

NORME  
INTERNATIONALE

ISO  
24678-2

Première édition  
2022-08

---

---

**Ingénierie de la sécurité incendie —  
Exigences régissant les formules  
algébriques —**

**Partie 2:  
Panaches de feu**

*Fire safety engineering — Requirements governing algebraic  
formulae —  
Part 2: Fire plume*

ISO 24678-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8df974e-1a3d-41e6-965d-340a105c1e0f/iso-24678-2-2022>



Numéro de référence  
ISO 24678-2:2022(F)

© ISO 2022

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 24678-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8df974e-1a3d-41e6-965d-340a105c1e0f/iso-24678-2-2022>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2022

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, 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, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8  
CH-1214 Vernier, Genève  
Tél.: +41 22 749 01 11  
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 <b>Domaine d'application</b> .....  | 1  |
| 2 <b>Références normatives</b> .....  | 1  |
| 3 <b>Termes et définitions</b> .....  | 1  |
| 4 <b>Exigences régissant la description des phénomènes physiques</b> .....  | 3  |
| 5 <b>Exigences régissant le processus de calcul</b> .....   | 3  |
| 6 <b>Exigences régissant les limites</b> .....  | 3  |
| 7 <b>Exigences régissant les paramètres d'entrée</b> .....  | 3  |
| 8 <b>Exigences régissant le domaine d'application</b> .....   | 3  |
| 9 <b>Exemple de documentation</b> .....   | 3  |
| <b>Annexe A (informative) Formules applicables aux panaches de feu quasi stationnaires et axisymétriques provenant d'une source d'incendie circulaire ou quasi circulaire</b> ..... | 4  |
| <b>Annexe B (informative) Données d'entrée sur les sources d'incendie relatives aux calculs des propriétés du panache de feu</b> .....  | 17 |
| <b>Bibliographie</b> .....  | 21 |

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

ISO 24678-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8df974e-1a3d-41e6-965d-340a105c1e0f/iso-24678-2-2022>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est attirée 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](http://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 nature volontaire des normes, 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'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant : [www.iso.org/iso/fr/avant-propos](http://www.iso.org/iso/fr/avant-propos).

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

Cette première édition annule et remplace ISO 16734:2006, qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications sont les suivantes :

- simplification du corps de la norme en faisant référence à l'ISO 24678-1 ;
- ajout de comparaisons aux données expérimentales à l'[Annexe A](#) ;
- ajout de l'[Annexe B](#) pour décrire les données d'entrée relatives à la source d'incendie.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 24678 se trouve sur le site web de l'ISO.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse [www.iso.org/fr/members.html](http://www.iso.org/fr/members.html).

## Introduction

La série ISO 24678 est destinée à être utilisée par les praticiens de la sécurité incendie impliqués dans les méthodes de calcul utilisées dans l'ingénierie de la sécurité incendie. Il est attendu que les utilisateurs du présent document possèdent une qualification et une compétence appropriées dans le domaine de l'ingénierie de la sécurité incendie. Il est particulièrement important que les utilisateurs comprennent les paramètres avec lesquels les méthodologies spécifiques peuvent être utilisées.

Les formules algébriques conformes aux exigences du présent document sont utilisées conjointement avec d'autres méthodes de calcul d'ingénierie lors de la conception de la sécurité contre l'incendie. Ce dimensionnement est précédé par l'établissement d'un contexte, comprenant les buts et les objectifs de sécurité incendie à atteindre, ainsi que par des critères de performance lorsqu'un dimensionnement de sécurité incendie d'essai est soumis à des scénarios d'incendie de dimensionnement spécifiés. Les méthodes de calcul d'ingénierie sont utilisées pour déterminer si ces critères de performance sont satisfaits par un dimensionnement particulier et si ce n'est pas le cas, comment il est nécessaire de modifier le dimensionnement.

Les aspects couverts par les calculs d'ingénierie incluent une conception sûre en matière d'incendie des environnements bâtis entièrement neufs, par exemple les bâtiments, les navires ou les véhicules, ainsi que l'évaluation de la sécurité contre l'incendie des environnements bâtis existants.

