
**Ingénierie de la sécurité incendie —
Procédures et exigences pour la
vérification et la validation des
méthodes de calcul —**

**Partie 1:
Généralités**

*Fire safety engineering — Procedures and requirements for
verification and validation of calculation methods —*

Part 1: General

get full document from standards.iteh.ai



Sample Document

get full document from standards.iteh.ai



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2015, Publié en Suisse

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Ch. de Blandonnet 8 • CP 401
CH-1214 Vernier, Geneva, Switzerland
Tel. +41 22 749 01 11
Fax +41 22 749 09 47
copyright@iso.org
www.iso.org

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Documentation	4
4.1 Généralités.....	4
4.2 Documentation technique.....	4
4.2.1 Généralités.....	4
4.2.2 Description de la méthode de calcul.....	5
4.2.3 Description de la vérification et de la validation de la méthode de calcul.....	5
4.2.4 Exemples pratiques.....	6
4.3 Manuel de l'utilisateur.....	6
4.3.1 Généralités.....	6
4.3.2 Description du programme.....	7
4.3.3 Instructions d'installation et de fonctionnement.....	7
4.3.4 Caractéristiques du programme.....	7
4.3.5 Description des données d'entrée.....	7
4.3.6 Fichiers de données externes.....	8
4.3.7 Exigences de contrôle du système.....	8
4.3.8 Informations de sortie.....	8
4.3.9 Exemples de problèmes/cas d'étude.....	8
4.3.10 Gestion des erreurs.....	8
5 Méthode	9
5.1 Généralités.....	9
5.2 Vérification.....	11
5.2.1 Vérification de code.....	12
5.2.2 Discrétisation temporelle et spatiale.....	12
5.2.3 Tests de convergence itérative et de consistance.....	13
5.2.4 Examen du traitement numérique des modèles.....	13
5.3 Validation.....	13
5.3.1 Généralités.....	13
5.3.2 Procédure de validation «ouverte».....	14
5.3.3 Procédure de validation en aveugle.....	15
5.3.4 Rapport de validation.....	16
5.3.5 Considérations spécifiques relatives à la comparaison des valeurs prédites avec les données.....	16
5.4 Examen de la base théorique et expérimentale des modèles probabilistes.....	16
5.5 Analyse de sensibilité.....	17
5.6 Assurance qualité.....	18
6 Exigences pour que les données de référence valident une méthode de calcul	19
6.1 Exigences générales.....	19
6.2 Exigences spécifiques pour les données de validation.....	20
Annexe A (informative) Préconisations de la famille des normes ISO 9000 concernant les audits	21
Annexe B (informative) Incertitude	22
Annexe C (informative) Exemples de méthodes de validation	24
Annexe D (informative) Méthodes d'analyse de la sensibilité	34
Annexe E (informative) Methodologie de l'assurance qualité	37
Bibliographie	42

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](#).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 92, *Sécurité incendie*, Sous-comité SC 4, *Ingénierie de la sécurité incendie*.

Le présent document annule et remplace l'ISO 16730:2008, qui a fait l'objet d'une révision technique. Le titre d'origine *Ingénierie de la sécurité incendie — Évaluation, vérification et validation des méthodes de calcul* a été remplacé par *Ingénierie de la sécurité incendie — Procédures et exigences pour la vérification et la validation des méthodes de calcul — Partie 1: Généralités*.

Introduction

L'objectif de l'ingénierie de la sécurité incendie est d'aider à atteindre un niveau prédit acceptable de la sécurité incendie. Une partie de ce travail suppose l'utilisation de méthodes de calcul permettant de

- prédire la succession d'événements se produisant potentiellement dans le cas d'un incendie ou en conséquence d'un incendie, et
- évaluer l'aptitude des mesures de protection contre l'incendie à atténuer les effets préjudiciables d'un incendie pour les personnes, les bâtiments, l'environnement et autres objectifs.

Les principes clés nécessaires à l'établissement de la crédibilité de ces méthodes de calcul sont la vérification et la validation. La présente Norme internationale aborde les procédures de vérification et de validation des méthodes de calcul pour l'ingénierie de la sécurité incendie en général.

