

INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE



**Nuclear powers plants – Instrumentation and control important to safety –
Management of ageing of sensors and transmitters –
Part 2: Temperature sensors**

**Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande
importants pour la sûreté – Gestion du vieillissement des capteurs et des
transmetteurs –
Partie 2: Capteurs de température**

INTERNATIONAL
ELECTROTECHNICAL
COMMISSION

COMMISSION
ELECTROTECHNIQUE
INTERNATIONALE

ICS 27.120.20

ISBN 978-2-8322-6171-2

**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.....	4
INTRODUCTION.....	6
1 Scope.....	8
2 Normative references	8
3 Terms and definitions	9
4 Abbreviated terms	13
5 Technical background.....	13
5.1 General.....	13
5.2 Type of the sensors in IEC standards.....	14
5.2.1 General	14
5.2.2 RTDs in IEC standards	14
5.2.3 Thermocouples in IEC standards	14
5.3 Interface between the sensors and process in IEC standards.....	15
5.3.1 Thermowell.....	15
5.3.2 Cable connectors for temperature sensors.....	15
5.3.3 Cables of temperature sensors	15
5.3.4 Sheath for temperature sensor cable	15
5.4 Ageing effects of temperature sensors	16
5.5 Environmental stressors.....	16
5.6 Techniques for detecting temperature sensor ageing	17
6 Ageing management of temperature sensors	17
6.1 General.....	17
6.2 Methodology of ageing management.....	18
6.3 Ageing management program for temperature sensors	18
6.4 Identification and assessment of ageing by performance verification tests	19
6.5 Test and inspection interval	19
6.6 Test location	19
6.7 Calibration of measurement and test equipment (M&TE).....	19
6.8 Test and inspection results	20
6.9 Validation of test methods.....	20
6.10 Classification of condition monitoring system and its software.....	20
6.11 Replacement of sensor or its parts.....	20
7 Acceptable means for sensor testing	20
8 Relationship between initial qualification and sensor ageing management.....	21
Annex A (informative) Performance verification of temperature sensors	22
A.1 Tests – Verification of performance.....	22
A.2 Calibration test of temperature sensors.....	23
A.2.1 General	23
A.2.2 Comparison of traditional calibration and online calibration method	23
A.3 Response time testing	24
A.4 Uncertainty of elements for the sensors	24
A.5 Corrective actions for inoperable sensors	25
A.6 Alternative method with online testing	26
A.7 Documentation of calibration.....	26
Annex B (informative) IAEA and IEC standards related to ageing management of the sensors.....	27

Annex C (informative) Tolerances of temperature sensors in international standards	28
C.1 General.....	28
C.2 ITS-90.....	28
C.3 Tolerance classes of temperature sensors	28
C.4 Calibration tolerance	29
Annex D (informative) Development of a plant ageing management program of temperature sensors	30
D.1 General.....	30
D.2 Key steps for AMP of temperature sensors	30
D.3 Ageing management program	31
Bibliography.....	33
Figure 1 – Schematic diagram of a TC (sourced from IEC 62651)	14
Figure 2 – Conceptual methodology of ageing management processes.....	18
Table 1 – Examples of ageing effects and their potential causes.....	16
Table 2 – Examples of environmental stressors with potential consequence	17
Table A.1 – Consideration for verification of performance test	22
Table A.2 – Type test, routine test, and additional test for RTD.....	23
Table A.3 – Comparison of concerns of calibration methods	24
Table A.4 – Examples of uncertainty issues for RTDs	25
Table A.5 – Required example actions followed by acceptance criteria	25
Table B.1 – IAEA standards related to ageing management.....	27
Table B.2 – Ageing management standards for the sensors in IEC standards	27
Table C.1 – Tolerance classes of typical temperature sensors	29
Table D.1 – Key steps for the ageing management program of temperature sensors	31
Table D.2 – An example of AMP guidance sheet for the sensors.....	32

INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION

**NUCLEAR POWERS PLANTS –
INSTRUMENTATION AND CONTROL IMPORTANT TO SAFETY –
MANAGEMENT OF AGEING OF SENSORS AND TRANSMITTERS –**

Part 2: Temperature sensors

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) Attention is drawn to the possibility that some of the elements of this IEC Publication may be the subject of patent rights. IEC shall not be held responsible for identifying any or all such patent rights.

