
**Ingénierie de la sécurité incendie —
Informations techniques sur les
méthodes d'évaluation du comportement
et du mouvement des personnes**

*Fire-safety engineering — Technical information on methods for
evaluating behaviour and movement of people*

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 16738:2009](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1507bfba-08cd-497c-a61c-472c81ad7566/iso-tr-16738-2009)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1507bfba-08cd-497c-a61c-472c81ad7566/iso-tr-16738-2009>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO/TR 16738:2009](#)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1507bfba-08cd-497c-a61c-472c81ad7566/iso-tr-16738-2009>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2009

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
Web 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 Symboles	3
5 Intégration du comportement et du mouvement à la conception par objectifs.....	4
5.1 Généralités	4
5.2 Principes de base de la conception par objectifs en matière de sécurité des personnes	4
5.3 Calculs de l'ASET.....	5
5.4 Calculs du RSET	5
5.5 Stratégies d'évacuation.....	6
5.6 Marge de sécurité	6
5.7 Éléments utilisés pour la quantification du RSET.....	7
6 Scénarios comportementaux de dimensionnement pour la quantification du RSET	9
7 Estimation des temps de pré-mouvement	10
8 Estimation des temps de déplacement	10
9 Interactions entre le temps de pré-mouvement, le temps de marche et le temps de passage des sorties.....	11
10 Calcul des temps d'évacuation pour les enceintes individuelles et les bâtiments à plusieurs étages ou à plusieurs enceintes	11
11 Effets des effluents et de la chaleur du feu sur l'ASET et le RSET	13
11.1 Généralités	13
11.2 Critères simples reposant sur l'exposition zéro.....	15
11.3 Propension à entrer dans la fumée.....	15
11.4 Capacité à se déplacer dans la fumée	15
11.5 Effets de la fumée sur la vitesse de marche	16
11.6 Effets de la visibilité ou de l'exposition au feu ou à la chaleur.....	16
11.7 Effets de l'exposition aux gaz toxiques.....	16
Annexe A (informative) Directives sur l'évaluation des temps de détection et d'alerte	17
Annexe B (informative) Comportements lors du pré-mouvement et leurs déterminants.....	19
Annexe C (informative) Informations détaillées nécessaires pour les calculs du RSET.....	22
Annexe D (informative) Scénarios comportementaux de dimensionnement pour la détermination des variables par défaut du RSET.....	25
Annexe E (informative) Données sur les distributions des temps de pré-mouvement et leurs dérivées	33
Annexe F (informative) Temps de début d'évacuation des méthodes de vérification utilisées pour les évacuations sécurisées au Japon.....	42
Annexe G (informative) Directives sur les vitesses de déplacement et les flux de passage	45
Annexe H (informative) Exemples d'interactions entre les temps de pré-mouvement et les temps de déplacement.....	57
Annexe I (informative) Effets de la fumée sur la vitesse de marche.....	60
Bibliographie	62

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.

Exceptionnellement, lorsqu'un comité technique a réuni des données de nature différente de celles qui sont normalement publiées comme Normes internationales (ceci pouvant comprendre des informations sur l'état de la technique par exemple), il peut décider, à la majorité simple de ses membres, de publier un Rapport technique. Les Rapports techniques sont de nature purement informative et ne doivent pas nécessairement être révisés avant que les données fournies ne soient plus jugées valables ou utiles.

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/TR 16738 a été élaboré par le comité technique ISO/TC 92, *Sécurité au feu*, sous-comité SC 4, *Ingénierie de la sécurité incendie*.

Introduction

Le présent Rapport technique fournit des informations (parfois appelées «conseils» ou «directives», bien qu'il ne soit nullement question d'élaborer des directives d'application obligatoire) sur les méthodes d'ingénierie actuellement disponibles pour l'évaluation des aspects portant sur la sécurité des personnes d'une conception d'ingénierie de la sécurité incendie pour l'environnement bâti, y compris les structures comme les tunnels, complexes souterrains, bateaux et véhicules. Des conseils sont donnés pour l'évaluation et la gestion du comportement des occupants, notamment le comportement pendant l'évacuation, en cas d'incendie et pour l'évaluation de l'état des occupants et de leurs capacités, notamment en rapport avec les effets d'une exposition aux effluents et à la chaleur du feu.

Les directives sont centrées sur l'évacuation des occupants, bien que dans certaines situations le maintien sur place ou le transfert vers une autre zone de refuge ou de sécurité puisse constituer une alternative appropriée. L'un des principes de base de la conception fondée sur la performance (ingénierie de la sécurité incendie) est que le temps disponible pour l'évacuation du bâtiment (ASET) est supérieur au temps nécessaire à l'évacuation des occupants (RSET) avec une marge de sécurité adéquate.

En cas d'incendie dans lequel les occupants peuvent être exposés à des effluents et/ou à la chaleur du feu, l'objectif de la stratégie d'ingénierie de la sécurité incendie est généralement que cette exposition n'empêche ni ne gêne l'évacuation en toute sécurité (si elle est nécessaire) de l'ensemble des occupants, sans effets graves pour leur santé.

