

---

---

**Composants dangereux du feu — Lignes directrices pour l'estimation du temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises**

*Life-threatening components of fire — Guidelines for the estimation of time to compromised tenability in fires*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 13571:2012](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7d0e694-6603-42e6-8422-83cefc90a39e/iso-13571-2012)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7d0e694-6603-42e6-8422-83cefc90a39e/iso-13571-2012>



## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 13571:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7d0e694-6603-42e6-8422-83cefc90a39e/iso-13571-2012>



### DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2012

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

# Sommaire

Page

Avant-propos .....	iv
Introduction .....	v
1     Domaine d'application .....	1
2     Références normatives .....	1
3     Termes et définitions .....	1
4     Principes généraux .....	2
4.1   Temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises .....	2
4.2   Modèle de gaz toxiques .....	2
4.3   Modèle de perte de masse .....	3
4.4   Modèle de chaleur et d'énergie rayonnante .....	3
4.5   Modèle d'obscurcissement par la fumée .....	3
4.6   Hypothèses et exclusions .....	3
5     Portée et utilisation .....	4
6     Modèles de gaz toxiques .....	5
6.1   Modèle de gaz asphyxiants .....	5
6.2   Modèle de gaz irritant .....	7
7     Modèle de perte de masse .....	8
8     Chaleur .....	10
9     Modèle d'obscurcissement par la fumée .....	12
10    Rapport .....	13
Annexe A (informative) Contexte et mécanismes du potentiel toxique .....	15
Bibliographie .....	22

## 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 (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 13571 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 92, *Sécurité au feu*, sous-comité SC 3, *Dangers pour les personnes et l'environnement dus au feu*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 13571:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique.

## iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 13571:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7d0e694-6603-42e6-8422-83cefc90a39e/iso-13571-2012>

## Introduction

L'estimation de la tenabilité pour les occupants, lorsqu'ils sont exposés à un environnement d'incendie, concerne en dernier ressort leur aptitude à assurer les fonctions cognitives et motrices à un niveau acceptable. En général, les performances acceptables peuvent inclure l'un des nombreux résultats souhaitables, notamment l'évacuation vers un lieu de refuge ou, si l'évacuation n'est pas une option envisageable, le maintien de ces fonctions sur place si nécessaire. Cette dernière situation concerne les occupants qui ne sont pas mobiles ou dont l'évacuation est empêchée pour diverses raisons, par exemple un avion en vol. Le temps qui s'écoule entre le déclenchement d'un incendie et le moment où la tenabilité est compromise à tel point que des performances acceptables sont impossibles est un élément essentiel de la conception de la sécurité au feu.

Le temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises peut dépendre de la position et du déplacement de chaque occupant ainsi que de nombreuses autres caractéristiques propres à l'occupant (voir A.2.2). Chaque occupant peut donc disposer d'un délai différent avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises. Des lignes directrices relatives à la prise en compte de ces facteurs sont fournies dans d'autres sources, par exemple l'ISO/TR 13387-8 et l'ISO/TR 16738.

Chaque occupant peut également disposer d'un délai différent avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises selon son exposition particulière à la chaleur et aux effluents de combustion du feu et sa sensibilité individuelle à de telles expositions (voir A.2.3). La méthodologie décrite dans la présente Norme internationale a pour objectif de fournir un cadre pour l'estimation du temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises.

La méthodologie décrite ne peut pas être utilisée *seule* pour évaluer la performance globale en matière de sécurité au feu de matériaux ou produits spécifiques et ne peut donc pas fournir de critères pour une méthode d'essai. Les équations doivent plutôt être utilisées comme données d'entrée pour une analyse des dangers du feu ou des risques d'incendie (voir l'ISO/TR 13387, toutes les parties). Dans une telle analyse, le temps estimé disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises dépend également de la nature du feu (par exemple débit thermique, quantité et types de combustibles, composition chimique du combustible) et du volume considéré (par exemple dimensions, ventilation). Ces facteurs déterminent les concentrations de gaz toxiques, les températures des gaz et des parois et la densité de fumée dans le volume considéré en fonction du temps. De plus, l'estimation de l'exposition est déterminée en partie par les hypothèses concernant la position de la tête des occupants par rapport à la couche de fumée chaude qui se forme à proximité des plafonds et descend au fur et à mesure que l'incendie se développe.