International Standard IEC 62765-2 has been prepared by subcommittee 45A: Instrumentation, control and electrical power systems of nuclear facilities, of IEC technical committee 45: Nuclear instrumentation.

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

FDIS	Report on voting
45A/1218/FDIS	45A/1227/RVD

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

This document has been drafted in accordance with the ISO/IEC Directives, Part 2.

A list of all parts in the IEC 62765 series, published under the general title *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Management of ageing of sensors and transmitters*, can be found on the IEC website.

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

- reconfirmed,
- withdrawn,
- replaced by a revised edition, or
- amended.

IMPORTANT – The 'colour inside' logo on the cover page of this publication 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

With the majority of NPPs over 30 years old, the management of ageing of temperature sensors is currently a relevant topic, especially for those plants that have extended their operating licenses or are considering this option. This standard is intended to be used by operators of NPPs (utilities), systems evaluators, vendors, and by licensors. In the international temperature measurement, the scale of temperature has been updated with ITS-90 since it was published in 1990, so it is necessary that ITS-90 should be addressed in the standard to cover the calibration of measuring and test equipment for temperature sensors.

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

IEC 62765 is the third level IEC SC 45A document comprised of several parts to tackle the specific issue of management of ageing of sensors and transmitters in nuclear power plants (NPPs) for I&C systems important to safety. Part 2 of IEC 62765 is dedicated to temperature sensors.

IEC 62342 is the second level standard of SC 45A covering the domain of the management of ageing of nuclear instrumentation systems used in NPPs to perform functions important to safety. IEC 62342 is the introduction to a series of standards to be developed by IEC SC 45A covering the management of the ageing of specific I&C systems or components such as electrical cabling systems (IEC 62465), and sensors and transmitters (IEC 62765).

IEC 62765-2 is to be read in association with IEC 62342 and IEC TR 62096, which is the appropriate IEC SC 45A Technical Report that provides guidance on the decision for modernisation when the management of ageing techniques is no longer successful. 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 this standard

It is important to note that this standard establishes no additional functional requirements for safety systems. Ageing mechanisms have to be prevented and thus identified by performance measurements in order to minimize their impact on sensor reliability. Aspects for which special recommendations and limitations have been provided in this standard are:

- criteria for the evaluation of ageing of temperature sensors in NPPs;
- steps to be followed to establish the temperature sensor testing requirements for an ageing management program for NPP instrumentation systems; and
- relationships between on-going qualification analysis and ageing management program with regard to temperature sensors.

It is recognised that testing and monitoring techniques used to evaluate the ageing condition of NPPs' sensors and transmitters are continuing to develop at a rapid pace and that it is not possible for a standard such as this to include references to all modern technologies and techniques.

This standard identifies minimum requirements aimed at ensuring that any potential impacts on NPP safety due to the ageing of temperature sensors of NPPs can be identified and that suitable actions are undertaken to demonstrate that the safety of the plant will not be impaired. To ensure that this standard will continue to be relevant in future years, the emphasis has been placed on issues of principle, rather than specific technologies.

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 top-level documents of the IEC SC 45A standard series are IEC 61513 and IEC 63046. IEC 61513 provides general requirements for I&C systems and equipment that are used to perform functions important to safety in NPPs. IEC 63046 provides general requirements for electrical power systems of NPPs; it covers power supply systems including the supply

systems of the I&C systems. IEC 61513 and IEC 63046 are to be considered in conjunction and at the same level. IEC 61513 and IEC 63046 structure the IEC SC 45A standard series and shape a complete framework establishing general requirements for instrumentation, control and electrical systems for nuclear power plants.

IEC 61513 and IEC 63046 refer directly to other IEC SC 45A standards for general topics related to categorization of functions and classification of systems, qualification, separation, defence against common cause failure, control room design, electromagnetic compatibility, cybersecurity, software and hardware aspects for programmable digital systems, coordination of safety and security requirements and management of ageing. The standards referenced directly at this second level should be considered together with IEC 61513 and IEC 63046 as a consistent document set.

At a third level, IEC SC 45A standards not directly referenced by IEC 61513 or by IEC 63046 are standards related to specific equipment, technical methods, or specific activities. Usually these documents, which make reference to second-level documents for general topics, 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 implement and detail 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 and the implementing guide NSS17 for computer security at nuclear facilities. The safety and security terminology and definitions used by SC 45A standards are consistent with those used by the IAEA.