Les objectifs possibles d'une conception en sécurité incendie peuvent être de s'assurer que les occupants qui se trouvent hors de la zone à l'origine du feu sont en mesure d'atteindre (ou de rester dans) une zone de sécurité, sans jamais être au contact ou sans même être conscients de la présence des effluents et/ou de la chaleur du feu, tandis que ceux qui se trouvent dans l'enceinte à l'origine du feu ne sont pas soumis à des conditions mettant leur vie en danger. Ces objectifs sont proposés comme principaux critères de conception pour la sécurité de la majorité des occupants de structures à plusieurs compartiments.

Il existera inévitablement des scénarios potentiels dans lesquels certains occupants prendront conscience du feu ou de ses effluents ou y seront exposés, notamment s'ils se trouvent dans l'enceinte à l'origine du feu. Cela peut aller de la vision de flammes ou de fumée ou d'une exposition à une légère contamination par la fumée, phénomènes courants dans la plupart des incendies, jusqu'à des expositions mettant en danger la vie des personnes. Pour tous les scénarios, il est important de pouvoir évaluer les réactions comportementales probables et les effets de ces situations, soit dans le cadre de la conception globale, soit dans le cadre de l'évaluation du risque d'incendie.

Afin de réaliser ces évaluations, des données d'entrée détaillées sont requises dans quatre domaines principaux:

- la stratégie de conception du bâtiment et de gestion de la sécurité des personnes en cas d'urgence;
- les caractéristiques des occupants;
- la dynamique de modélisation feu;
- les effets d'une intervention.

La réponse des occupants face à une situation d'incendie est influencée par toute une gamme de variables dans ces quatre catégories, liées à la caractérisation des occupants en termes de nombre, de répartition dans le bâtiment à différents moments, de leur connaissance du bâtiment, de leurs capacités et incapacités, des comportements et d'autres attributs; la caractérisation du bâtiment comprenant son utilisation, son aménagement et ses services, la capacité d'alerte, les moyens d'évacuation et la stratégie de gestion en situation d'urgence; l'interaction de tous ces dispositifs avec le scénario d'incendie et les dispositions pour l'intervention d'urgence (sapeurs-pompiers et équipements de secours).

Des directives sont fournies concernant

- a) l'évaluation des temps d'évacuation des occupants et d'évacuation des bâtiments:
- pour les occupants n'étant pas affectés directement par le feu (par exemple dans des endroits du bâtiment éloignés du compartiment en feu);
 - pour les occupants dont le comportement d'évacuation et, par conséquent, le RSET sont influencés par les effluents et la chaleur du feu.
- b) l'évaluation de l'ASET par rapport aux limites de tolérance aux effluents et à la chaleur du feu.

NOTE Pour plus d'informations sur les méthodes de calcul employées pour l'évaluation de la tolérance en relation avec l'exposition aux effluents et à la chaleur du feu, le lecteur est invité à consulter l'ISO 13571.

Le temps nécessaire à l'évacuation dépend d'une série de processus, à savoir

- le temps écoulé entre l'initiation et la détection du feu,
- le temps écoulé entre la détection du feu et la consigne d'évacuation générale donnée aux occupants,
- le temps d'évacuation, qui est scindé en deux phases principales:
 - le temps de pré-mouvement, c'est-à-dire le temps nécessaire pour prendre conscience de l'urgence et pour effectuer une série d'activités avant la phase de cheminement d'évacuation;
 - le temps de déplacement, c'est-à-dire le temps nécessaire pour que les occupants se rendent dans un endroit sécurisé.

Les temps écoulés entre l'initiation et la détection et entre l'initiation et l'alarme sont traités dans l'ISO/TR 13387-7. En ce qui concerne le temps de pré-mouvement et les temps de reconnaissance et de réaction, les études menées sont essentiellement qualitatives (voir Références [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7], [8] ainsi que l'ISO 13387-8) et décrivent les facteurs psychologiques, comportementaux et physiologiques affectant la détection et la reconnaissance des incendies et la grande variété de comportements rencontrés parmi les groupes d'occupants. Il existe quelques méthodes permettant de quantifier ces phénomènes et leurs interactions, bien que certaines données sur les distributions des temps de réaction soient issues d'observations du comportement durant des urgences simulées ou réelles, voir Références [4], [5], [9]. Ces études ont montré que les temps globaux nécessaires pour ces types de comportements peuvent représenter la majeure partie du temps nécessaire à l'évacuation.

Les déplacements en direction des sorties de secours et des voies d'évacuation font intervenir des processus plus physiques, qui ont été relativement bien quantifiés et qui relèvent de méthodes de calculs relativement simples pour les besoins de la conception, voir Références [10], [11], [12], [13]. Néanmoins, les temps de déplacement peuvent être affectés par des comportements comme la recherche et le choix de la sortie. En outre, certains phénomènes physiques, comme la convergence des flux, n'ont pas encore été évalués de manière appropriée, voir Références [11] et [14].

