

---

---

**Lignes directrices pour évaluer la  
validité des modèles de feu physiques  
pour l'obtention de données sur les  
effluents du feu en vue de l'évaluation  
des risques et dangers —**

Partie 2:  
**Évaluation des différents modèles de  
feu physiques**

ISO/TR 16312-2:2021  
https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/91494aa7-0abf-48fc-9d6d-b966e511a53e/iso-tr-16312-2-2021  
*Guidance for assessing the validity of physical fire models for  
obtaining fire effluent toxicity data for fire hazard and risk  
assessment —*

*Part 2: Evaluation of individual physical fire models*



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

[ISO/TR 16312-2:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9fd94ae7-0abf-48fa-9de1-b966e5f1a55e/iso-tr-16312-2-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9fd94ae7-0abf-48fa-9de1-b966e5f1a55e/iso-tr-16312-2-2021>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2021

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

<b>Avant-propos</b> .....	<b>v</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>vi</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Principes généraux</b> .....	<b>2</b>
4.1    Modèle de feu physique.....	2
4.2    Validité des modèles.....	2
4.3    Éprouvettes.....	2
4.4    Conditions de combustion.....	2
4.5    Caractérisation d'un effluent.....	2
<b>5</b> <b>Portée et utilisation</b> .....	<b>3</b>
<b>6</b> <b>Modèles de feu physiques</b> .....	<b>4</b>
6.1    Enceintes d'essai de fumée – Essais de toxicité dans une enceinte fermée (international)	4
6.1.1    Enceinte d'essai de fumée NBS.....	4
6.1.2    Enceinte d'essai de fumée ISO.....	5
6.2    NES 713 (Royaume-Uni).....	8
6.2.1    Application.....	8
6.2.2    Principe.....	8
6.2.3    Stade(s) de développement d'un feu.....	9
6.2.4    Types de données.....	9
6.2.5    Présentation des résultats.....	9
6.2.6    Évaluation de l'appareillage.....	9
6.2.7    Résultats toxicologiques.....	9
6.2.8    Divers.....	10
6.2.9    Validation.....	10
6.2.10    Conclusion.....	10
6.3    Essais de toxicité des fumées dans des cages rotatives.....	11
6.3.1    Méthodes japonaises et coréennes.....	11
6.3.2    Méthode chinoise.....	14
6.4    Calorimètre à cône (international).....	16
6.4.1    Application.....	16
6.4.2    Principe.....	16
6.4.3    Stade(s) de développement d'un feu.....	17
6.4.4    Types de données.....	17
6.4.5    Présentation des résultats.....	17
6.4.6    Évaluation de l'appareillage.....	17
6.4.7    Résultats toxicologiques.....	18
6.4.8    Validation.....	18
6.4.9    Conclusion.....	18
6.5    Appareillage de mesure de la propagation des flammes (International).....	19
6.5.1    Application.....	19
6.5.2    Principe.....	19
6.5.3    Stade(s) de développement d'un feu.....	20
6.5.4    Types de données.....	20
6.5.5    Présentation des résultats.....	20
6.5.6    Évaluation de l'appareillage.....	20
6.5.7    Résultats toxicologiques.....	21
6.5.8    Divers.....	21
6.5.9    Validation.....	21
6.5.10    Conclusion.....	21
6.6    Méthodes de four tubulaire.....	22

6.6.1	Four tubulaire statique (International) .....	22
6.6.2	Four tubulaire (Allemagne) .....	25
6.6.3	Four tubulaire selon l'ISO/TS 19700 (International) .....	28
<b>7</b>	<b>Résumé des méthodes d'essai</b> .....	<b>31</b>
	<b>Annexe A (informative) Méthodes déconseillées</b> .....	<b>37</b>
	<b>Bibliographie</b> .....	<b>48</b>

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

[ISO/TR 16312-2:2021](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9fd94ae7-0abf-48fa-9de1-b966e5f1a55e/iso-tr-16312-2-2021)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9fd94ae7-0abf-48fa-9de1-b966e5f1a55e/iso-tr-16312-2-2021>

## 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 [www.iso.org/avant-propos](http://www.iso.org/avant-propos).

Le présent document a été élaboré 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/TR 16312-2:2007), qui a fait l'objet d'une révision technique.