IEC 61513 and IEC 63046 have adopted a presentation format similar to the basic safety publication IEC 61508 with an overall life-cycle framework and a system life-cycle framework. Regarding nuclear safety, IEC 61513 and IEC 63046 provide the interpretation of the general requirements of IEC 61508-1, IEC 61508-2 and IEC 61508-4, for the nuclear application sector. In this framework IEC 60880, IEC 62138 and IEC 62566 correspond to IEC 61508-3 for the nuclear application sector. IEC 61513 and IEC 63046 refer to ISO as well as to IAEA GS-R 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 and IEC 62342 is the entry document for the ageing management standards.

NOTE 1 It is assumed that for the design of I&C systems in NPPs that implement conventional safety functions (e.g. to address worker safety, asset protection, chemical hazards, process energy hazards) international or national standards would be applied.

NOTE 2 IEC SC 45A domain was extended in 2013 to cover electrical systems. In 2014 and 2015 discussions were held in IEC SC 45A to decide how and where general requirements for the design of electrical systems were to be considered. IEC SC 45A experts recommended that an independent standard be developed at the same level as IEC 61513 to establish general requirements for electrical systems. Project IEC 63046 is now launched to cover this objective. When IEC 63046 is published this NOTE 2 of the introduction of IEC SC 45A standards will be suppressed.

NUCLEAR POWERS PLANTS – INSTRUMENTATION AND CONTROL IMPORTANT TO SAFETY – MANAGEMENT OF AGEING OF SENSORS AND TRANSMITTERS –

Part 2: Temperature sensors

1 Scope

This part of IEC 62765 identifies minimum requirements and applicable practices for correcting and preventing any potential impacts on nuclear power plant (NPP) safety due to the ageing of temperature sensors, such as NPP resistance temperature detectors (RTDs) and thermocouples (TCs).

This document provides strategies, technical requirements, and recommended practices for the management of the ageing of temperature sensors important to safety in nuclear power plants (NPPs) to ensure that ageing can be identified and that suitable remedial actions are undertaken as necessary to demonstrate that the safety of the plant will not be impaired. This document is aligned with IEC 62342, which provides guidance on ageing management for instrumentation and control (I&C) systems important to safety in NPPs.

IEC 62765 standard series covers pressure transmitters (Part 1) and temperature sensors (Part 2). Part 1 covers pressure transmitter (PT), level transmitter (LT) and flow transmitter (FT). Part 2 consists of resistance temperature detector (RTD) and thermocouple (TC) with respect to instrumentation and control (I&C) important to safety. Detector of neutron power (Part 3) will be covered in a separate standard.

Interfaces of temperature sensors with processes such as thermowells, seals, sheathes, extension/compensating cables, and connectors are within the scope of this document. Ageing management of temperature sensors used as M&TEs are beyond the scope of this document.

Temperature units of this document are in terms of International Temperature Scale-1990 (ITS- 90), because of consistency with normative references.

IAEA SSR-2/1 and SSR-2/2 address the requirements of ageing management in the design, as well as in the operation of the lifetime of the plant. SSG-39 recommends design consideration for ageing management specific to I&C system.

The requirements of temperature sensors for industrial and nuclear application in the normative references are indispensable to this document whereas this document focuses on the ageing management of temperature sensors to meet the requirements.

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 60584-1:2013, *Thermocouples – Part 1: EMF specifications and tolerances*

IEC 60584-3:2007, *Thermocouples – Part 3: Extension and compensating cables – Tolerances and identification system*

IEC 60671:2007, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Surveillance testing*

IEC 60737:2010, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Temperature sensors (in-core and primary coolant circuit) – Characteristics and test methods*

IEC 60751:2008, *Industrial platinum resistance thermometers and platinum temperature sensors*

IEC/IEEE 60780-323:2016, *Nuclear facilities – Electrical equipment important to safety – Qualification*

IEC 61226:2009, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Classification of instrumentation and control functions*

IEC 61515:2016, *Mineral insulated metal-sheathed thermocouple cables and thermocouples*

IEC 62138:2004, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Software aspects for computer-based systems performing category B or C functions*

IEC 62342:2007, *Nuclear power plants – Instrumentation and control systems important to safety – Management of ageing*