Les utilisateurs potentiels des méthodes de calcul et les personnes devant approuver les résultats doivent être sûrs que les méthodes de calcul permettent de prédire avec suffisamment de précision le développement et les conséquences de l'incendie pour l'application spécifique prévue. Pour obtenir cette assurance, il est nécessaire que l'exactitude mathématique des méthodes de calcul choisies soit vérifiée et que leur capacité à reproduire le phénomène soit validée. Un processus rigoureux de vérification et de validation est un élément clé de l'assurance qualité.

Il n'existe pas d'exigence établie sur l'exactitude applicable à toutes les méthodes de calcul. Le niveau d'exactitude dépend des objectifs d'utilisation d'une méthode de calcul. Il n'est pas nécessaire que toutes les méthodes de calcul fassent preuve d'une exactitude élevée dans la mesure où l'erreur, l'incertitude et les limites d'applicabilité des méthodes de calcul sont connues.

La présente Norme internationale concerne l'exactitude prédictive des méthodes de calcul. Toutefois, d'autres facteurs tels que la facilité d'utilisation, la pertinence, l'exhaustivité et le stade de développement jouent un rôle important dans l'évaluation de la méthode la plus appropriée à utiliser pour une application donnée. L'évaluation de l'adéquation d'une méthode de calcul à un sujet particulier dans le domaine de l'ingénierie de la sécurité incendie s'appuie sur l'utilisation de la méthodologie de l'assurance qualité pour prouver que toutes les exigences sont satisfaites. Un guide permettant d'établir une métrologie afin de mesurer les attributs des caractéristiques de qualité pertinentes est fourni de façon brève dans la présente Norme internationale.

La présente Norme internationale contient des éléments prévus pour être utilisés, en partie ou dans leur intégralité, par les acteurs suivants:

- a) des développeurs de méthodes de calcul (particuliers ou organismes qui exercent des activités de développement, notamment l'analyse des exigences, la conception et l'essai de composants), pour documenter l'utilité d'une méthode de calcul particulière, peut-être pour des applications spécifiques. Une partie du développement de la méthode de calcul comporte l'identification de la précision et des limites d'applicabilité, et des essais indépendants,
- b) des développeurs de méthodes de calcul (particuliers ou organismes qui entretiennent et fournissent des modèles informatiques et pour ceux qui évaluent la qualité d'un modèle informatique dans le cadre de l'assurance qualité et du contrôle qualité) – pour documenter le processus de développement du logiciel afin de garantir aux utilisateurs que des techniques de développement appropriées sont suivies pour assurer la qualité des outils d'application,
- c) des utilisateurs de méthodes de calcul (particuliers ou organismes qui utilisent des méthodes de calcul pour réaliser une analyse), pour s'assurer qu'ils utilisent une méthode appropriée pour une application particulière et qui fournit une exactitude adéquate,
- d) des développeurs de codes et normes de performance, pour déterminer si une méthode de calcul est appropriée à une application donnée,
- e) des organismes/responsables de l'approbation (particuliers ou organismes qui examinent ou approuvent l'utilisation de méthodes et d'outils d'évaluation), pour s'assurer que les méthodes de

calcul présentées montrent clairement que la méthode de calcul est utilisée dans les limites de son applicabilité et possède un niveau d'exactitude acceptable, et

f) des éducateurs, pour démontrer l'application et l'acceptabilité des méthodes de calcul enseignées.

Il convient que les utilisateurs de la présente Norme internationale soient correctement qualifiés et compétents dans les domaines de l'ingénierie de la sécurité incendie et de l'évaluation des risques. Il est important que les utilisateurs comprennent les paramètres avec lesquels des méthodologies spécifiques peuvent être utilisées.

Les principes généraux décrits dans l'ISO 23932, fournissent une méthodologie « performantielle » utile aux ingénieurs pour l'évaluation du niveau de sécurité incendie des ouvrages, neufs ou existants. La sécurité incendie est évaluée par une méthode d'ingénierie basée sur la quantification du comportement du feu, prenant en compte la connaissance des conséquences d'un tel comportement sur la protection des vies humaines, des biens et de l'environnement. L'ISO 23932 décrit le processus (les étapes nécessaires) et les éléments essentiels afin de concevoir un programme de sécurité incendie « performantiel » robuste.