Les principales modifications par rapport à l'édition précédente sont les suivantes:

- les modèles de feu ont été mis à jour à la suite de la publication de certaines autres normes, notamment l'ISO/TS 19021 et l'ISO/TS 5660-5;
- les méthodes dépréciées ont été déplacées dans l'[Annexe A](#).

Une liste de toutes les parties de la série ISO 16312 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

Assurer le degré souhaité de sécurité des personnes pour une occupation implique de plus en plus une évaluation explicite des risques ou dangers du feu. Cette évaluation comprend des éléments tels que des informations sur les propriétés d'une pièce/d'un bâtiment, la nature de l'occupation, la nature des occupants, les types de feux potentiels, les résultats à éviter, etc.

Ce type de détermination exige également des informations sur les dommages potentiels aux personnes en raison des effluents produits lors de l'incendie. Au vu du coût prohibitif des essais de produits en grandeur réelle dans le large éventail de conditions d'incendie, la plupart des estimations des dommages potentiels des effluents du feu reposent sur les données générées à partir d'un modèle de feu physique, d'un appareillage d'essai à échelle réduite et du mode opératoire.

Le rôle d'un modèle de feu physique pour générer une composition précise d'effluents toxiques est de simuler les caractéristiques essentielles de l'environnement chimique thermique et réactif complexe lors de feux en grandeur réelle. Ces environnements varient selon les caractéristiques physiques du scénario d'incendie et avec le temps au cours de l'incendie. Par conséquent, une représentation précise de certains phénomènes se produisant lors de feux en grandeur réelle peut être difficile, voire impossible, à petite échelle. La précision du modèle de feu physique dépend donc de deux caractéristiques:

- a) la mesure dans laquelle les conditions de combustion dans l'appareillage d'essai au banc reflètent celles du stade de développement d'un feu simulé;
- b) la mesure dans laquelle les taux de production des principaux produits de combustion obtenus à partir de la combustion du produit commercial à pleine échelle correspondent aux taux de production découlant des éprouvettes en combustion du produit dans le modèle à petite échelle. Cette mesure est généralement effectuée pour un petit ensemble de produits et la précision obtenue est alors supposée s'étendre à d'autres sujets d'essai. Depuis la publication de la première édition du présent document, dans laquelle une méthodologie de comparaison a été citée dans la Référence [1], l'ISO 29903-1 a été élaborée.

Le présent document fournit un ensemble de critères techniques pour évaluer les modèles de feu physiques utilisés pour obtenir des données sur la composition et le potentiel toxique des effluents de produits et matériaux dans des conditions d'incendie pertinentes pour la sécurité des personnes. Le présent document couvre l'application, par des experts, de ces critères aux méthodes d'essai actuellement utilisées pour générer des données sur les effluents de fumée des matériaux et des produits commerciaux en combustion.

Dix modèles de feu physiques sont abordés dans le présent document, ainsi que 4 méthodes dépréciées en [Annexe A](#). Des appareillages supplémentaires peuvent être ajoutés à mesure qu'ils seront développés ou adaptés dans le but de générer des informations concernant le potentiel toxique de la fumée.

Plusieurs des modèles présentés dans le présent document sont des systèmes fermés. Aucun air extérieur n'y est introduit et les produits de combustion (ou de pyrolyse) restent à l'intérieur de l'appareillage, à l'exception de la fraction éliminée pour l'analyse chimique. Les sept restants sont des appareillages ouverts, dans lesquels de l'air circule continuellement après l'échantillon en combustion et sort de l'appareillage avec les produits de combustion.

Les documents de référence utiles pour les discussions sur les méthodes d'analyse, les modes opératoires d'essai biologique et la prévision des effets toxiques des effluents du feu sont énumérés dans la bibliographie fournie à la fin du présent document.