Il existe des interactions considérables entre les différents aspects du temps de pré-mouvement et les temps de déplacement pour la détermination des temps d'évacuation totaux des groupes d'occupants d'un bâtiment. Celles-ci ont des implications considérables pour les évaluations de conception par objectifs, voir Références [6], [14], [15], [16]. Les utilisateurs du présent Rapport technique sont considérés comme suffisamment qualifiés et compétents dans les domaines de l'ingénierie de la sécurité incendie et de l'évaluation du risque d'incendie. Il est particulièrement important que les utilisateurs comprennent les paramètres mis en œuvre par les différentes méthodologies. Les utilisateurs sont avertis que les méthodes mises au point et les hypothèses fondées sur les observations concernant l'évacuation des bâtiments peuvent ne pas être directement applicables aux différentes natures d'exploitation ou à d'autres environnements bâtis, comme les tunnels ou les bateaux.

Ingénierie de la sécurité incendie — Informations techniques sur les méthodes d'évaluation du comportement et du mouvement des personnes

1 Domaine d'application

Le présent Rapport technique est destiné à renseigner les concepteurs, les autorités réglementaires et les professionnels de la sécurité incendie sur les méthodes d'ingénierie disponibles pour les stratégies d'évacuation relatives à l'évaluation de la sécurité des personnes d'une conception utilisant l'ingénierie de la sécurité incendie. Les informations concernent l'évaluation, la quantification et la gestion du comportement des occupants, notamment le comportement lors d'une évacuation, en cas d'incendie.

Le présent Rapport technique porte sur les paramètres sur lesquels reposent les principes de base de la conception de la sécurité des personnes et fournit des informations sur les processus, évaluations et calculs nécessaires pour déterminer la localisation et l'état des occupants du bâtiment en fonction du temps.

Le présent Rapport technique fournit des informations sur les méthodes utilisées lors de la conception pour la quantification des différents aspects du comportement humain en cas d'évacuation. Il est destiné à être utilisé conjointement avec les parties de l'ISO/TR 13387 et les documents de directives et normes associés. Ces derniers fournissent des informations utiles pour l'évaluation de la sécurité des personnes et indiquent comment inclure les résultats de cette évaluation dans l'ingénierie de la sécurité incendie appliquée à la conception.

L'utilisation des ascenseurs pour l'évacuation lors d'une situation d'urgence n'est pas traitée dans le présent Rapport technique.

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/TR 13387-8, *Ingénierie de la sécurité contre l'incendie — Partie 8: Sécurité des personnes — Comportement des occupants, emplacement et état physique*

ISO 13943, *Sécurité au feu — Vocabulaire*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO/TR 13387-8 et l'ISO 13943 ainsi que les suivants s'appliquent.

NOTE Il a cependant été nécessaire d'ajouter certains termes pour identifier des éléments particuliers du comportement qui sont utiles pour la quantification des temps d'évacuation du bâtiment et des personnes.

3.1
scénario comportemental de dimensionnement
description qualitative des caractéristiques des occupants, de l'environnement bâti et des systèmes associés, ainsi que de la dynamique d'incendie, identifiant les aspects clés des comportements d'évacuation et du temps d'évacuation du bâtiment

3.2
voie d'évacuation
itinéraire faisant partie des moyens d'évacuation d'un point quelconque d'un bâtiment jusqu'à la sortie finale ou jusqu'à un autre endroit sécurisé

3.3
temps d'évacuation du bâtiment
intervalle entre l'initiation et le moment où tous les occupants sont en mesure d'atteindre un endroit sécurisé

3.4
sortie
porte ou autre ouverture adaptée donnant accès à un endroit relativement sécurisé

3.5
temps de passage
temps nécessaire à un groupe d'occupants pour quitter une enceinte ou un bâtiment en empruntant une ou plusieurs sorties spécifiques

3.6
marge de sécurité
quantité ou facteur temps supplémentaire appliqué(e) à un calcul de conception ou à une exigence de performance pour tenir compte des incertitudes et/ou des distributions statistiques des paramètres pertinents pour la performance de conception

NOTE En ce qui concerne le comportement et l'évacuation des occupants, une marge de sécurité adéquate prend en compte les risques associés aux différentes natures d'exploitation et aux différentes personnes susceptibles de les utiliser, ainsi que les scénarios d'incendie potentiels et les incertitudes en matière de prévision de l'ASET et du RSET pour des scénarios de conception particuliers.

3.7
management
la ou les personne(s) (ou leurs actions) en charge de la surveillance globale de l'établissement lorsque les lieux sont occupés, exerçant cette responsabilité soit en propre, par exemple le propriétaire, soit par délégation (de droit statutaire)

3.8
taux de convergence
rapport du nombre de voies de passage amont sur le nombre de voies de passage aval une fois que les flux ont atteint un point de convergence ou un espace commun, ou proportion du flux aval par rapport aux flux qui se sont rejoints aux points de convergence

3.9
temps de pré-mouvement
PTAT
intervalle entre le moment où une alerte incendie est donnée et le moment où un occupant commence à se diriger vers une sortie

NOTE 1 Ce temps a deux composantes: le **temps de reconnaissance** (3.10) et le **temps de réaction** (3.11).