IEC 62385:2007, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Methods for assessing the performance of safety system instrument channels*

IEC 62397:2007, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Resistance temperature detectors*

IEC 62465:2010, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Management of ageing of electrical cabling system*

IEC/IEEE 62582-1:2011, *Nuclear power plants – Instrumentation and control important to safety – Electrical equipment condition monitoring methods – Part 1: General*

IEC 62651:2013, *Nuclear power plants – Instrumentation important to safety – Thermocouples: Characteristics and test methods*

IAEA Safety Standard Series No. SSR-2/1:2016, *Safety of Nuclear Power Plant: Design, specific safety requirements*

IAEA Safety Standard Series No. SSR-2/2:2016, *Safety of Nuclear Power Plant: Commissioning and Operation, specific safety requirements*

IAEA Safety Standard Series No. NS-G-2.12:2009, *Ageing management for nuclear power plants: safety guide*

IAEA Specific Safety Guide No. SSG-39:2016, *Design of instrumentation and control systems for nuclear power plants*

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	36
INTRODUCTION.....	38
1 Domaine d'application	41
2 Références normatives	42
3 Termes et définitions	43
4 Termes abrégés	46
5 Contexte technique.....	47
5.1 Généralités	47
5.2 Types de capteurs dans les normes IEC	47
5.2.1 Généralités	47
5.2.2 SR dans les normes IEC.....	48
5.2.3 Couples thermoélectriques dans les normes IEC	48
5.3 Interface entre les capteurs et le processus dans les normes IEC	48
5.3.1 Doigt de gant.....	48
5.3.2 Connecteurs de câbles pour les capteurs de température.....	49
5.3.3 Câbles des capteurs de température	49
5.3.4 Gaine des câbles des capteurs de température	49
5.4 Effets du vieillissement sur les capteurs de température	49
5.5 Facteurs de contrainte environnementaux.....	50
5.6 Techniques de détection du vieillissement des capteurs de température	51
6 Gestion du vieillissement des capteurs de température	52
6.1 Généralités	52
6.2 Méthodologie de gestion du vieillissement	52
6.3 Programme de gestion du vieillissement pour les capteurs de température.....	53
6.4 Identification et évaluation du vieillissement par le biais d'essais de vérification des performances	53
6.5 Intervalle d'essai et d'inspection	53
6.6 Lieu des essais.....	54
6.7 Etalonnage des équipements de mesure et d'essai (EM&E).....	54
6.8 Résultats d'essai et d'inspection	54
6.9 Validation des méthodes d'essai	54
6.10 Classement du système de surveillance de l'état et de son logiciel	55
6.11 Remplacement des capteurs ou de leurs composants	55
7 Méthodes d'essai acceptables pour les capteurs	55
8 Relation entre la qualification initiale et la gestion du vieillissement des capteurs.....	55
Annexe A (informative) Vérification des performances des capteurs de température.....	56
A.1 Essais – Vérification des performances.....	56
A.2 Essai d'étalonnage des capteurs de température	57
A.2.1 Généralités.....	57
A.2.2 Comparaison des méthodes d'étalonnage classique et en ligne.....	58
A.3 Essais de temps de réponse	58
A.4 Incertitude des éléments pour les capteurs	58
A.5 Actions correctives pour les capteurs non opérationnels	59
A.6 Autres méthodes d'essai en ligne.....	60
A.7 Documentation d'étalonnage.....	61