# Lignes directrices pour évaluer la validité des modèles de feu physiques pour l'obtention de données sur les effluents du feu en vue de l'évaluation des risques et dangers —

## Partie 2: Évaluation des différents modèles de feu physiques

### 1 Domaine d'application

Le présent document évalue l'utilité des modèles de feu physiques qui ont été normalisés, sont couramment utilisés et/ou sont cités dans des normes nationales ou internationales, pour la génération de données sur la toxicité des effluents du feu dont la précision est connue. Pour ce faire, les critères établis dans l'ISO 16312-1 et les lignes directrices établies dans l'ISO 19706 sont utilisés. Les aspects des modèles pris en compte sont: l'application prévue du modèle, les principes de combustion qu'il manifeste, le ou les stades de développement d'un feu que le modèle tente de reproduire, les types de données générées, la nature et l'adéquation des conditions de combustion auxquelles les éprouvettes sont exposées, et le degré de validité établi pour le modèle.

iTeh STANDARD PREVIEW

### 2 Références normatives (standards.iteh.ai)

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 19703, *Production et analyse des gaz toxiques dans le feu — Calcul des taux de production des espèces, des rapports d'équivalence et de l'efficacité de combustion dans les feux expérimentaux*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 13943 et l'ISO 19703 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 <http://www.electropedia.org/>

#### 3.1

##### **viciation contrôlée contrôlée par viciation**

type de conditions dans lesquelles la concentration en volume d'oxygène est volontairement contrôlée ou réduite dans l'environnement de combustion

Note 1 à l'article: Les conditions de viciation contrôlée représentent un environnement au feu appauvri en oxygène.

[SOURCE: ISO/TS 5660-5:2020, 3.3, modifiée.]

## 3.2 ventilation contrôlée contrôlé par ventilation

type de conditions dans lesquelles le débit d'alimentation en air (ambiant ou vicié) de l'environnement de combustion est volontairement contrôlé ou limité

Note 1 à l'article: Les conditions de ventilation contrôlée représentent un environnement au feu avec une alimentation en air frais limitée.

[SOURCE: ISO/TS 5660-5:2020, 3.4, modifiée.]

## 4 Principes généraux

### 4.1 Modèle de feu physique

Un modèle de feu physique est caractérisé par les exigences imposées en termes de forme de l'éprouvette, de conditions opérationnelles de combustion et de capacité d'analyse des produits de combustion.

### 4.2 Validité des modèles

Utilisée pour fournir des données dans le cadre de l'évaluation de la toxicité des effluents, la validité d'un modèle de feu physique est déterminée par le degré de précision avec lequel il reproduit les taux de production des principaux composants toxiques lors des feux en grandeur réelle.

L'ISO 12828-1, l'ISO 12828-2 et l'ISO/TS 12828-3 sont des documents d'orientation pour la validité des modèles. Cela comprend les limites de détection et de quantification, la plage d'application, la justesse et la fidélité en termes de répétabilité et de reproductibilité.

### 4.3 Éprouvettes

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9fd94ae7-0abf-48fa-9de1-bd66e5f1a57e/iso-tr-16312-2-2021>

L'ingénierie de la sécurité incendie exige des données sur les produits commerciaux ou les composants des produits. Dans un essai à échelle réduite, la composition d'une éprouvette du produit peut affecter la nature et les taux de production des produits de combustion. C'est notamment le cas des produits de composition non uniforme, tels que ceux constitués de matériaux stratifiés.

### 4.4 Conditions de combustion

Les taux de production de produits de combustion dépendent des conditions de l'appareillage, telles que le rapport d'équivalence combustible/air, si la décomposition se produit avec flammes ou sans flammes, la persistance de flammes sur l'échantillon, la température de l'éprouvette et les effluents produits, le rayonnement thermique appliqué à l'éprouvette, la stabilité des conditions de décomposition et l'interaction de l'appareillage avec le processus de décomposition, les effluents et les flammes.

Les conditions de pyrolyse et de combustion peuvent différer localement et globalement dans un modèle de feu physique, ce qui entraîne des difficultés d'échelle avec des conditions réelles de feu dans des expériences réduites.

Les conditions expérimentales peuvent être contrôlées par viciation et/ou par ventilation, ou peuvent être inconnues et varier au cours de l'essai.

Il est essentiel que le modèle de feu physique permette des déterminations précises de la composition chimique d'effluents. La validation de la méthode conformément à l'ISO 12828-2 est une manière appropriée de valider l'analyse chimique.