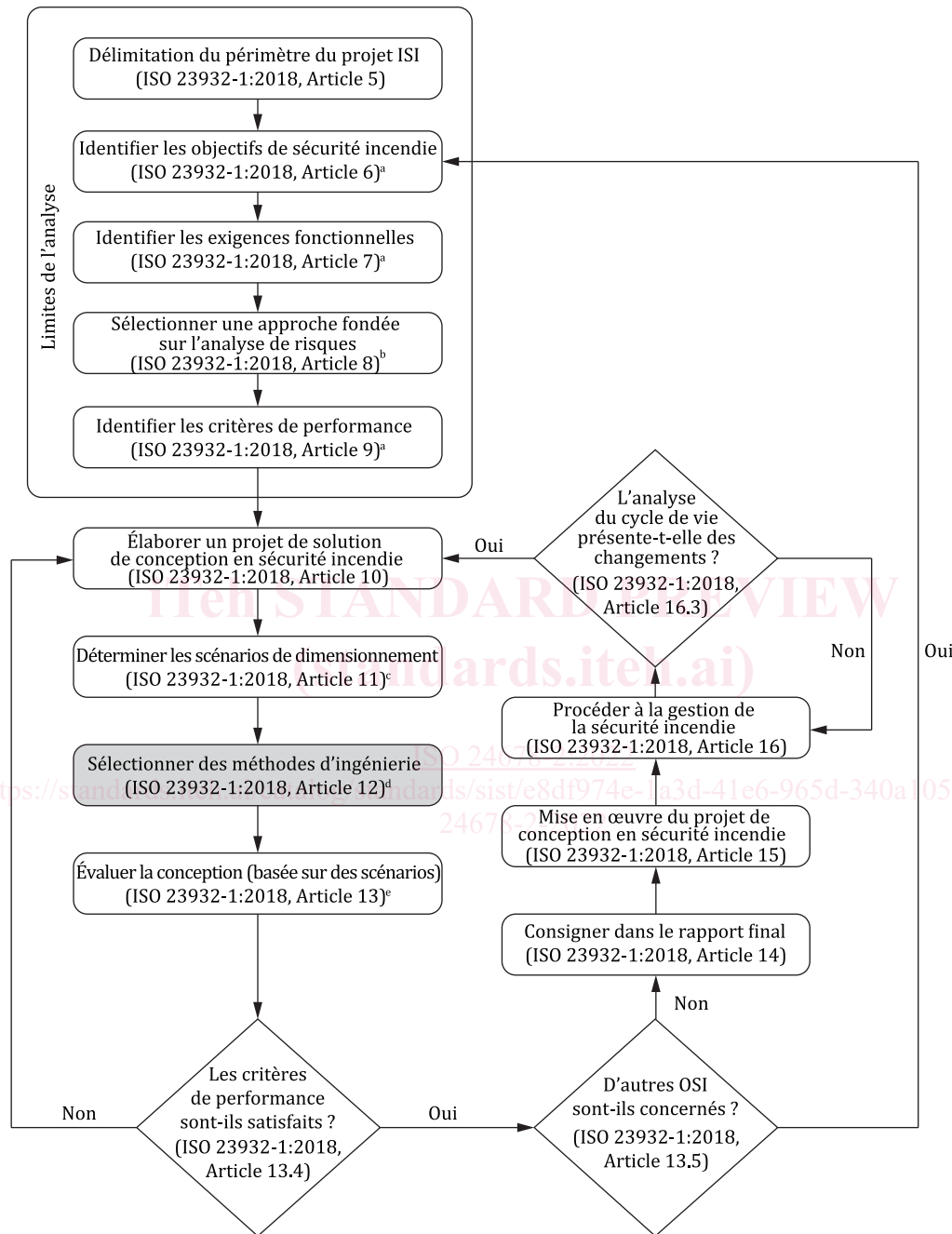
Les formules algébriques mentionnées dans le présent document peuvent être utiles pour estimer les conséquences des scénarios d'incendie de dimensionnement. Ces formules sont utiles dans la mesure où elles permettent au praticien de déterminer rapidement la manière dont il est nécessaire de modifier un plan de sécurité incendie proposé pour satisfaire aux critères de performance, et de le comparer avec de multiples dimensionnements d'essai. Les calculs numériques détaillés peuvent être effectués jusqu'à la documentation de dimensionnement finale. Les domaines dans lesquels des formules algébriques se sont avérées applicables comprennent, par exemple, la détermination du transfert de chaleur par convection et par rayonnement des panaches de feu, la prédiction des propriétés des écoulements en jet sous plafond régissant les temps de réponse des détecteurs, le calcul du transport de la fumée dans les ouvertures de ventilation et l'analyse des dangers d'un feu en compartiment tels que le remplissage par la fumée et l'embrasement généralisé. Cependant, les modèles simples ont parfois des limites contraignantes et sont moins susceptibles d'inclure les effets de phénomènes multiples qui se produisent dans le scénario d'incendie de dimensionnement.