Annexe B (informative) Normes de l'AIEA et de l'IEC relatives à la gestion du vieillissement des capteurs	62
Annexe C (informative) Tolérances des capteurs de température dans les normes internationales	63
C.1 Généralités	63
C.2 EIT-90.....	63
C.3 Classes de tolérance des capteurs de température	63
C.4 Tolérance d'étalonnage.....	64
Annexe D (informative) Développement d'un programme de gestion du vieillissement pour les capteurs de température d'une centrale.....	65
D.1 Généralités	65
D.2 Etapes clés du PGV des capteurs de température	65
D.3 Programme de gestion du vieillissement	66
Bibliographie.....	69
Figure 1 – Schéma d'un TC (issu de l'IEC 62651)	48
Figure 2 – Méthodologie conceptuelle des processus de gestion du vieillissement.....	53
Tableau 1 – Exemples d'effets du vieillissement et leurs causes possibles	50
Tableau 2 – Exemples de facteurs de contrainte environnementaux avec leurs conséquences possibles	51
Tableau A.1 – Aspects de vérification des essais de performance	56
Tableau A.2 – Essai de type, essai individuel de série et essai complémentaire pour les SR.....	57
Tableau A.3 – Comparaison des problèmes liés aux méthodes d'étalonnage	58
Tableau A.4 – Exemples de problèmes d'incertitude pour les SR	59
Tableau A.5 – Exemples d'actions exigées et critères d'acceptation	60
Tableau B.1 – Normes de l'AIEA relatives à la gestion du vieillissement	62
Tableau B.2 – Normes de l'IEC relatives à la gestion du vieillissement des capteurs	62
Tableau C.1 – Classes de tolérance des capteurs de température types.....	64
Tableau D.1 – Etapes clés du programme de gestion du vieillissement des capteurs de température	66
Tableau D.2 – Exemple de fiche de recommandations pour le PGV des capteurs	67

COMMISSION ÉLECTROTECHNIQUE INTERNATIONALE

**CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE –
INSTRUMENTATION ET CONTRÔLE-COMMANDE
IMPORTANTES POUR LA SÛRETÉ – GESTION DU
VIEILLISSEMENT DES CAPTEURS ET DES TRANSMETTEURS –**

Partie 2: Capteurs de température

AVANT-PROPOS

- 1) La Commission Electrotechnique 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. A 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'attention est attirée sur le fait que certains des éléments de la présente Publication de l'IEC peuvent faire l'objet de droits de brevet. L'IEC ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de brevets et de ne pas avoir signalé leur existence.

La Norme internationale IEC 62765-2 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.

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

FDIS	Rapport de vote
45A/1218/FDIS	45A/1227/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 internationale.

Ce document a été rédigé selon les Directives ISO/IEC, Partie 2.

Une liste de toutes les parties de la série IEC 62765, publiées sous le titre général *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Gestion du vieillissement des capteurs et des transmetteurs*, peut être consultée sur le site web de l'IEC.

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 "<http://webstore.iec.ch>" dans les données relatives au document recherché. A cette date, le document sera

- reconduit,
- supprimé,
- remplacé par une édition révisée, ou
- amendé.

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

INTRODUCTION

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

Alors que la majorité des centrales nucléaires de puissance (CNP) ont plus de 30 ans, la gestion du vieillissement des capteurs de température est un sujet pertinent, en particulier pour les centrales qui ont obtenu une extension de leur autorisation d'exploitation ou pour celles qui l'envisagent. La présente norme est destinée à être utilisée par les exploitants de centrales nucléaires, les évaluateurs de système, les fournisseurs et les régulateurs. Dans le système international de mesure de la température, l'échelle des températures a été mise à jour conformément à la norme EIT-90 depuis sa parution en 1990. Il convient donc que la présente norme aborde l'échelle internationale de température de 1990 (EIT-90) afin de couvrir l'étalonnage des matériels de mesure et d'essai pour les capteurs de température.

b) Position de la présente norme dans la série de normes du SC 45A de l'IEC

L'IEC 62765 est le document du SC 45A de l'IEC de troisième niveau qui comprend plusieurs parties et qui traite de la question particulière de la gestion du vieillissement des capteurs et des transmetteurs utilisés dans les centrales nucléaires de puissance (CNP) pour les systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande (I&C) importants pour la sûreté. La Partie 2 de l'IEC 62765 est dédiée aux capteurs de température.

La norme IEC 62342 est le document de deuxième niveau du SC 45A de l'IEC qui couvre le domaine de la gestion du vieillissement des systèmes d'instrumentation nucléaire utilisés dans les centrales nucléaires de puissance pour accomplir les fonctions importantes pour la sûreté. L'IEC 62342 est l'introduction à une série de normes qui sera établie par le SC 45A de l'IEC pour couvrir la gestion du vieillissement des composants ou des systèmes d'I&C particuliers tels que les systèmes de câbles électriques (IEC 62465) et les capteurs et les transmetteurs (IEC 62765).