### 4.5 Caractérisation d'un effluent

Pour les effluents des matériaux les plus courants, il a été démontré que les principaux effets toxiques aigus dépendent d'un petit nombre de gaz asphyxiants majeurs et d'un éventail un peu plus

large d'irritants organiques et inorganiques. Dans l'ISO 13571, un ensemble de base de produits de combustion a été identifié pour une analyse de routine. Des matériaux nouveaux peuvent faire évoluer les produits toxiques non identifiés auparavant. Ainsi, une analyse chimique plus détaillée peut être nécessaire pour fournir une évaluation complète des effets aigus et pour évaluer les toxiques chroniques ou environnementaux.

Un essai biologique peut fournir des recommandations sur l'importance des toxiques non inclus dans l'ensemble de base. L'ISO 19706 contient une discussion plus complète sur l'utilité de l'intégration des essais. Il est souhaitable que le modèle de feu physique intègre une méthode d'essai biologique. Cependant, en raison des pratiques de bioéthique, ces types d'utilisation et de comparaisons sont limités. L'utilisation d'animaux de laboratoire comme sujets d'essai ou comme tissus vivants permet de garantir l'inclusion de l'impact de tous les gaz de combustion. Cependant, il est reconnu que l'adoption et l'utilisation de tels protocoles peuvent être interdites dans certaines juridictions et tendent à disparaître. Un protocole sans animaux peut capturer les effets des gaz de combustion connus, mais peut passer à côté de l'impact d'une espèce inattendue ou peu commune et hautement toxique. Pourtant ce sont les composants de la fumée générée par cette espèce qui ont le plus besoin d'être identifiés.

## 5 Portée et utilisation

La plupart des modèles mathématiques d'évaluation des dangers et risques du feu exigent des informations sur les dommages potentiels que les effluents du feu (gaz, chaleur et fumée) peuvent causer aux victimes et le potentiel de ces effluents à affecter la capacité des victimes à s'échapper ou se mettre à l'abri.

La qualité des données sur les effluents du feu a un effet profond sur la précision de la prédiction du degré de sécurité des personnes offerte par une conception d'occupation. L'incertitude dans ces prévisions conduit généralement à l'utilisation de facteurs de sécurité qui peuvent compromettre la fonctionnalité et accroître les coûts.

L'ingénierie de la sécurité incendie exige des données sur les produits commerciaux. Les essais en grandeur réelle effectués sur ces produits fournissent généralement des données précises sur les effluents du feu. Cependant, en raison du grand nombre de produits disponibles, du coût élevé des essais de produits en grandeur réelle et du nombre limité d'installations d'essai à grande échelle, les informations sur la toxicité des effluents sont le plus souvent tirées de modèles de feu physiques.

De nombreux modèles de feu physiques sont cités dans les réglementations nationales. Ces modèles varient en termes de conception et de fonctionnement, mais aussi de degré de caractérisation. Les évaluations de ces modèles présentées dans le présent document fournissent aux fabricants de produits, aux organismes de réglementation et aux professionnels de la sécurité incendie un aperçu des sources appropriées et inappropriées de données sur les effluents du feu aux fins définies.

Les évaluations des modèles de feu physiques présentées dans le présent document ne traitent pas des moyens de combiner les taux de production des composants d'effluents pour estimer les effets sur les animaux de laboratoire (voir ISO 13344) ou pour extrapoler les résultats des essais à l'homme (voir ISO 13571).

Les méthodes qui n'incluent pas d'exposition animale et ne se prêtent pas à une telle adaptation pourraient ne pas permettre l'identification d'une toxicité extrême et/ou inhabituelle.

Il est à noter que quatre méthodes dépréciées sont détaillées en [Annexe A](#).

## 6 Modèles de feu physiques

### 6.1 Enceintes d'essai de fumée – Essais de toxicité dans une enceinte fermée (international)

#### 6.1.1 Enceinte d'essai de fumée NBS

##### 6.1.1.1 Application

Ce modèle de feu physique est décrit dans l'ASTM E662, avec un échantillon orienté verticalement et un éclairage énergétique limité à 25 kW/m<sup>2</sup>. Il a initialement été conçu pour générer des données sur la densité optique de la fumée. Le modèle de feu physique a également été mis en œuvre par l'Union européenne dans les EN 2824, EN 2825, et EN 2826 pour la détermination de la densité de fumée et des composants des gaz de fumée. Il est également utilisé dans l'ABD-0031 (Airbus) et la BSS 7239 (Boeing) pour la fumée dans les avions de ligne.