Les lignes directrices fournies dans la présente Norme internationale sont fondées sur le meilleur jugement scientifique disponible en utilisant une base de connaissances récente, mais non exhaustive, sur les conséquences d'une exposition humaine aux effluents du feu. Pour des raisons éthiques, une grande partie de la méthodologie décrite n'a pas été et ne peut pas être validée expérimentalement sur des êtres humains. Toutefois, en ce qui concerne le monoxyde de carbone qui est le principal facteur entravant l'évacuation et la cause la plus fréquente des accidents mortels dus au feu, la base de données est en réalité assez complète et bien validée par un retour d'expérience sur l'homme.

Comme pour toute méthodologie prédictive, une incertitude est associée à l'application de la présente Norme internationale. Une estimation de l'incertitude associée à chaque procédure est fournie, l'utilisateur étant invité à déterminer l'importance de ces incertitudes dans l'estimation du résultat d'un scénario feu donné.

## **iTeh STANDARD PREVIEW** **(standards.iteh.ai)**

ISO 13571:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7d0e694-6603-42e6-8422-83cefc90a39e/iso-13571-2012>

# Composants dangereux du feu — Lignes directrices pour l'estimation du temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale constitue l'un des nombreux outils pouvant être utilisés en ingénierie de la sécurité incendie. Elle est destinée à être utilisée conjointement à des modèles pour l'analyse du déclenchement et du développement du feu, de la propagation du feu, de la formation et du déplacement des fumées, de la génération, du transport et de la décroissance des espèces chimiques, et du déplacement des personnes, ainsi que pour la détection et la suppression de l'incendie. La présente Norme internationale ne doit être utilisée que dans ce contexte.

La présente Norme internationale est destinée à traiter des conséquences d'une exposition humaine aux composants dangereux du feu. Les concentrations des effluents du feu en fonction du temps et l'environnement thermique d'un feu sont déterminées par la vitesse de développement du feu, les taux de production des divers gaz de combustion produits par les combustibles impliqués, les caractéristiques de décroissance de ces gaz de combustion et le modèle de ventilation (voir A.1). Une fois ces paramètres déterminés, la méthodologie présentée dans la présente Norme internationale peut être utilisée pour estimer le temps dont les individus peuvent disposer avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises.

En prenant des précautions, ces lignes directrices peuvent également s'appliquer à l'estimation du délai imparti pour le sauvetage de personnes immobilisées par des blessures, un état pathologique, etc.

La présente Norme internationale établit des procédures permettant d'évaluer les composants dangereux lors d'une analyse des dangers du feu en termes d'état des êtres humains exposés à des intervalles de temps discrets. Elle permet d'estimer le temps dont disposent les occupants avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises (voir A.2). Elle permet d'estimer l'effet de conditions de tenabilité compromises pour chacun des composants des effluents du feu, l'effet le plus important étant celui qui se manifeste en premier.

Bien que le concept de conditions de tenabilité compromises soit compatible avec la définition de l'incapacitation (voir l'ISO 13943), ce dernier terme n'est pas utilisé dans la présente Norme internationale en raison de son interprétation potentiellement large permettant d'inclure de nombreux effets, y compris un collapsus cardiovasculaire et une perte de connaissance qui ne sont pas traités. La présente Norme internationale se concentre spécifiquement sur les conditions de tenabilité compromises qui sont influencées par les réponses physiologiques et comportementales engendrées par une exposition aux composants dangereux du feu.

Les composants dangereux traités comprennent la toxicité des effluents du feu, la chaleur et l'obscurcissement par la fumée. Lorsque la composition des effluents est disponible, le modèle de gaz toxique doit être utilisé pour l'évaluation de la toxicité des effluents du feu. Lorsque la composition des effluents est inconnue, un modèle supplémentaire de perte de masse utilisant des valeurs génériques de potentiel toxique est fourni.