NOTE 2 Pour les groupes d'occupants, deux phases peuvent être identifiées:

- le temps de pré-mouvement des premiers occupants qui se déplacent;
- la distribution du temps de pré-mouvement entre les premiers et les derniers occupants qui se déplacent.

3.10**temps de reconnaissance**

intervalle entre le moment où une alerte incendie est donnée et la première réaction à cette alerte

3.11**temps de réaction**

intervalle entre le moment où a lieu la première réaction à un événement et le moment où le déplacement vers un endroit sécurisé commence

3.12**endroit sécurisé**

lieu éloigné ou isolé des effets d'un feu de sorte que ces effets ne constituent plus une menace

NOTE L'endroit sécurisé peut se trouver à l'intérieur ou à l'extérieur du bâtiment en fonction de la stratégie d'évacuation.

3.13**critères de tolérance**

exposition maximale aux dangers d'un incendie pouvant être tolérée sans provoquer d'incapacité

3.14**temps de déplacement**

temps nécessaire, une fois le mouvement vers la sortie amorcé, pour qu'un occupant d'une partie spécifiée d'un bâtiment atteigne un endroit sécurisé

3.15**vitesse de marche**

vitesse de mouvement non restreinte d'une personne

3.16**temps de marche**

temps mis par une personne pour aller de sa position de départ à la sortie la plus proche

3.17**temps d'alerte**

intervalle entre la détection du feu et le moment où une alarme générale ou autre alerte est donnée à l'ensemble des occupants dans un espace spécifié d'un bâtiment

4 Symboles

t_{ASET}	temps disponible pour l'évacuation du bâtiment
t_{RSET}	temps nécessaire à l'évacuation des occupants
t_{evac}	temps d'évacuation du bâtiment
t_{det}	temps de détection
t_{warn}	temps d'alarme générale ou d'alerte
t_{pre}	temps de pré-mouvement
t_{trav}	temps de déplacement
t_{trav} (marche)	temps de marche lors du temps de déplacement
t_{trav} (passage)	temps nécessaire pour franchir les sorties

t_{rec}	temps de reconnaissance
t_{res}	temps de réaction
t_{marg}	marge de sécurité adéquate

5 Intégration du comportement et du mouvement à la conception par objectifs

5.1 Généralités

Dans la plupart des systèmes de réglementation de la sécurité incendie, des mesures sont prises pour assurer la sécurité des occupants, comme la prévention de l'initiation, la prévention de la propagation rapide du feu, la mise à disposition d'installations et de voies d'accès pour les sapeurs-pompiers, la mise en place de systèmes de détection et d'alerte et de moyens adéquats pour l'évacuation. Ces mesures sont souvent appliquées par le biais de moyens prescriptifs couverts par des documents et des codes en référence aux exigences législatives nationales.

L'approche d'ingénierie de la sécurité incendie adoptée dans toutes les parties de l'ISO/TR 13387 est une approche par objectifs visant à atteindre un objectif global, à savoir une conception sûre en matière d'incendie. La conception globale, décrite de manière plus détaillée dans le document cadre ISO/TR 13387-1, est subdivisée en une série de sous-systèmes. L'un des principes appliqués consiste à évaluer les interrelations et interdépendances des différents sous-systèmes, et à identifier et connaître les conséquences de tous les éléments pris en compte dans chaque sous-système.

Un autre principe appliqué consiste à considérer que l'évacuation est dépendante du temps, afin de tenir compte du fait que les vrais incendies ont un taux de croissance et de propagation variant en fonction du temps. Malgré cette approche par objectifs, il faut reconnaître qu'il peut être nécessaire d'observer certains paramètres prescriptifs dans toute évaluation des dispositions de sécurité des personnes à l'intérieur d'un bâtiment.

5.2 Principes de base de la conception par objectifs en matière de sécurité des personnes

La conception en matière de sécurité des personnes consiste à prévoir des moyens de protection des occupants contre l'exposition au feu ainsi que des moyens d'évacuation. Cela consiste en général à

- prévoir des voies d'évacuation adéquates (nombre et largeur des sorties et voies d'évacuation protégées, distances de déplacement vers une sortie),
- estimer et contrôler le nombre et la densité d'occupants (par exemple facteurs d'encombrement),
- prévoir des cloisonnements coupe-feu (protection passive entre les compartiments, protection passive des voies d'évacuation, portes et couloirs coupe-feu et coupe-fumées),
- mettre en place des alertes (système de détection et d'alarme manuel ou automatique, gestion de la sécurité incendie),
- prévoir des moyens de protection active contre l'incendie (extincteurs, extraction de fumée),
- mettre en place une signalisation, un éclairage de sécurité, etc.