L'ISO 23932 s'appuie sur un ensemble de normes ISO d'ingénierie de la sécurité incendie relatives aux méthodes et aux données requises par les étapes de conception d'un processus d'ingénierie de la sécurité incendie, résumées dans l'ISO 23932:2009, Article 4 et reproduites dans la [Figure 1](#) ci-dessous, (extraite de l'ISO 23932:2009, Article 4). Cet ensemble de Normes internationales est désigné sous l'appellation générale de *Système global d'information et d'analyse de l'ingénierie de la sécurité incendie*. Cette approche globale et le système de normes qui s'y rapporte mettent en relief les relations qui existent entre les évaluations des incendies lors de l'utilisation des Normes internationales relatives à l'ingénierie de la sécurité incendie. Cet ensemble comprend l'ISO 16733-1¹⁾, ISO 16732-1, ISO 16734, ISO 16735, ISO 16736, ISO 16737, ISO/TS 24679, ISO 16730-1, ISO 29761²⁾, ISO/TS 13447, ainsi que d'autres rapports techniques d'appui qui fournissent des préconisations et des exemples d'application de ces normes.

Chaque Norme internationale se rapportant au système global d'information et d'analyse de l'ingénierie de la sécurité incendie comprend, dans son introduction, des informations permettant de relier la norme aux étapes correspondantes du processus de conception d'ingénierie de la sécurité présenté dans l'ISO 23932. L'ISO 23932 impose de vérifier et de valider les méthodes de calcul employées lors des évaluations des solutions de conception par rapport à des scénarios (ISO 23932:2009, Article 11). En vertu des exigences de l'ISO 23932, la présente Norme internationale établit les procédures et les exigences pour la vérification et la validation des méthodes de calcul relatives aux feux. L'étape correspondante dans le processus d'ingénierie de la sécurité incendie est signalée par un fond grisé dans la [Figure 1](#) ci-dessous et décrite dans l'ISO 23932.

1) À paraître.

2) À paraître.