Les principes généraux de l'ingénierie de la sécurité incendie sont décrits dans l'ISO 23932-1 qui fournit une méthodologie axée sur la performance utile aux ingénieurs pour l'évaluation du niveau de sécurité incendie des environnements bâtis 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 23932-1 décrit le processus (c'est-à-dire les étapes nécessaires) et les éléments essentiels afin de réaliser un plan de sécurité axé sur la performance et robuste.

L'ISO 23932-1 s'appuie sur un ensemble de documents d'ingénierie de la sécurité incendie et portant sur les méthodes et les données nécessaires pour toutes les étapes de conception d'un processus d'ingénierie de sécurité incendie, résumées à la [Figure 1](#) (extraite de l'ISO 23932-1:2018, Article 4). Cet ensemble de documents 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 ce système de normes fournissent une prise de conscience des interrelations entre les évaluations incendie lorsque l'ensemble de documents d'ingénierie de la sécurité incendie est utilisé. L'ensemble de documents comprend l'ISO/TS 13447, l'ISO 16730-1, l'ISO 16732-1, l'ISO 16733-1, l'ISO/TS 16733-2, l'ISO 16735, l'ISO 16736, l'ISO 16737, l'ISO/TR 16738, l'ISO 24678-1, l'ISO 24679-1 et l'ISO/TS 29761, ainsi que d'autres rapports techniques d'appui qui fournissent des recommandations et des exemples d'application de ces documents.

Chaque document 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 ce document aux étapes correspondantes du processus de dimensionnement par l'ingénierie de la sécurité incendie présenté dans l'ISO 23932-1. L'ISO 23932-1 exige que les méthodes d'ingénierie soient choisies correctement pour prédire les conséquences du feu de scénarios et éléments de scénario spécifiques

(ISO 23932-1:2018, Article 12). Conformément aux exigences de l'ISO 23932-1, le présent document fournit les exigences qui régissent les formules algébriques du dimensionnement de la sécurité incendie. L'étape correspondante dans le processus de dimensionnement de la sécurité incendie est indiquée par la case grise à la [Figure 1](#) ci-dessous et décrite dans l'ISO 23932-1.



- a Voir également l'ISO/TR 16576 (Exemples).
- b Voir également l'ISO 16732-1, l'ISO 16733-1, l'ISO/TS 16733-2 et l'ISO/TS 29761.
- c Voir également l'ISO 16732-1, l'ISO 16733-1, l'ISO/TS 16733-2 et l'ISO/TS 29761.
- d Voir également l'ISO/TS 13447, l'ISO 16730-1, de l'ISO/TR 16730-2 à l'ISO/TR 16730-5 (Exemples), l'ISO 16735, l'ISO 16736, l'ISO 16737, l'ISO/TR 16738, l'ISO 24678-1, l'ISO 24678-2 (le présent document), l'ISO 24678-6 et l'ISO 24678-7.
- e Voir également l'ISO/TR 16738, l'ISO 16733-1 et l'ISO/TS 16733-2.

NOTE Documents liés à des parties importantes du processus d'ingénierie de la sécurité incendie : l'ISO 16732-1, l'ISO 16733-1, l'ISO 24679-1, l'ISO/TS 29761, l'ISO/TR 16732-2 à l'ISO/TR 16732-3 (Exemples), l'ISO/TR 24679-2 à l'ISO/TR 24679-4 et l'ISO/TR 24679-6 (Exemples).

**Figure 1 — Organigramme représentant le processus de conception par ingénierie de la sécurité incendie (extrait de l'ISO 23932-1:2018)**

iTeh STANDARD PREVIEW  
(standards.iteh.ai)

ISO 24678-2:2022

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/e8df974e-1a3d-41e6-965d-340a105c1e0f/iso-24678-2-2022>





# Ingénierie de la sécurité incendie — Exigences régissant les formules algébriques —

## Partie 2: Panaches de feu

### 1 Domaine d'application

Le présent document spécifie les exigences qui régissent l'application d'un ensemble de formules algébriques explicites pour le calcul de caractéristiques spécifiques des panaches de feu.