L'évaluation de la conception par objectifs (FSE) dépend d'une comparaison dans le temps du temps disponible pour l'évacuation des occupants (si nécessaire) ou pour qu'ils atteignent un endroit sécurisé (ASET) et du temps nécessaire à l'évacuation des personnes (RSET).

5.3 Calculs de l'ASET

Le temps disponible pour l'évacuation du bâtiment dépend de paramètres associés au danger croissant auquel sont exposés les occupants en raison du feu. À partir du moment où le feu démarre, sa sphère d'influence augmente et menace des zones plus étendues et un plus grand nombre d'occupants. Par conséquent, il existe, pour chaque espace, un temps disponible pour l'évacuation (ASET) des occupants leur permettant d'évacuer vers un endroit sécurisé, avant l'apparition de conditions rendant les lieux inhabitables. L'évaluation de ces processus pour un scénario particulier vise à calculer le moment où un occupant est soumis à une exposition incapacitante aux effluents du feu.

La prévision des temps d'ASET implique d'estimer les courbes de temps-concentration (ou d'intensité) des principaux produits toxiques, de la fumée et de la chaleur dans un incendie (voir l'ISO/TR 13387-2, l'ISO/TR 13387-3, l'ISO/TR 13387-4, l'ISO/TR 13387-5, l'ISO 16732 et l'ISO 16733) et d'en déduire et d'estimer les points limites de l'ASET pour ces dangers (voir l'ISO 13571 pour plus de détails).

5.4 Calculs du RSET

Le temps d'évacuation du bâtiment dépend d'un certain nombre de paramètres liés à la détection, à la mise en place d'alertes, au comportement et au mouvement des occupants lors de l'évacuation. La caractérisation et la détermination des comportements d'évacuation des personnes peuvent être simplifiées en deux grandes catégories:

- a) Comportements de pré-déplacement également appelés comportements de pré-mouvement: il s'agit des comportements impliqués dans les réactions des occupants avant qu'ils ne commencent à se déplacer le long des voies d'évacuation.

Bien que ces comportements puissent comporter des périodes d'inactivité des occupants, ils comprennent aussi toute une gamme de comportements impliquant un mouvement, mais ces comportements n'incluent généralement pas le mouvement vers les voies d'évacuation. Les recherches sur le comportement ont conduit à une découverte importante qui est que la phase de pré-mouvement peut souvent représenter la majeure partie du temps total d'évacuation du bâtiment, voir Références [2], [5], [6], [9], [15].

- b) Comportements lors des déplacements: il s'agit du mouvement physique des occupants dans et le long des voies d'évacuation.

Lorsqu'il est prévisible que des occupants puissent voir le feu ou de la fumée lors de leur évacuation, ou être exposés à la chaleur ou aux effluents du feu, leur activité de pré-mouvement et leur comportement lors du déplacement peuvent être affectés, auquel cas les données sur la situation d'incendie (voir Article 6) doivent être prises en compte. Des directives sur les effets de la situation d'incendie sur le RSET sont fournies dans le présent Rapport technique.

La Figure 1 fournit un schéma simplifié des processus impliqués dans l'évacuation.

L'évaluation de ces processus pour un scénario d'incendie donné a pour but de calculer le RSET.

