de commande – Partie 6: Exigences relatives à l'environnement pour les centres de commande*

ISO 11064-7, *Conception ergonomique des centres de commande – Partie 7: Principes pour l'évaluation des centres de commande*