### 2 Références normatives

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

ISO 13943, *Sécurité au feu — Vocabulaire*

ISO 24678-1, *Ingénierie de la sécurité incendie — Exigences régissant les formules algébriques — Partie 1: Exigences générales*

### 3 Termes et définitions

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

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes :

- ISO Online browsing platform : disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp> ;
- IEC Electropedia : disponible à l'adresse <https://www.electropedia.org/>.

#### 3.1

##### **axisymétrique**

dans un état dans lequel le déplacement moyen et les propriétés, comme l'élévation moyenne de température, sont symétriques par rapport à un axe vertical

#### 3.2

##### **rayon caractéristique du panache**

rayon auquel l'élévation de la température du panache moyennée dans le temps au-dessus de la valeur ambiante correspond à la moitié de la valeur sur l'axe

#### 3.3

##### **fraction convective du débit calorifique**

rapport entre le débit calorifique convectif et le débit calorifique total

### 3.4

#### **débit calorifique convectif**

composante du débit calorifique transportée vers le haut par le déplacement du panache de feu

Note 1 à l'article: Au-dessus de la hauteur moyenne des flammes, cette composante est considérée comme ne variant pas avec la hauteur.

### 3.5

#### **débit massique entraîné**

air environnant entraîné dans le panache de feu

Note 1 à l'article: Le débit massique dans le panache, à un niveau donné, peut être considéré comme égal au débit massique de l'air entraîné au-dessous de ce niveau dans le panache. La source d'incendie contribue par une masse insignifiante à l'écoulement du panache, en général moins de 1 % du total de la hauteur moyenne des flammes [28].

### 3.6

#### **diamètre de la source d'incendie**

diamètre utile de la source d'incendie, égal au diamètre réel pour une source circulaire ou au diamètre d'un cercle ayant une surface égale à la surface plane d'une source non circulaire

### 3.7

#### **débit massique de combustion du combustible**

vitesse de production massique des vapeurs de combustible

### 3.8

#### **hauteur moyenne des flammes**

hauteur moyennée dans le temps des flammes au-dessus de la base d'un incendie, définie comme l'élévation où la probabilité de trouver des flammes est de 50 %

### 3.9

#### **élévation moyenne de la température**

élévation moyennée dans le temps de la température des gaz au-dessus de la valeur de la température ambiante

### 3.10

#### **vitesse verticale moyenne des gaz**

vitesse moyennée dans le temps de déplacement vertical des gaz sur l'axe du panache

### 3.11

#### **état quasi stationnaire**

état dans lequel il est présumé que les effets complets des changements de débit calorifique à la source d'incendie sont immédiatement ressentis partout dans le champ de l'écoulement

### 3.12

#### **facteur de dégagement d'énergie rayonnée**

rapport entre la chaleur de combustion dégagée par rayonnement thermique dans un incendie et la chaleur nette de combustion

### 3.13

#### **origine virtuelle**

source ponctuelle depuis laquelle le panache de feu au-dessus des flammes semble provenir

Note 1 à l'article: L'emplacement de l'origine virtuelle est susceptible de se trouver au-dessus de la source d'incendie dans le cas d'incendies de nappes liquides inflammables dont le diamètre est inférieur ou égal à environ 10 m et en dessous de la source d'incendie dans le cas de nappes dont le diamètre est compris entre 10 m et 20 m.

## 4 Exigences régissant la description des phénomènes physiques

**4.1** Les exigences suivantes, ainsi que les exigences régissant la description des phénomènes physiques telles que spécifiées dans l'ISO 24678-1, s'appliquent.

**4.2** Le panache de feu provenant d'une source d'incendie est un phénomène thermophysique complexe qui peut être très transitoire ou quasi stable. Il contient des régions proches de la source d'incendie où il existe généralement une combustion avec flammes (sauf si la source est un feu couvant) et des régions plus éloignées de la source où il ne se produit pas de combustion, mais seulement un flux turbulent ascendant dominé par des forces de flottabilité. Des régions du panache de feu (qu'il soit ou non avec flammes/en combustion, le degré d'influence de la source d'incendie, etc.) pour lesquelles des formules spécifiques s'appliquent doivent être clairement identifiées.