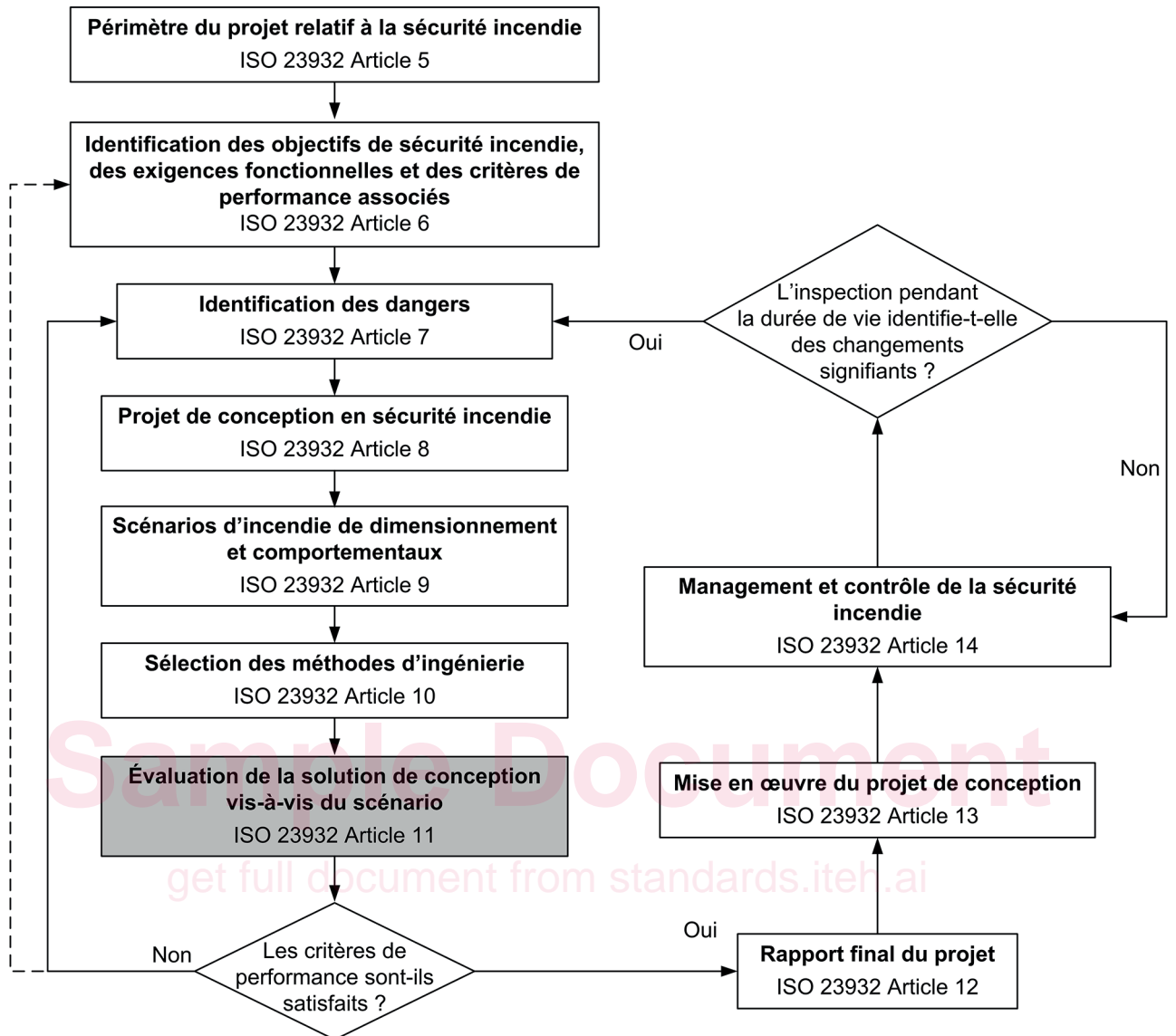


Figure 1 — Diagramme illustrant le processus d'ingénierie de la sécurité incendie (extrait de l'ISO 23932:2009)

Sample Document

get full document from standards.iteh.ai

Ingénierie de la sécurité incendie — Procédures et exigences pour la vérification et la validation des méthodes de calcul —

Partie 1: Généralités

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale établit un cadre pour la vérification et la validation de tous types de méthodes de calcul utilisées comme outils dans l'ingénierie de la sécurité incendie, en spécifiant à cette fin, des procédures et des exigences. Elle ne concerne pas des modèles de feu spécifiques, mais est applicable aux modèles analytiques, aux corrélations algébriques et aux modèles numériques complexes, qui sont abordés sous forme de méthodes de calcul dans le contexte de la présente Norme internationale.

La présente Norme internationale comprend

- un processus pour déterminer si les équations et les méthodes de calcul pertinentes sont implémentées correctement (vérification) et la méthode de calcul envisagée représente la situation réelle avec exactitude (validation),
- des exigences pour que la documentation démontre l'adéquation du fondement scientifique et technique d'une méthode de calcul,
- des exigences relatives aux données par rapport auxquelles les résultats prédits d'une méthode de calcul sont vérifiés, et
- des conseils sur l'utilisation de la présente Norme internationale par des développeurs et/ou des utilisateurs de méthodes de calcul, et par les personnes qui évaluent les résultats obtenus à l'aide de méthodes de calcul.

2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application 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).

ISO 23932, *Ingénierie de la sécurité incendie — Principes généraux*

ISO 13943, *Sécurité au feu — Vocabulaire*

ISO/IEC 25000, *Ingénierie des systèmes et du logiciel — Exigences de qualité des systèmes et du logiciel et évaluation (SQuaRE) — Guide de SQuaRE*

ISO/IEC 25010:2011, *Ingénierie des systèmes et du logiciel — Exigences de qualité et évaluation des systèmes et du logiciel (SQuaRE) — Modèles de qualité du système et du logiciel*

ISO/IEC 25040:2011, *Ingénierie des systèmes et du logiciel — Exigences de qualité et évaluation des systèmes et du logiciel (SQuaRE) — Modèle de référence d'évaluation et guide*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 13943 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1 précision

degré de justesse réellement obtenu par une approximation, une mesure, etc.