L'IEC 62765-2 doit être lue conjointement avec l'IEC 62342 et l'IEC TR 62096; ce dernier est le rapport technique pertinent du SC 45A de l'IEC et fournit des recommandations pour la décision de modernisation lorsque les techniques de gestion du vieillissement ne conviennent plus. Pour plus d'informations sur la série de normes du SC 45A de l'IEC, se référer au point d) de cette introduction.

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

Il est important de noter que la présente norme n'établit pas d'exigence fonctionnelle supplémentaire pour les systèmes de sûreté. Les mécanismes de vieillissement doivent être empêchés et donc identifiés par des mesures de performance dans le but de réduire le plus possible leur impact sur la fiabilité des capteurs. Les aspects pour lesquels la présente norme a fourni des recommandations et des limites particulières sont:

- les critères d'évaluation du vieillissement des capteurs de température dans les centrales nucléaires de puissance;
- les étapes à suivre pour établir les exigences d'essai des capteurs de température dans le cadre d'un programme de gestion du vieillissement des systèmes d'instrumentation des centrales nucléaires de puissance; et
- les relations entre les analyses de qualification et le programme de gestion du vieillissement ayant trait aux capteurs de température.

Il est reconnu que les techniques d'essai et de surveillance utilisées pour évaluer l'état de vieillissement des capteurs et des transmetteurs dans les centrales nucléaires de puissance sont en phase de développement rapide et qu'il n'est pas possible pour une norme telle que la présente norme de faire référence directement à l'ensemble des techniques et technologies modernes.

La présente norme identifie les exigences minimales visant à garantir que les impacts possibles sur la sûreté des centrales nucléaires de puissance dus au vieillissement des capteurs de température de ces centrales peuvent être identifiés et que les actions

appropriées ont été mises en œuvre afin de démontrer que la sûreté de l'installation ne sera pas dégradée. Afin de garantir la pertinence de la présente norme pour les années à venir, l'accent a été mis sur les questions de principe plutôt que sur les technologies particulières.

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

Les documents de niveau supérieur de la série de normes produites par le SC 45A de l'IEC sont les normes IEC 61513 et IEC 63046. L'IEC 61513 traite des exigences générales relatives aux systèmes et équipements d'instrumentation et de contrôle-commande (systèmes d'I&C) utilisés pour accomplir les fonctions importantes pour la sûreté des centrales nucléaires. L'IEC 63046 fournit les exigences générales relatives aux systèmes d'alimentation électrique des centrales nucléaires, y compris les alimentations des systèmes d'I&C. L'IEC 61513 et l'IEC 63046 doivent être utilisées conjointement et au même niveau. L'IEC 61513 et l'IEC 63046 composent la série de normes produites par le SC 45A de l'IEC et constituent un cadre complet qui établit les exigences générales pour les systèmes d'instrumentation, de contrôle-commande et électriques des centrales nucléaires de puissance.

L'IEC 61513 et l'IEC 63046 font directement référence aux autres normes du SC 45A de l'IEC traitant de sujets génériques, tels que la catégorisation des fonctions et le classement des systèmes, la qualification, la séparation, la défense contre les défaillances de cause commune, la conception des salles de commande, la compatibilité électromagnétique, la cybersécurité, les aspects logiciels et matériels relatifs aux systèmes numériques programmables, la coordination des exigences de sûreté et de sécurité, ainsi que la gestion du vieillissement. Il convient de considérer que les normes référencées directement au second niveau forment, avec les normes IEC 61513 et IEC 63046, un ensemble documentaire cohérent.

Au troisième niveau, les normes du SC 45A de l'IEC, qui ne sont pas référencées directement par l'IEC 61513 ou l'IEC 63046, se rapportent à des matériels, des méthodes ou des activités spécifiques. Généralement, ces documents, qui font référence aux documents de deuxième niveau pour les activités génériques, peuvent être utilisés de façon isolée.

Le quatrième niveau est une extension de la série de normes du SC 45A de l'IEC; il correspond aux rapports techniques, qui ne sont pas des documents normatifs.