## 2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour 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 13943, *Sécurité au feu — Vocabulaire*

## 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

#### tenabilité

aptitude des individus à assurer des fonctions cognitives et motrices à un niveau acceptable lorsqu'ils sont exposés à un environnement d'incendie

NOTE Si les individus exposés sont capables d'assurer des fonctions cognitives et motrices à un niveau acceptable, l'exposition est dite supportable. Sinon, l'exposition est dans des conditions de tenabilité compromises.

## 4 Principes généraux

### 4.1 Temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises

Le temps dont disposent les individus avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises est le plus court des quatre temps estimés en tenant compte des gaz de combustion asphyxiants, des gaz de combustion irritants, de la chaleur et de l'obscurcissement par la fumée.

Le contexte et les mécanismes du composant dangereux lié à la toxicité des effluents du feu sont traités à l'Annexe A. Les effets des toxiques asphyxiants, le monoxyde de carbone et le cyanure d'hydrogène (voir A.3), ainsi que ceux des irritants sensoriels pour les yeux et les voies respiratoires supérieures (voir A.4) y sont décrits de manière détaillée.

Les réactions à ces expositions concernent les fonctions des systèmes cardiovasculaire, respiratoire et neurologique de l'homme, qui dépendent des caractéristiques physiques intrinsèques (par exemple âge, masse corporelle, état cardio-pulmonaire préexistant) ainsi que de considérations environnementales et de l'activité physique au moment de l'exposition. De ce fait, les réactions humaines individuelles peuvent être extrêmement variables et il est donc difficile de les réduire à des équations techniques utiles pour prédire les conditions de tenabilité compromises sans une simplification considérable, l'application de nombreuses hypothèses et l'exclusion de circonstances inhabituelles.

En ce qui concerne la sensibilité des individus aux agressions d'une exposition au feu, la principale hypothèse de la présente Norme internationale est que toutes les réactions des occupants sont traitées comme une distribution statistique *a priori* log-normale par rapport à un temps médian, la moitié de la population subissant une exposition supportable et l'autre moitié subissant des conditions de tenabilité compromises (voir 5.4). D'autres distributions statistiques sont possibles, mais en l'absence de données réelles, la distribution log-normale est la plus valable.

### 4.2 Modèle de gaz toxiques

**4.2.1** Les modèles de gaz toxique décrits dans la présente Norme internationale traitent d'effets qui sont considérés négatifs pour la tenabilité. Du fait qu'ils ne sont pas liés physiologiquement et qu'ils sont indépendants du point de vue de leur mécanisme, les toxiques asphyxiants et les toxiques irritants sont traités séparément (voir A.3 et A.4).

En ce qui concerne les toxiques irritants, seuls ceux qui provoquent une irritation sensorielle des yeux et des voies respiratoires supérieures sont considérés dans la présente Norme internationale comme ayant des effets sur la tenabilité (voir A.4.2). Les graves effets d'une irritation pulmonaire se manifestent dans un délai de quelques heures à plusieurs jours après l'exposition et ne sont normalement pas censés avoir une incidence directe sur la tenabilité (voir A.4.3).

**4.2.2** Le principe de base pour estimer le composant asphyxiant dans une analyse du risque toxique concerne la dose d'exposition de chaque toxique, c'est-à-dire l'aire intégrée sous chaque courbe concentration-temps. Les doses effectives fractionnelles (FED, *fractional effective doses*) sont déterminées pour chaque asphyxiant à chaque incrément de temps discret. Le temps auquel leur somme cumulée dépasse une valeur seuil spécifiée représente le temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises par rapport à des critères de sécurité choisis.