##### 6.1.1.2 Principe

Une éprouvette carrée de 76 mm, montée verticalement, et pouvant atteindre 25 mm d'épaisseur, est exposée à un élément chauffant radiant pendant au moins 10 min. Les essais sont réalisés à 25 kW/m<sup>2</sup>, avec et sans veilleuse. Les gaz sont prélevés par des sondes positionnées à différentes positions dans la chambre à fumée en fonction de la norme appliquée.

##### 6.1.1.3 Stade(s) de développement d'un feu

Le ou les stades de développement d'un feu selon ISO 19706 ne sont pas clairement définis et peuvent changer au cours de l'essai.

##### 6.1.1.4 Types de données

Le mode opératoire standard comprend la mesure de l'obscurcissement dû à la fumée et des concentrations de gaz spécifiques dans les effluents (CO<sub>2</sub>, CO, HCN, HCl, HF, HBr, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>) à l'aide de plusieurs techniques analytiques. En fonction de la norme appliquée, les données de gaz peuvent être fournies en continu pendant l'essai ou au moment où la concentration maximale de fumée est atteinte. Dans les deux essais aéronautiques, la densité optique spécifique de la fumée et les concentrations de gaz sont déterminées au bout de 90 s et de 240 s.

##### 6.1.1.5 Présentation des résultats

La densité optique spécifique de la fumée et les concentrations de gaz de combustion sont comparées à des valeurs spécifiées.

##### 6.1.1.6 Évaluation de l'appareillage

###### 6.1.1.6.1 Avantages

L'appareillage est simple à utiliser et largement disponible. L'éprouvette peut être une représentation raisonnable d'un produit fini.

###### 6.1.1.6.2 Inconvénients

Les conditions de combustion ne sont pas bien caractérisées, car elles sont liées à la consommation d'oxygène à l'intérieur de l'enceinte. Au début de l'essai, la combustion est bien ventilée si des flammes sont présentes, mais l'évolution des conditions de combustion dépend du comportement de l'échantillon. Une viciation peut survenir et affecter les taux de production des produits de combustion.

L'éprouvette est verticale et les matériaux en fusion peuvent s'écouler dans le bac sous le porte-éprouvette, voire sur le sol de l'enceinte d'essai, modifiant ainsi le mode de combustion ou réduisant même la quantité d'éprouvette détruite.

Les gaz sont mélangés par convection naturelle et une éventuelle stratification peut conduire à un prélèvement non représentatif des gaz de combustion.

#### 6.1.1.6.3 Répétabilité et reproductibilité

Aucune donnée rapportée.

#### 6.1.1.7 Résultats toxicologiques

##### 6.1.1.7.1 Avantages

Les conditions initiales sont limitées et bien prescrites.

##### 6.1.1.7.2 Inconvénients

Une éventuelle viciation pourrait entraîner la génération, à un moment donné, de toxiques qui ne sont échantillonnés qu'à un moment spécifié dans certaines applications de la norme.

De la condensation pourrait se produire sur la paroi de l'enceinte, entraînant l'élimination de certains gaz de l'environnement échantillonné. Le groupe prescrit de gaz à mesurer peut être insuffisant pour estimer le potentiel toxique létal.

##### 6.1.1.8 Divers

Aucun animal n'est exposé lors de l'essai et l'appareillage n'est pas compatible avec un tel ajout. L'utilisation des données chimiques se limite généralement à une comparaison avec des concentrations critiques de gaz toxiques répertoriés.

##### 6.1.1.9 Validation

Aucune donnée rapportée.

##### 6.1.1.10 Conclusion

Bien que la méthode soit relativement facile à mettre en œuvre, son utilité en vue de fournir des données sur la toxicité de la fumée pour l'analyse du danger d'incendie est discutable. Il est également nécessaire de vérifier son utilisation en tant qu'outil de présélection par rapport aux données d'essais au feu en grandeur réelle. L'absence de données d'exposition animale signifie que le potentiel toxique extrême ou inhabituel de la fumée n'est pas identifié.