**4.3** Le panache de feu peut être affecté de façon importante par de nombreux paramètres environnementaux, comme la nature et la disposition des matériaux brûlants qui font fonction de source d'incendie, le fait qu'il y ait une combustion avec flammes ou qui couve, le degré de réduction d'air ou d'air vicié, les écoulements d'air ou le mouvement de l'air de compartiment, etc. Pour un incendie à source d'hydrocarbure liquide brûlant à l'air libre dans des conditions calmes (sans vent), le problème de la description du panache de feu par des formules algébriques est simplifié, puisque la plupart de ces paramètres environnementaux ont une influence négligeable. Des types généraux de sources d'incendies, de conditions aux limites de l'écoulement (notamment la symétrie) et d'autres éléments de scénarios auxquels l'analyse est applicable doivent être décrits à l'aide de diagrammes.

## 5 Exigences régissant le processus de calcul

Les exigences spécifiées dans l'ISO 24678-1 régissant le processus de calcul s'appliquent.

## 6 Exigences régissant les limites

Les exigences spécifiées dans l'ISO 24678-1 régissant les limites s'appliquent.

## 7 Exigences régissant les paramètres d'entrée

Les exigences spécifiées dans l'ISO 24678-1 régissant les paramètres d'entrée s'appliquent.

## 8 Exigences régissant le domaine d'application

Les exigences spécifiées dans l'ISO 24678-1 régissant le domaine d'application s'appliquent.

## 9 Exemple de documentation

Un exemple d'ensembles de formules algébriques satisfaisant aux exigences des [Articles 4 à 8](#) est fourni aux annexes. L'[Annexe A](#) contient un ensemble de formules algébriques portant sur un panache de feu provenant d'une source d'incendie circulaire ou quasi circulaire dans un environnement calme. L'[Annexe B](#) contient des informations sur les données d'entrée relatives aux propriétés de la source d'incendie.

## Annexe A (informative)

### Formules applicables aux panaches de feu quasi stationnaires et axisymétriques provenant d'une source d'incendie circulaire ou quasi circulaire

#### A.1 Généralités

La présente annexe décrit un ensemble de formules applicables aux panaches de feu axisymétriques. Des propriétés comme la hauteur de flamme, les débits massiques, la distribution des températures sont calculées. La source d'incendie peut être de forme circulaire ou quasi circulaire.

#### A.2 Symboles utilisés à l'Annexe A

|                   |   |
|-------------------|---|
| $A_s$             | surface plane de la source d'incendie (m <sup>2</sup> )   |
| $b_{\Delta T}$    | rayon caractéristique du panache où l'élévation moyenne de la température correspond à la moitié de la valeur sur l'axe (m) |
| $c_p$             | chaleur spécifique de l'air à pression constante (kJ/kg·K)  |
| $D$               | diamètre de la source d'incendie (m)  |
| $g$               | accélération due à la gravité (m/s <sup>2</sup> )   |
| $\Delta H_c$      | chaleur nette de combustion du matériau de la source d'incendie (kJ/kg)   |
| $L$               | hauteur moyenne des flammes au-dessus de la base de la source d'incendie (m)  |
| $\dot{m}_{ent}$   | débit massique entraîné (kg/s)  |
| $\dot{m}_{ent,L}$ | débit massique entraîné à la hauteur moyenne des flammes (kg/s)   |
| $\dot{m}_f$       | débit massique de combustion du combustible (kg/s)  |
| $N$               | paramètre sans dimension, défini en <a href="#">A.4.2</a>   |
| $\dot{Q}$         | débit calorifique provenant de la source d'incendie (kW)  |
| $\dot{Q}_c$       | débit calorifique convectif provenant de la source d'incendie (kW)  |
| $s$               | rapport massique stœchiométrique air-combustible  |
| $T_0$             | température moyenne sur l'axe du panache (K)  |
| $T_{0L}$          | température moyenne sur l'axe du panache à la hauteur moyenne des flammes (K)   |
| $T_a$             | température ambiante (K)  |
| $u_0$             | vitesse verticale moyenne des gaz sur l'axe du panache (m/s)  |
| $z$               | hauteur au-dessus de la base de la source d'incendie (m)  |