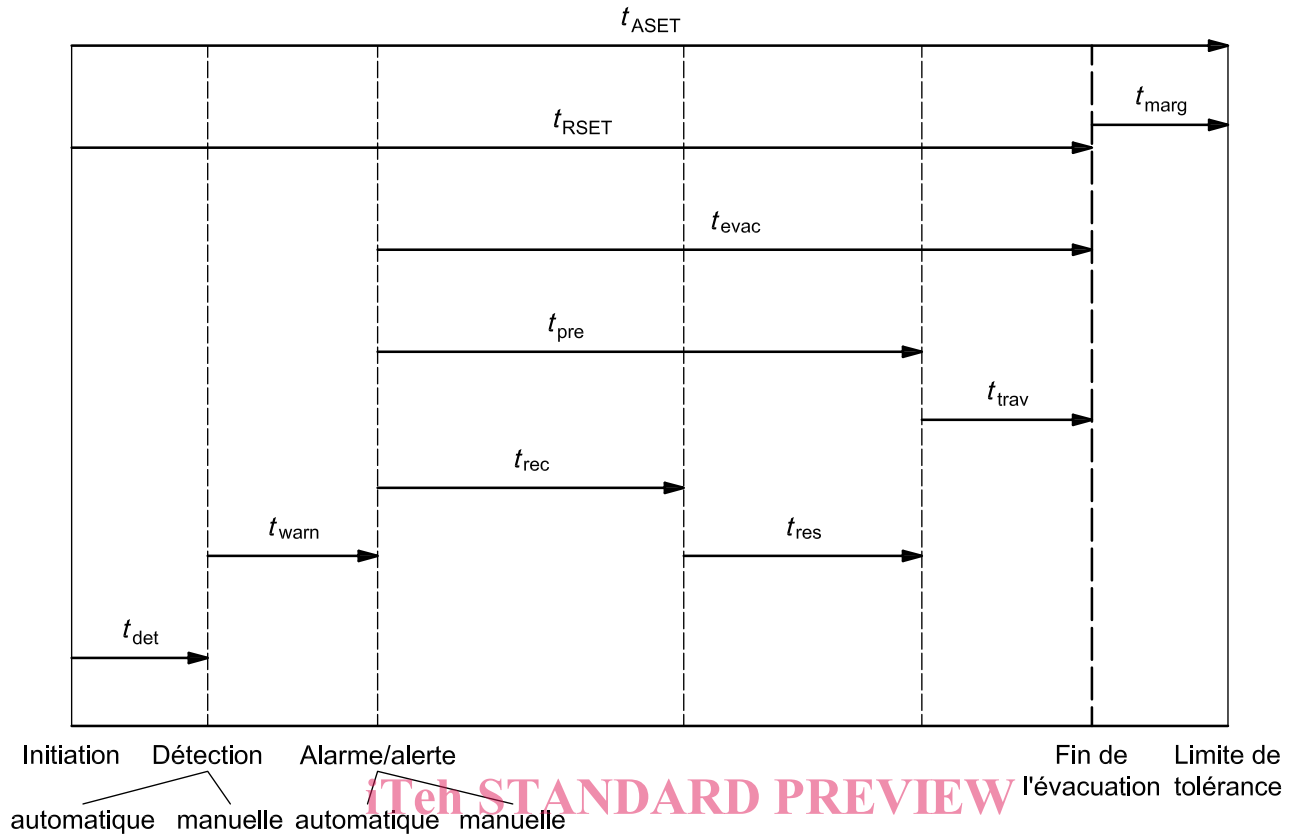


Figure 1 — Schéma simplifié des processus impliqués dans le temps d'évacuation en fonction du temps disponible pour l'évacuation du bâtiment

ISO/TR 16738:2009
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/1507bfba-08cd-497c-a61c-472c81ad7566/iso-tr-16738-2009>

5.5 Stratégies d'évacuation

La stratégie d'évacuation peut avoir un effet important sur les temps d'évacuation. L'évacuation simultanée de tous les occupants en cas de détection d'un feu n'est souvent pas la marche à suivre recommandée (ou possible) au départ pour de nombreux types de bâtiments et natures d'exploitation. Pour un grand nombre de grands bâtiments, on utilise des stratégies d'évacuation progressive, qui consistent à évacuer progressivement les occupants des différentes parties d'un bâtiment menacé par le feu. Pour ces bâtiments, la capacité des voies d'évacuation peut être insuffisante pour permettre l'évacuation simultanée et rapide de la totalité du bâtiment.

La perturbation occasionnée par l'évacuation totale d'un grand bâtiment en réponse à un incendie mineur pose également un problème. Dans certains pays, pour les appartements et les duplex par exemple, la stratégie de conception consiste à n'évacuer que le compartiment à l'origine du feu et les zones adjacentes affectées par le feu. Pour les bâtiments comme les hôpitaux, une évacuation rapide peut être impossible. On a souvent recours à une stratégie d'évacuation horizontale progressive, selon laquelle les occupants sont évacués vers un compartiment adjacent qui sert de refuge temporaire. Même lorsque l'on a recours à une stratégie d'évacuation simultanée et immédiate, le temps nécessaire à l'évacuation peut être long (jusqu'à une heure environ) pour certaines natures d'exploitation, en particulier celles impliquant des locaux à sommeil.

5.6 Marge de sécurité

5.6.1 Généralités

Une marge de sécurité adéquate prend en compte les risques associés aux différentes natures d'exploitation et aux personnes susceptibles de les utiliser, ainsi que les scénarios d'incendie potentiels et les incertitudes en matière de prévision de l'ASET et du RSET pour des scénarios de conception particuliers.

5.6.2 Conception par objectifs

La conception par objectifs repose sur des calculs d'ingénierie portant sur les différentes variables temporelles de la conception et, en particulier, l'adéquation de la marge de sécurité dépend de la rigueur des calculs de l'ASET et du RSET. Il est utile que les calculs précisent les hypothèses émises pour chaque étape de la production et de la propagation des effluents du feu, et pour chaque étape des calculs d'évacuation des occupants. Il est également utile de fournir des éléments d'audit pour chaque étape, en précisant les hypothèses émises, notamment les plages supposées de variation et d'incertitude.

L'ISO/TS 16732 fournit des lignes directrices sur les approches probabilistes permettant de gérer l'incertitude.

5.6.3 Conception déterministe

Pour les évaluations déterministes, les choix effectués pour des paramètres spécifiques peuvent être justifiés et plusieurs calculs peuvent être réalisés pour démontrer les effets des variations des paramètres clés.