Note 1 à l'article: L'exactitude comprend *l'erreur* (3.9) et *l'incertitude* (3.23).

3.2 méthode de calcul

procédure mathématique utilisée pour prédire un phénomène lié à un incendie

Note 1 à l'article: Les méthodes de calcul peuvent concerner le comportement des personnes ainsi que les objets ou un feu; elles peuvent être probabilistes ainsi que déterministes; et peuvent être des formules algébriques ainsi que des modèles informatiques complexes.

3.3 étalonnage

(d'un modèle) processus d'ajustement de paramètres de modélisation dans un modèle informatique aux fins d'améliorer la concordance avec les données expérimentales

3.4 modèle informatique

programme informatique opérationnel qui implémente un modèle conceptuel

3.5 modèle conceptuel

description conceptuelle composée de toutes les informations, données de modélisation mathématique et équations mathématiques qui décrivent le système (physique) ou le processus d'intérêt

3.6 valeur par défaut

état ou paramètre normalisé à prendre par le programme si aucun autre paramètre ou état n'est initialisé par le système ou par l'utilisateur

3.7 modèle déterministe

méthode de calcul qui utilise des expressions mathématiques élaborées sur une base scientifique pour produire le même résultat chaque fois que la méthode est utilisée avec le même ensemble de valeurs de données d'entrée

3.8 jugement d'ingénieur

processus exercé par un professionnel qui est qualifié par son enseignement, son expérience et ses compétences reconnues pour compléter, accepter ou refuser des éléments d'une analyse quantitative

3.9 erreur

déviations reconnaissables dans toute phase ou activité de calcul, qui n'est pas due au manque de connaissance

3.10 modèle de feu

représentation d'un système ou d'un processus relatif au développement d'un feu, notamment la dynamique du feu et les effets du feu

3.11**modèle mathématique**

ensembles d'équations qui décrivent le comportement d'un système physique

3.12**mesure**

variable à laquelle une valeur est attribuée comme résultat de mesure

3.13**mesurage**

ensemble d'opérations ayant pour objet de déterminer la valeur d'une mesure

3.14**métrique**

mesure, quantitative ou qualitative, de la réalisation par rapport à une caractéristique de qualité souhaitée

3.15**modélisation**

processus de construction ou modification d'un modèle

3.16**modèle numérique**

représentation numérique d'un modèle physique (du feu)

3.17**modèle physique**

modèle qui tente de reproduire le phénomène de l'incendie dans une situation physique simplifiée (par exemple modèles à l'échelle)

3.18**modèle probabiliste**

modèle qui traite le phénomène comme une série d'événements ou d'états séquentiels, avec des règles mathématiques pour régir la transition d'un événement à un autre (par exemple de l'allumage au brûlage établi) et des probabilités attribuées à chaque point de transfert

3.19**précision**

erreur d'exactitude entre l'implémentation et la solution d'une méthode de calcul à représenter exactement la description conceptuelle du développeur

3.20**analyse de sensibilité**

<méthode de calcul> étude sur la façon dont des changements apportés à des paramètres spécifiques affectent les résultats générés par la méthode de calcul

3.21**simulation**

exercice ou utilisation d'une méthode de calcul

3.22**modèle de simulation**

modèle qui traite les relations dynamiques supposées exister dans la situation réelle comme une série d'opérations élémentaires sur les variables appropriées

3.23**incertitude**

déviations potentielle dans toute phase ou activité du processus de modélisation, due au manque de connaissances

3.24

validation

processus de détermination du degré auquel une méthode de calcul constitue une représentation exacte du monde réel du point de vue des utilisations prévues de la méthode de calcul

3.25

vérification

processus de détermination que l'implémentation d'une méthode de calcul représente exactement la description conceptuelle faite par le développeur de la méthode de calcul et de la solution de la méthode de calcul

Note 1 à l'article: La stratégie fondamentale de la vérification des modèles informatiques est l'identification et la quantification de l'erreur entre le modèle informatique et sa solution.