Les normes produites par le SC 45A de l'IEC mettent en œuvre et décrivent de manière cohérente les principes de sûreté et de sécurité fondamentaux énoncés dans les normes de sûreté applicables de l'AIEA et dans les documents pertinents de la Collection Sécurité nucléaire (CSN) de l'AIEA. Cela inclut en particulier le document d'exigences SSR-2/1 de l'AIEA qui établit les exigences de sûreté relatives à la conception des centrales nucléaires de puissance, le Guide de sûreté SSG-30 de l'AIEA qui traite du classement de sûreté des structures, systèmes et composants des centrales nucléaires de puissance, le Guide de sûreté SSG-39 de l'AIEA qui aborde la conception des systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande des centrales nucléaires de puissance, le Guide de sûreté SSG-34 de l'AIEA qui concerne la conception des systèmes d'alimentation électrique des centrales nucléaires de puissance et le Guide d'implémentation NSS17 qui porte sur la sécurité informatique des installations nucléaires. La terminologie et les définitions de sûreté et de sécurité utilisées dans les normes produites par le SC 45A sont conformes à celles utilisées par l'AIEA.

L'IEC 61513 et l'IEC 63046 ont adopté une présentation similaire à celle de la publication fondamentale de sûreté IEC 61508, avec un cycle de vie global et un cycle de vie des systèmes. Au niveau sûreté nucléaire, l'IEC 61513 et l'IEC 63046 sont l'interprétation des exigences générales de l'IEC 61508-1, de l'IEC 61508-2 et de l'IEC 61508-4 pour le secteur nucléaire. Dans ce domaine, l'IEC 60880, l'IEC 62138 et l'IEC 62566 correspondent à l'IEC 61508-3 pour le secteur nucléaire. L'IEC 61513 et l'IEC 63046 font référence aux normes ISO ainsi qu'aux documents GS-R partie 2, GS-G-3.1 et GS-G-3.5 de l'AIEA pour ce qui concerne l'assurance qualité (AQ). Au deuxième niveau de la sûreté nucléaire,

L'IEC 62645 est le document d'entrée pour les normes de sécurité produites par le SC 45A de l'IEC. Cette norme s'appuie sur les principes fondamentaux et les principaux concepts valides des normes génériques de sécurité, en particulier les normes ISO/IEC 27001 et ISO/IEC 27002; elle les adapte et les complète pour s'adapter au contexte du nucléaire et se coordonne à la série IEC 62443. Au deuxième niveau, l'IEC 60964 est le document d'entrée pour les normes sur les salles de commande produites par le SC 45A de l'IEC et l'IEC 62342 est le document d'entrée pour les normes sur la gestion du vieillissement.

NOTE 1 Il est fait l'hypothèse que des normes nationales ou internationales sont appliquées pour la conception des systèmes d'I&C qui mettent en œuvre des fonctions de sûreté conventionnelles (pour garantir la sécurité des travailleurs, la protection des biens, la prévention contre les dangers chimiques, la prévention contre les dangers liés à l'énergie des procédés, par exemple).

NOTE 2 En 2013, le domaine du SC 45A de l'IEC a été étendu aux systèmes électriques. En 2014 et en 2015, des discussions ont été menées avec le SC 45A de l'IEC afin de décider de la méthode et du domaine d'application des exigences générales pour la conception des systèmes électriques. Les experts du SC 45A de l'IEC ont recommandé l'élaboration d'une norme indépendante au même niveau que l'IEC 61513 afin d'établir les exigences générales des systèmes électriques. Le projet IEC 63046 a depuis été lancé pour répondre à cet objectif. La NOTE 2 figurant en introduction des normes produites par le SC 45A de l'IEC sera supprimée dès la parution de l'IEC 63046.

CENTRALES NUCLÉAIRES DE PUISSANCE – INSTRUMENTATION ET CONTRÔLE-COMMANDE IMPORTANTES POUR LA SÛRETÉ – GESTION DU VIEILLISSEMENT DES CAPTEURS ET DES TRANSMETTEURS –

Partie 2: Capteurs de température

1 Domaine d'application

La présente partie de l'IEC 62765 identifie les exigences minimales et les pratiques applicables pour la correction et la prévention des effets possibles sur la sûreté des centrales nucléaires de puissance (CNP) dus au vieillissement des capteurs de température, tels que les sondes à résistance (SR) et les couples thermoélectriques (TC) de ces centrales.

Le présent document fournit les stratégies, les exigences techniques et les pratiques recommandées pour la gestion du vieillissement des capteurs de température importants pour la sûreté dans les centrales nucléaires de puissance pour s'assurer que le vieillissement peut être identifié et que les actions pour y remédier sont mises en œuvre lorsque cela est nécessaire pour démontrer que la sûreté de l'installation ne sera pas dégradée. Le présent document est aligné avec l'IEC 62342 qui fournit des recommandations sur la gestion du vieillissement des systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande (I&C) importants pour la sûreté dans les centrales nucléaires de puissance.