**4.2.3** Le principe de base pour estimer le composant irritant sensoriel pour les yeux et les voies respiratoires supérieures dans une analyse du risque toxique concerne la concentration de chaque irritant. Les concentrations



effectives fractionnelles (FEC, *fractional effective concentrations*) sont déterminées pour chaque irritant à chaque incrément de temps discret. Le temps auquel leur somme dépasse une valeur seuil spécifiée représente le temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises par rapport à des critères de sécurité choisis.

#### 4.3 Modèle de perte de masse

Le modèle de perte de masse fournit une estimation simplifiée du temps dont disposent les occupants avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises en utilisant les données de potentiel toxique létal des effluents totaux du feu obtenues par des méthodes d'essai en laboratoire (ISO 13344). Toutefois, il ne fait pas la distinction entre les effets toxiques des différents composants des effluents du feu. Le principe de base concerne les doses d'exposition des effluents du feu produits par les matériaux et les produits, c'est-à-dire les aires intégrées sous leurs courbes concentration-temps. Les FED sont déterminées pour les effluents du feu à chaque incrément de temps discret. Le temps auquel leur somme cumulée dépasse une valeur seuil spécifiée représente le temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises par rapport à des critères de sécurité choisis.

#### 4.4 Modèle de chaleur et d'énergie rayonnante

La chaleur et l'énergie rayonnante sont estimées en utilisant un modèle de FED analogue à celui utilisé pour les gaz de combustion. Le temps auquel la somme cumulée des doses fractionnelles de chaleur et d'énergie rayonnante dépasse une valeur seuil spécifiée représente le temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises par rapport à des critères de sécurité choisis.

#### 4.5 Modèle d'obscurcissement par la fumée

Lorsque la densité de fumée atteint un certain niveau, les occupants ne peuvent plus distinguer visuellement les délimitations et perdent conscience de leur position par rapport aux portes, aux murs, aux fenêtres, etc., même s'ils sont familiers des lieux. Lorsque cela se produit, les occupants qui peuvent tenter de s'échapper ou d'effectuer des tâches peuvent être désorientés au point que les conditions de tenabilité sont compromises. Le modèle est basé sur le concept de contraste minimum détectable, c'est-à-dire la différence minimale de luminosité visible entre un objet et l'arrière-plan.

NOTE En ce qui concerne les occupants qui ne sont pas engagés dans une activité cognitive ou d'habileté motrice, l'obscurcissement par la fumée seul ne devrait pas compromettre la tenabilité.

#### 4.6 Hypothèses et exclusions

- a) Les toxiques asphyxiants, les irritants, la chaleur et la réduction de la visibilité sont chacun considérés comme agissant séparément. On sait qu'il existe un certain degré d'interaction entre ces agressions (voir A.6), mais il est jugé secondaire.
- b) Les toxiques asphyxiants sont connus pour provoquer une certaine augmentation de la fréquence respiratoire des occupants exposés, suivie d'une diminution de la fréquence respiratoire lorsque la narcose commence à apparaître. Les fluctuations résultantes de l'absorption de toxiques dues à ces effets sont jugées secondaires.
- c) Les occupants exposés sont considérés comme se trouvant dans des conditions environnementales ambiantes relativement normales et à des altitudes au-dessous desquelles une concentration réduite d'oxygène pourrait être un facteur, et comme effectuant un niveau modéré d'activité physique. Tout écart par rapport à ces conditions peut avoir une incidence sur la sensibilité, mais les données quantitatives justificatives sont rares.
- d) Les effets des aérosols et des particules et toutes les interactions avec les composants gazeux des effluents du feu ne sont pas pris en compte. La forme physique des effluents toxiques est connue pour avoir certains effets notables mais, dans la présente Norme internationale, ils sont considérés comme secondaires par rapport aux effets directs des effluents en phase vapeur.