4 Documentation

4.1 Généralités

Il convient que la documentation technique soit suffisamment détaillée pour que tous les résultats de calcul puissent être reproduits avec la même exactitude par un groupe ou un particulier indépendant qualifié. Une documentation suffisante des méthodes de calcul, notamment du logiciel informatique, est essentielle pour évaluer l'adéquation du fondement scientifique et technique des méthodes de calcul, et l'exactitude des procédures de calcul. En outre, une documentation adéquate peut également aider à éviter la mauvaise utilisation involontaire de méthodes de calcul. Il est recommandé que des rapports sur toute vérification et validation d'une méthode de calcul donnée fassent partie de la documentation. La validité d'une méthode de calcul comprend la comparaison des résultats à des données relatives à des incendies réels ou provenant d'études statistiques ou d'essais et d'expériences, et elle doit être établie en appliquant la méthodologie de l'assurance qualité. Ces méthodologies donnent une mesure ou un ensemble de mesures qui doivent être comparés à des critères définis au préalable afin de démontrer si les exigences de qualité convenues ont été respectées.

La documentation doit comporter

- une documentation technique, qui explique le fondement scientifique de la méthode de calcul, voir [4.2](#), et
- un manuel de l'utilisateur, dans le cas d'un programme informatique, voir [4.3](#).

Les exigences nécessaires à l'élaboration d'une documentation technique et d'un manuel de l'utilisateur sont décrites en [4.2](#) et [4.3](#). La liste est assez longue mais ne vise pas à exclure d'autres formes d'information qui peuvent aider l'utilisateur à évaluer l'applicabilité et l'utilisation de la méthode de calcul.

4.2 Documentation technique

4.2.1 Généralités

La documentation technique est nécessaire pour évaluer le fondement scientifique de la méthode de calcul. La fourniture de la documentation technique d'une méthode de calcul est une tâche qui relève des développeurs de modèles. La documentation doit décrire précisément la méthode de calcul et ses fondements, démontrer sa capacité de fonctionner correctement, et fournir aux utilisateurs les informations dont ils ont besoin pour appliquer correctement la méthode de calcul. Dans le cas de calculs qui utilisent des formules algébriques dérivées de résultats expérimentaux par régression, ou lorsque des solutions analytiques sont appliquées, l'utilisateur doit s'appuyer sur la documentation appropriée issue de normes ou de documents scientifiques similaires. Lorsque des normes sont développées et contiennent des méthodes de calcul à utiliser pour l'ingénierie de la sécurité incendie, la ou les sources des méthodes de calcul à utiliser avec la documentation technique telle que décrite en [4.2.2](#) jusqu'à [4.2.4](#) doivent être données, le cas échéant.

4.2.2 Description de la méthode de calcul

La description de la méthode de calcul doit inclure des détails complets sur ce qui suit

- a) objectif:
 - 1) définir le problème résolu ou la fonction exécutée;
 - 2) décrire les résultats de la méthode de calcul;
 - 3) inclure toutes les études de faisabilité et les justifications,
- b) théorie:
 - 1) décrire le modèle conceptuel sous-jacent (phénomène déterminant), si possible;
 - 2) décrire la base théorique des phénomènes et des lois physiques sur lesquels repose la méthode de calcul, si possible,
- c) implémentation de la théorie, si possible:
 - 1) présenter le système d'équations;
 - 2) décrire les techniques mathématiques, les procédures et les algorithmes de calcul utilisés et fournir leurs références;
 - 3) identifier toutes les hypothèses incluses dans la logique; tenir compte des limitations applicables aux paramètres d'entrée dues au domaine d'applicabilité de la méthode de calcul;
 - 4) discuter la précision (l'erreur) des résultats obtenus par des algorithmes importants et, dans le cas de modèles informatiques, toute dépendance aux capacités informatiques données;
 - 5) décrire les résultats des analyses de sensibilité, et
- d) entrée:
 - 1) décrire les données d'entrée requises;
 - 2) fournir des informations sur la source des données requises;
 - 3) pour des modèles informatiques, dresser la liste de tous les programmes auxiliaires ou fichiers de données externes requis;
 - 4) fournir des informations sur la source, le contenu et l'utilisation de bases de données pour des modèles informatiques.