La série de normes IEC 62765 couvre les transmetteurs de pression (Partie 1) et les capteurs de température (Partie 2). La Partie 1 traite des transmetteurs de pression (TP), des transmetteurs de niveau (TN) et des transmetteurs de débit (TD). La présente Partie 2 couvre les sondes à résistance (SR) et les couples thermoélectriques (TC) pour ce qui est de l'instrumentation et du contrôle-commande (I&C) importants pour la sûreté. Le détecteur de neutrons (Partie 3) est traité dans une norme distincte.

Les interfaces des capteurs de température avec les processus tels que les doigts de gants, les joints, les gaines, les câbles d'extension et de compensation et les connecteurs relèvent du domaine d'application du présent document. La gestion du vieillissement des capteurs de température utilisés comme EM&E ne relève pas du domaine d'application du présent document.

Les unités de température exprimées dans le présent document sont dérivées de l'échelle internationale de température de 1990 (EIT-90) à des fins de cohérence avec les références normatives.

Les normes SSR-2/1 et SSR-2/2 de l'AIEA traitent des exigences pour la gestion du vieillissement lors de la conception et de la durée de vie de la centrale. Le Guide de sûreté SSG-39 recommande de tenir compte, lors de la conception, de la gestion du vieillissement propre au système d'I&C.

Les exigences relatives aux capteurs de température dans les domaines industriel et nucléaire indiquées dans les références normatives sont indispensables au présent document, même si ce dernier couvre la gestion du vieillissement des capteurs de température dans le but de satisfaire aux exigences.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte 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 60584-1:2013, *Couples thermoélectriques – Partie 1: Spécifications et tolérances en matière de FEM*

IEC 60584-3:2007, *Couples thermoélectriques – Partie 3: Câbles d'extension et de compensation – Tolérances et système d'identification*

IEC 60671:2007, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté – Essais de surveillance*

IEC 60737:2010, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté – Capteurs de température (dans le cœur et le circuit primaire) – Caractéristiques et méthodes d'essais*

IEC 60751:2008, *Thermomètres à résistance de platine industriels et capteurs thermométriques en platine*

IEC/IEEE 60780-323:2016, *Installations nucléaires – Equipements électriques importants pour la sûreté – Qualification*

IEC 61226:2009, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Classement des fonctions d'instrumentation et de contrôle-commande*

IEC 61515:2016, *Câbles et couples thermoélectriques à isolation minérale dits "chemisés"*

IEC 62138:2004, *Centrales nucléaires – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Aspects logiciels des systèmes informatisés réalisant des fonctions de catégorie B ou C*

IEC 62342:2007, *Centrales nucléaires de puissance – Systèmes d'instrumentation et de contrôle-commande importants pour la sûreté – Gestion du vieillissement*

IEC 62385:2007, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Méthodes d'évaluation des performances des chaînes d'instrumentation des systèmes de sûreté*

IEC 62397:2007, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Sondes à résistance*

IEC 62465:2010, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Gestion du vieillissement des systèmes de câbles électriques*

IEC/IEEE 62582-1:2011, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation et contrôle-commande importants pour la sûreté – Méthodes de surveillance de l'état des matériels électriques – Partie 1: Généralités*

IEC 62651:2013, *Centrales nucléaires de puissance – Instrumentation importante pour la sûreté – Thermocouples: Caractéristiques et méthodes d'essai*

Normes de sûreté de l'AIEA n° SSR-2/1:2016, *Sûreté des centrales nucléaires: Conception – Prescriptions de sûreté particulières*

Normes de sûreté de l'AIEA n° SSR-2/2:2016, *Sûreté des centrales nucléaires: Mise en service et exploitation – Prescriptions de sûreté particulières*

Normes de sûreté de l'AIEA n° NS-G-2/12:2009, *Ageing management for nuclear power plants: safety guide* (disponible en anglais seulement)

Guide de sûreté de l'AIEA n° SSG-39:2016, *Design of instrumentation and control systems for nuclear power plants* (disponible en anglais seulement)