- e) Les effets nocifs pour la santé consécutifs à une exposition à des atmosphères d'incendie ne sont pas pris en compte, bien qu'il soit reconnu qu'ils apparaissent. Des affections préexistantes peuvent être aggravées et des séquelles potentiellement mortelles peuvent apparaître à la suite d'une exposition à des asphyxiants et à des irritants pulmonaires (voir A.3 et A.4.3). Les effets sur les voies respiratoires inférieures se manifestent généralement à beaucoup plus longue échéance que ceux associés au feu réel et, bien que mentionnés, ne sont pas pris en compte dans les exigences de la présente Norme internationale.
- f) Les premières conséquences d'une réduction de la visibilité par la fumée (par exemple reconnaissance de la présence d'un feu, vue claire des chemins d'évacuation) sont de nature comportementale et ne sont pas incluses. Toutefois, un obscurcissement par la fumée d'une telle intensité que les occupants sont désorientés pose une limite en ce qui concerne le délai pendant lequel une évacuation peut être tentée et est pris en compte.

Les équations fournies dans la méthodologie décrite dans la présente Norme internationale permettent d'estimer l'état des occupants exposés à des intervalles de temps discrets pendant le déroulement d'un scénario feu jusqu'au moment où une telle exposition peut compromettre les conditions de tenabilité. Si le temps estimé est jugé excessivement limité, diverses stratégies de protection doivent alors être envisagées par le professionnel en sécurité incendie.

## 5 Portée et utilisation

**5.1** La présente Norme internationale a pour objet de fournir aux ingénieurs des lignes directrices simplifiées, mais robustes, leur permettant d'estimer le temps dont disposent les occupants avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises, dans le cadre de l'évaluation des capacités de sécurité incendie d'une structure soumise à des conditions générales d'incendie de référence. Une telle estimation de la tenabilité pour les occupants concerne en dernier ressort leur aptitude à assurer des fonctions cognitives et motrices à un niveau acceptable. En général, les performances acceptables peuvent inclure l'un quelconque des nombreux résultats souhaitables, notamment l'évacuation vers un lieu de refuge ou, si l'évacuation n'est pas une option envisageable, le maintien de ces fonctions sur place si nécessaire.

**NOTE** Si l'évacuation vers un lieu de refuge est le résultat à prendre en considération, le temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises peut raisonnablement être assimilé au temps disponible pour l'évacuation en sécurité (ASET, *available safe escape time*).

**5.2** La présente Norme internationale étant utilisée avec un nombre considérable d'hypothèses de simplification, elle traite des réactions de la population globale telle que représentée par une distribution statistique. Elle n'est pas destinée à fournir des lignes directrices pour une évaluation détaillée de l'agression subie par des individus spécifiques susceptibles d'être exposés à une atmosphère de combustion donnée, comme cela est généralement nécessaire dans les enquêtes de médecine légale. Par ailleurs, la présente Norme internationale est axée sur l'évaluation de la tenabilité pour un occupant, alors que les enquêtes de médecine légale s'intéressent généralement aux conséquences de conditions de tenabilité compromises. Ces objectifs sont assez différents. Les enquêtes de médecine légale peuvent aussi être extrêmement compliquées, impliquant une caractérisation détaillée des occupants spécifiques exposés ainsi qu'une expertise en termes d'interprétation allant bien au-delà de ce qui peut raisonnablement figurer dans une norme donnant des lignes directrices.

**5.3** Les concepts de dose effective fractionnelle (FED)<sup>[1]</sup> et de concentration effective fractionnelle (FEC)<sup>[2]</sup> sont fondamentaux pour la méthodologie de la présente Norme internationale. Ces deux concepts se rapportent à la manifestation des effets physiologiques et comportementaux que présentent les sujets exposés.

**5.4** La variabilité des réactions de l'homme aux agressions toxicologiques est mieux représentée par une distribution statistique tenant compte de la sensibilité variable à l'agression. Certaines personnes sont plus sensibles que la moyenne alors que d'autres peuvent être moins sensibles (voir A.5). Dans la présente Norme internationale, les valeurs de FED ou FEC de 1,0 correspondent, par définition, à la valeur médiane d'une distribution log-normale des réactions, la moitié de la population étant moins sensible et l'autre moitié étant plus sensible. Cela signifie que, statistiquement, 50 % de la population devraient subir des conditions supportables (c'est-à-dire être capables d'assurer des fonctions cognitives et motrices à un niveau acceptable) et 50 %

des conditions de tenabilité compromises (c'est-à-dire être incapables d'assurer des fonctions cognitives et motrices à un niveau acceptable).