4.2.3 Description de la vérification et de la validation de la méthode de calcul

La vérification et la validation de la méthode de calcul doivent être entièrement décrites, avec des détails concernant ce qui suit

- a) les résultats pour évaluer les capacités prédictives de la méthode de calcul conformément à l'[Article 5](#); il convient que cela soit présenté sous forme quantitative,
- b) les références aux études, essais analytiques, essais de comparaison, validation expérimentale et vérification de code déjà réalisés; si, dans le cas de modèles informatiques, la vérification de la méthode de calcul repose sur un test bêta, il convient que la documentation comporte un profil de ceux associés au test (par exemple, s'ils étaient associés d'une quelconque façon au développement de la méthode de calcul ou s'il s'agissait d'utilisateurs non informaticiens; si ils ont reçu d'autres instructions qui ne seraient pas à la disposition des utilisateurs prévus du produit final, etc.), et
- c) dans quelle mesure la méthode de calcul satisfait à la présente Norme internationale.

Les documents techniques doivent être regroupés dans un document tel qu'un manuel, pour ce qui concerne les modèles informatiques. Chaque fois que des formules algébriques explicites sont utilisées pour résoudre un problème d'ingénierie de la sécurité incendie, la documentation technique concernée issue de sources peut être citée, comme indiqué ci-dessus.

Des méthodes d'assurance qualité doivent être employées pour déterminer l'aptitude du logiciel à répondre aux usages prévus. Ce processus est défini en 5.6. Il est fondé sur la définition et l'utilisation de méthodes d'assurance qualité appropriées pour obtenir une mesure ou un ensemble de mesures (dérivées) qui permette d'autoriser la graduation de la qualité d'une méthode de calcul, et de savoir si une méthode de calcul est suffisamment précise pour répondre aux exigences de l'utilisateur prévu. [Voir par exemple, le concept sur la métrologie interne et externe et sur la qualité utilisée dans les documents de la série Exigences de qualité du produit logiciel et évaluation (SQuaRE) à partir du travail de l'ISO/IEC]. Pour d'autres informations, voir la série de documents de l'ISO/IEC 25000 (et des normes suivantes). L'objet de l'évaluation d'une méthode de calcul est en général de comparer la qualité d'une méthode de calcul aux exigences de qualité qui expriment les besoins des utilisateurs, ou même de sélectionner une méthode de calcul en comparant différentes méthodes de calcul.

4.2.4 Exemples pratiques

La documentation technique doit inclure au moins un (ou plusieurs) cas d'étude. Des exemples étudiés peuvent être exigés à la fois pour des formules algébriques explicites et pour des modèles mathématiques. Ce dernier cas est abordé en 4.3.9. L'objet d'un cas d'étude est de démontrer quelles sont les données d'entrée requises, leurs limites, ainsi que le domaine de validité des résultats de la méthode de calcul considérée. Des exemples de données d'entrée requises et leurs domaines ou leurs limites prévues pour lesquels le calcul a été validé sont, par exemple, la géométrie, les propriétés des matériaux et les conditions aux limites. La plage d'applicabilité et l'exactitude de la méthode de calcul doivent être clairement indiquées dans la documentation.

NOTE L'emploi de la méthode de calcul hors des scénarios indiqués, déterminés par le biais du processus de validation, entraînera des erreurs significatives dans les décisions relatives à la sécurité et les mesures de protection contre l'incendie mises en œuvre (voir en 5.3 les exigences relatives à l'identification de la plage d'applicabilité déterminée par un processus de validation).