Pour tout ensemble spécifique de calculs de l'ASET et du RSET, t_{marg} est représenté par la différence entre t_{ASET} et t_{RSET} , comme indiqué par l'Équation (1):

$$t_{\text{marg}} = t_{\text{ASET}} - t_{\text{RSET}} \quad (1)$$

5.6.4 Impact du scénario d'incendie

Lors de l'étude de la marge de sécurité offerte par une conception, il est important de reconnaître l'impact que peut avoir le scénario d'incendie pris en compte lors de la conception sur les dispositions concernant les moyens d'évacuation. Il peut être important d'envisager le fait que certains éléments prévus puissent ne pas être disponibles en raison de la nature, de la localisation ou d'autres impacts du feu et de ses effluents, et d'en tenir compte.

5.7 Éléments utilisés pour la quantification du RSET

La formule de base utilisée pour déterminer le temps d'évacuation d'un bâtiment est donnée par l'Équation (2):

$$t_{\text{RSET}} = t_{\text{det}} + t_{\text{warn}} + (t_{\text{pre}} + t_{\text{trav}}) \quad (2)$$

NOTE t_{RSET} (temps d'évacuation du bâtiment) comprend les quatre termes de l'Équation (2), tandis que le temps d'évacuation des personnes, t_{evac} , correspond aux deux derniers termes uniquement.

Le temps entre l'initiation et la détection, t_{det} , par un système automatique ou par le premier occupant à remarquer des signes d'incendie, dépend du système de détection incendie mis en place et du scénario d'incendie. L'ISO/TR 13387-1, l'ISO/TR 13387-2, l'ISO/TR 13387-3, l'ISO/TR 13387-4 et l'ISO/TR 13387-5 fournissent des directives sur l'estimation des caractéristiques d'augmentation du débit calorifique dans l'enceinte d'origine et l'ISO/TR 13387-7 fournit des directives sur la détection par des systèmes mécaniques et électriques. L'importance du facteur humain dans la détection et les alertes est étudiée dans l'Annexe A.

Le temps entre la détection et le déclenchement d'une alarme générale ou d'une alerte, t_{warn} , à un endroit spécifique peut varier entre zéro (lorsque le feu est détecté par un système automatique déclenchant une alarme générale dès la première détection) et quelques minutes ou plus (lorsque, par exemple, des systèmes d'alarme progressive sont utilisés ou lorsqu'il n'y a pas de détection automatique). L'Annexe A fournit des lignes directrices sur les temps d'alerte par défaut pour différentes configurations de systèmes.

Le temps de pré-mouvement, t_{pre} , est constitué de deux éléments comportementaux pour chaque occupant individuel (les temps de reconnaissance et de réaction), qui peuvent être pris en compte dans certains modèles d'évacuation. L'Annexe B donne des directives supplémentaires sur les comportements de pré-mouvement. Toutefois, en ce qui concerne les principaux éléments des temps d'évacuation du bâtiment et des groupes d'occupants, il est important de distinguer deux phases:

- la période entre le déclenchement d'une alarme générale et le déplacement des premiers occupants: temps de pré-mouvement des premiers occupants, t_{pre} (premiers occupants);

- ensuite, la distribution des temps de pré-mouvement pour le groupe d'occupants t_{pre} (distribution des occupants); elle peut être exprimée comme la distribution des temps individuels ou représentée par un temps individuel, par exemple celui du mode de population ou du dernier occupant pour se déplacer, en fonction du type d'analyse.

La quantification des temps de pré-mouvement dépend d'un grand nombre de variables, qui sont étudiées dans les Articles 6 et 7.

Le temps de déplacement des occupants de l'enceinte ou du bâtiment, t_{trav} , est subdivisé en sous-catégories, qui doivent être identifiées et évaluées lors de la revue de conception et incorporées dans l'évaluation de la performance.

Il possède deux principales composantes:

- Le temps nécessaire aux occupants pour se rendre vers une sortie menant à une voie d'évacuation protégée, temps de marche, t_{trav} (marche). Le temps de marche peut être exprimé sous forme de distribution des temps individuels ou représenté par un temps individuel, comme le temps moyen nécessaire pour aller vers les sorties ou le temps nécessaire pour que le dernier occupant se dirige vers une sortie. Ce temps dépend à son tour de la vitesse de marche de chaque occupant et de la distance qui le sépare de la sortie. Le temps de marche est déterminé par les dimensions physiques du bâtiment, la répartition des occupants et leurs vitesses de marche. Les vitesses de marche et les temps de marche dépendent de la densité des occupants, étant donné que la marche est ralentie en cas de densité d'occupants très élevée dans l'enceinte. Lorsque la marche n'est pas entravée, ce qui est le cas des faibles densités, elle représente le temps minimum nécessaire pour se diriger vers les sorties.
- Le temps nécessaire aux occupants pour franchir les sorties et les voies d'évacuation est le temps de passage, t_{trav} (passage), déterminé par la capacité de passage des sorties. Il peut également être évalué en termes d'occupants individuels ou représenté par le temps total nécessaire pour que la population d'occupants franchisse les sorties. Le temps de passage représente le temps nécessaire pour évacuer une enceinte, en supposant que tous les occupants se trouvent au niveau des sorties et que l'utilisation des sorties est optimale.