Sachant que les critères de seuil de FED ou FEC de 1,0 servent statistiquement à protéger uniquement la moitié de la population, les utilisateurs de la présente Norme internationale doivent utiliser des critères de seuil de FED ou FEC réduits pour répondre à des objectifs de sécurité incendie plus conservateurs. La présente Norme internationale offre la possibilité de choisir des critères de seuil de FED ou FEC appropriés selon le cas. Des lignes directrices sont fournies en A.5.2. Quelle que soit la justification des critères de seuil de FED et FEC choisis, il est nécessaire d'utiliser une seule valeur pour FED et FEC dans une estimation donnée du temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises.

**5.5** Il convient de ne pas interpréter l'exposition des occupants à des conditions supportables comme équivalente à l'absence de préjudice après exposition. L'exposition aux toxiques des gaz de combustion qui ne compromettent pas les conditions de tenabilité peuvent néanmoins entraîner divers effets susceptibles d'allonger le temps d'évacuation et donc d'augmenter l'intensité de l'exposition aux effluents du feu et entraîner des problèmes de santé après l'exposition; voir l'Annexe A. Toutefois, la quantification de ces effets, notamment dans des conditions où des mesures post-traumatiques efficaces sont de pratique courante dans le cadre d'une intervention médicale, ne relève pas du domaine d'application de la présente Norme internationale.

**5.6** Les concentrations en fonction du temps des effluents du feu auxquelles sont exposés les occupants, éventuellement en mouvement, ne peuvent être déterminées qu'en utilisant des modèles numériques de feu ou une série d'expérimentations en vraie grandeur. Il n'est pas valable d'insérer les concentrations des effluents du feu ou les valeurs de densité optique de la fumée obtenues par des méthodes d'essai au banc dans les équations présentées dans la présente Norme internationale.

**5.7** La méthodologie décrite pour les expositions à des gaz toxiques ne peut pas être validée sur des personnes. Il est nécessaire de reconnaître qu'une incertitude est associée à la fidélité des données expérimentales sur lesquelles sont fondées les équations, à la représentation de ces données par des fonctions algébriques, à l'exactitude des hypothèses concernant l'absence d'interaction des gaz de combustion les uns avec les autres et avec la chaleur, à la sensibilité des personnes par rapport à celle des animaux d'essai, etc. Ces incertitudes sont estimées dans les paragraphes suivants. Comme pour tout calcul technique, il convient d'inclure les incertitudes dans l'estimation de l'incertitude globale d'une analyse des dangers du feu ou des risques d'incendie. L'utilisateur peut ainsi déterminer si les résultats de ces deux analyses sont vraiment différents ou s'il est impossible de les différencier.

**NOTE** L'incertitude résultante associée au temps estimé disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises dépend d'une manière non linéaire de l'incertitude associée aux calculs de FED et de FEC (par exemple, ces incertitudes peuvent avoir une incidence réduite sur le résultat estimé de feux se développant rapidement.)

**5.8** Il existe très peu d'informations fiables sur les expositions à des gaz asphyxiants de moins de 1 min ou de plus de 1 h. Par conséquent, l'exactitude des équations de la présente Norme internationale et les estimations obtenues pour des scénarios de feux de très courte durée ou de très longue durée sont incertaines. En raison de ces incertitudes, les estimations du temps disponible pour l'évacuation inférieures à 1 min doivent être rapportées sous la forme < 1 min, et des précautions doivent être prises lors des estimations relatives à des expositions des occupants de plus de 1 h.

**NOTE** En raison des incertitudes impliquées, les différences inférieures à 1 min entre des estimations comparatives du temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises sont généralement insignifiantes.