Les normes sur les méthodes de calcul doivent inclure un ou plusieurs exemples (ou cas d'étude) dans une annexe informative. En spécifiant les composants requis d'un cas d'étude dans une norme sur les méthodes de calcul (par exemple ISO 16734 à ISO 16737), des conseils sont ainsi donnés sur la façon d'appliquer correctement la norme, avec des informations contenues dans la norme elle-même sur les exigences concernant les limites et les paramètres d'entrée. Des exemples issus de problèmes du monde réel peuvent être: (l'évolution de) la température d'un corps en acier, ou une agression par le feu d'un câble dans une centrale nucléaire. Dans la mesure où des exemples sont disponibles dans les publications, l'exigence de cas d'étude dans une annexe informative à une norme sur les méthodes de calcul peut également être satisfaite par référence, par exemple à des manuels qui incluent ces exemples.

4.3 Manuel de l'utilisateur

4.3.1 Généralités

Un manuel de l'utilisateur n'est requis que dans le cas de l'utilisation de modèles informatiques. Il convient que le manuel de l'utilisateur pour un modèle informatique permette aux utilisateurs de comprendre l'application et la méthodologie du modèle, de reproduire l'environnement d'exploitation de l'ordinateur et les résultats des exemples de problèmes inclus dans le manuel, de modifier les entrées de données et d'exécuter le programme pour des gammes spécifiées de paramètres et de cas extrêmes. Il est recommandé que le manuel soit suffisamment concis pour servir de document de référence à la préparation des données d'entrée et à l'interprétation des résultats. Il convient que la documentation d'installation, de maintenance et de programmation soit incluse dans le manuel de l'utilisateur ou fournie séparément. Il convient qu'il y ait des informations suffisantes pour installer le programme sur un ordinateur. Il convient que toutes les formes de documentation incluent le nom et des informations suffisantes pour définir la version spécifique de la méthode de calcul et pour définir l'organisation responsable de la maintenance de la méthode de calcul, et pour fournir une assistance.

Pour les modèles informatiques, le manuel de l'utilisateur doit fournir toutes les informations dont a besoin un utilisateur pour appliquer correctement un modèle informatique. Les éléments qu'il convient d'inclure sont énumérés dans les paragraphes [4.3.2](#) à [4.3.10](#).

4.3.2 Description du programme

La description du programme consiste en

- a) une description complète du modèle,
- b) une description des tâches de traitement de base effectuées, et les méthodes de calcul et les procédures utilisées (un logigramme peut être utile), et
- c) une description des types de compétences requises pour exécuter des cas types.

4.3.3 Instructions d'installation et de fonctionnement

Les notices d'installation et d'utilisation doivent

- a) identifier la configuration matérielle minimale requise,
- b) identifier le ou les ordinateurs sur lesquels le programme a été exécuté avec succès,
- c) identifier les langues de programmation et les systèmes d'exploitation du logiciel et la version utilisée,
- d) fournir des instructions pour installer le programme,
- e) fournir le personnel type et la durée d'installation pour l'exécution d'un cas type, et
- f) fournir les informations nécessaires pour estimer le temps d'exécution de l'ordinateur sur des systèmes informatiques applicables pour des applications types.

4.3.4 Caractéristiques du programme

Les caractéristiques du programme doivent

- a) décrire les fonctions de chaque option principale disponible pour résoudre les divers problèmes avec des conseils pour choisir ces options,
- b) identifier les limites d'applicabilité (par exemple la plage de scénarios sur lesquels la théorie sous-jacente est connue ou estimée valide ou la plage de données d'entrée sur laquelle la méthode de calcul a été soumise à essai), et
- c) dresser la liste des restrictions et/ou limites du logiciel, notamment des plages de données appropriées et du comportement du programme lorsque ces plages sont dépassées (il convient de dériver ces informations de la documentation technique et qu'elles soient cohérentes avec cette documentation).

4.3.5 Description des données d'entrée

La description des données d'entrée doivent

- a) désigner et décrire chaque variable d'entrée, son unité, la valeur par défaut (le cas échéant) et la source (si elle n'est pas largement disponible),
- b) décrire toutes les techniques d'entrée particulières,
- c) identifier les limites des entrées sur la base de la stabilité, de l'exactitude et de la mise en pratique des données et l'applicabilité du modèle, ainsi que sur leurs limitations résultantes pour les données de sortie,