Les temps de marche et de passage peuvent servir à estimer le temps nécessaire pour qu'une population d'occupants entre dans une voie d'évacuation protégée, par exemple qu'elle arrive dans un escalier protégé en passant par les sorties d'étage, mais ces temps peuvent également s'appliquer au trajet vers les sorties finales du bâtiment en empruntant les voies d'évacuation.

La quantification des vitesses de déplacement et des flux dépend de plusieurs variables, qui sont étudiées dans les Articles 6, 8 et 9.

Le concept de «temps d'arrivée» est utile pour l'évaluation des temps d'évacuation. Le temps d'arrivée représente le temps mis par un occupant pour se présenter à une sortie après une alerte dans l'optique de quitter l'enceinte, en supposant que sa progression dans l'espace et par la sortie n'est pas entravée (de sorte que la vitesse de marche ne soit pas restreinte).

Autre concept important, celui du «temps de queue», t_{queue} . Ce temps représente le temps écoulé entre le déclenchement d'une alarme générale et celui où des queues se forment au niveau des sorties. La formation de queues se produit lorsque le taux d'arrivée des occupants au niveau des sorties dépasse le flux maximal d'occupants pouvant être accepté par les sorties.

Pour les groupes d'occupants, les temps de pré-mouvement et les temps de déplacement suivent des distributions et il y a un degré considérable d'interaction entre ces distributions.

Le comportement humain intervient dans une mesure plus ou moins grande dans tous ces processus et, par conséquent, chacun doit être étudié et quantifié lors de la conception. Tandis que les méthodes de calcul des déplacements et des flux sont relativement simples et solides, les problèmes liés au comportement des occupants sont plus complexes et difficiles à quantifier. L'un des principaux objectifs du présent Rapport technique est de fournir des lignes directrices pratiques sur la manière de traiter ces problèmes lors de la conception.

6 Scénarios comportementaux de dimensionnement pour la quantification du RSET

De la même manière qu'un scénario d'incendie de dimensionnement est nécessaire pour quantifier l'ASET, un scénario comportemental de dimensionnement est nécessaire pour quantifier le RSET.

La quantification des temps de pré-mouvement et des temps de déplacement est fortement influencée par des aspects ayant trait au comportement des occupants et, selon les systèmes mis en place, les temps de détection et d'alarme peuvent également être influencés par des aspects comportementaux.

Pour mettre au point un ou plusieurs scénarios comportemental de dimensionnement pour une structure occupée donnée, il est nécessaire de prendre en compte les comportements des occupants concernés par l'évacuation, lesquels dépendent de plusieurs facteurs, notamment

- les caractéristiques du bâtiment (ou autre structure), en particulier la nature d'exploitation, la méthode de détection, la mise en place d'alertes, les systèmes de gestion de la sécurité incendie et l'aménagement du bâtiment,
- les caractéristiques des occupants, en particulier le nombre d'occupants, leurs capacités physiques, leur état d'alerte (éveillés ou endormis) et leur connaissance du bâtiment et de ses systèmes,
- la dynamique d'incendie (voir l'ISO/TR 13387-8), dans les situations où les occupants sont exposés aux effluents du feu,
- les effets d'une intervention des services de secours.

Dans chacune de ces catégories, il existe un grand nombre de variables qui peuvent être prises en compte pour toute structure. Ces variables sont étudiées en détail dans l'Annexe C.

Bien que certains de ces facteurs et leur influence sur l'évacuation soient quantifiables dans toute conception de bâtiment spécifique, d'autres, notamment ceux concernant le comportement des occupants, sont essentiellement qualitatifs, voir Références [2], [5], [6]. Les variables conditionnant les réactions des occupants individuels d'un bâtiment dans les situations d'urgence sont extrêmement complexes mais, bien que chaque individu ait une expérience unique, lorsque des groupes d'occupants sont étudiés, un certain nombre de situations courantes et de scénarios peuvent être identifiés. Ceux-ci peuvent être suffisamment simples pour pouvoir être utilisés pour prévoir des temps d'évacuation génériques lors de la conception, voir Références [5], [6], [15], [17].

Les données quantitatives des phases du comportement, en particulier les temps d'alerte et de pré-mouvement, peuvent être obtenues par des observations de la gestion de la sécurité incendie et du comportement des occupants lors d'incendies et d'évacuations contrôlées. Elles peuvent alors être combinées aux calculs du temps de déplacement pour fournir des estimations des temps d'évacuation du bâtiment et des personnes.

Bien que toutes les caractéristiques des occupants et des bâtiments définies dans l'Annexe C puissent affecter les temps RSET, les facteurs principaux sont les suivants:

- a) pour les occupants:
 - nombre et répartition;
 - éveillé/endormi;
 - familier et bonne connaissance du bâtiment ou non familier;
 - capacité physique;
- b) pour les bâtiments et leurs systèmes:
 - système d'alerte;