## 6 Modèles de gaz toxiques

### 6.1 Modèle de gaz asphyxiants

**6.1.1** Les doses efficaces fractionnelles (FED) sont déterminées pour chaque asphyxiant à chaque incrément de temps discret. Le temps auquel leur somme cumulée dépasse une valeur seuil spécifiée représente le temps disponible avant que les conditions de tenabilité ne soient compromises par rapport à des critères de

sécurité choisis (voir 5.3). Le principe du modèle, dans sa forme la plus simple pour calculer la dose effective fractionnelle,  $X_{FED}$ , est illustré dans l'Équation (1):

$$X_{FED} = \sum_{i=1}^n \sum_{t_1}^{t_2} \frac{C_i}{(C \cdot t)_i} \Delta t \quad (1)$$

où

$C_i$  est la concentration moyenne, exprimée en  $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ , d'un gaz asphyxiant «i» sur l'incrément de temps choisi;

$\Delta t$  est l'incrément de temps choisi, exprimé en minutes;

$(C \cdot t)_i$  est la dose d'exposition entraînant une compromission des conditions de tenabilité pour les occupants, exprimée en minutes multipliées par  $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ .

En estimant les effets différentiels,  $\Delta X_{FED}$ , sur les doses effectives fractionnelles (FED),  $X_{FED}$ , pour chaque incrément de temps discret,  $\Delta t$ ,  $C_i = C$ , et l'Équation (1) se réduit à:

$$X_{FED} = \sum_{i=1}^n \sum_{t_1}^{t_2} \frac{1}{t_i} \cdot \Delta t \quad (1a)$$

où le temps  $t_i$  à la tenabilité compromise due au composant «i» est une fonction de sa concentration, avec l'annulation des unités de temps pour donner une fraction sans dimension pour  $X_{FED}$ .

Pour le monoxyde de carbone:

$$t_{CO} = \frac{35\,000}{\varphi_{CO}}$$

ISO 13571:2012

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/b7d0e694-6603-42e6-8422-85ce90a59c/iso-13571-2012>

où  $\varphi_{CO}$  est la concentration moyenne de CO, exprimée en  $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ , pour chaque incrément de temps,  $\Delta t$ , exprimé en minutes.

NOTE 1 La dose de CO compromettant les conditions de tenabilité,  $(C \cdot t)$ , de 35 000  $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{min}$  a été obtenue par des expériences menées sur de jeunes babouins soumis à un paradigme d'évacuation<sup>[3]</sup>. En utilisant l'équation de Stewart-Peterson<sup>[4]</sup>, une dose de 35 000  $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}\cdot\text{min}$  produirait approximativement une saturation du sang en carboxyhémoglobine de 30 % chez des hommes adultes ayant une masse corporelle moyenne et une ventilation-minute de 20  $\text{l}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Pour le cyanure d'hydrogène:

$$t_{HCN} = 1,2 \times 10^6 \times \varphi_{HCN}^{-2,36}$$

où  $\varphi_{HCN}$  est la concentration moyenne, exprimée en  $\mu\text{l}\cdot\text{l}^{-1}$ , de HCN, pour chaque incrément de temps,  $\Delta t$ , exprimé en minutes.

NOTE 2 La dose de HCN compromettant les conditions de tenabilité ne peut pas être représentée par une constante. De ce fait, l'expression exponentielle présentée constitue le meilleur ajustement aux données obtenues lors d'études réalisées sur des macaques<sup>[2]</sup>, la forme de la courbe ayant été modifiée pour une extrapolation aux concentrations plus élevées et plus faibles basées sur les données obtenues sur des rongeurs. Les résultats sont cohérents avec les réactions humaines, dans la mesure où elles sont connues.

**6.1.2** Une forme développée de l'Équation (1) est illustrée par l'Équation (2) pour la détermination des valeurs de FED pour le monoxyde de carbone (CO) et le cyanure d'hydrogène (HCN).

$$X_{FED} = \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\varphi_{CO}}{35\,000} \Delta t + \sum_{t_1}^{t_2} \frac{\varphi_{HCN}^{2,36}}{1,2 \times 10^6} \Delta t \quad (2)$$

où