#### 6.1.2 Enceinte d'essai de fumée ISO

##### 6.1.2.1 Application

Ce modèle de feu physique est décrit dans l'ISO 5659-2 et l'ASTM E 1995, avec un échantillon orienté horizontalement et des éclaircissements énergétiques pouvant atteindre jusqu'à 50 kW/m<sup>2</sup>. Il a initialement été conçu pour générer des données sur la densité optique de la fumée. L'Organisation maritime internationale (OMI) exige également l'utilisation de cet appareillage pour les données de concentration de gaz toxiques pour la qualification des matériaux. Le modèle de feu physique a également été mis en œuvre par l'Union européenne dans l'EN 45545-2 pour déterminer le comportement au feu, la densité de fumée et les composants gazeux dans la fumée des matériaux utilisés dans le secteur ferroviaire.

L'ISO/TS 19021 a été élaborée afin de proposer des spécifications appropriées pour faire fonctionner ce modèle de feu avec un analyseur de gaz IRTF selon l'ISO 19702 (voir Référence [33]).

### 6.1.2.2 Principe

Un schéma de cet essai en enceinte fermée est présenté à la [Figure 1](#). Une éprouvette carrée de 75 mm de côté, montée horizontalement, et pouvant atteindre jusqu'à 25 mm d'épaisseur, est exposée à un élément chauffant radiant pendant au moins 10 min. Un essai est réalisé à 25 kW/m<sup>2</sup> et à 50 kW/m<sup>2</sup>, avec et sans veilleuse. Les gaz sont prélevés par des sondes positionnées à différentes positions dans la chambre à fumée en fonction de la norme appliquée. L'ISO/TS 19021 propose de placer une petite sonde à plusieurs orifices près du plafond de l'enceinte d'essai.

### 6.1.2.3 Stade(s) de développement d'un feu

Le ou les stades de développement d'un feu selon l'ISO 19706 ne sont pas clairement définis et peuvent changer au cours de l'essai.

### 6.1.2.4 Types de données

Le mode opératoire standard comprend la mesure de la perte de masse totale, de l'obscurcissement dû à la fumée et des concentrations de gaz spécifiques dans les effluents (CO<sub>2</sub>, CO, HCN, HCl, HF, HBr, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>). L'ISO/TS 19021 utilise la mesure des concentrations par IRTF suivant l'ISO 19702. En fonction de la norme appliquée, les données de gaz pourraient être fournies en continu pendant l'essai ou au moment où la concentration maximale de fumée est atteinte.

### 6.1.2.5 Présentation des résultats

La densité optique spécifique de la fumée et les concentrations de gaz de combustion sont comparées à des valeurs spécifiées.

### 6.1.2.6 Évaluation de l'appareillage

#### 6.1.2.6.1 Avantages

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9fd94ae7-0abf-48fa-9de1-b966e5f1a55e/iso-tr-16312-2-2021>

L'appareillage est simple à utiliser et largement disponible. L'éprouvette peut être une représentation raisonnable d'un produit fini.

#### 6.1.2.6.2 Inconvénients

Les conditions de combustion ne sont pas bien caractérisées, car elles sont liées à la consommation d'oxygène à l'intérieur de l'enceinte. Au début de l'essai, la combustion est bien ventilée si des flammes sont présentes, mais l'évolution des conditions de combustion dépend du comportement de l'échantillon. Une viciation peut survenir et affecter les taux de production des produits de combustion.

Les gaz sont mélangés par convection naturelle et une éventuelle stratification peut conduire à un prélèvement non représentatif des gaz de combustion.

#### 6.1.2.6.3 Répétabilité et reproductibilité

Des évaluations interlaboratoires ont été effectuées pour l'essai de densité de fumée et ont donné des résultats satisfaisants pour un éventail de matériaux. Une évaluation interlaboratoires de la production de gaz toxiques a été rapportée dans l'ISO/TS 19021.

### 6.1.2.7 Résultats toxicologiques

#### 6.1.2.7.1 Avantages

Les conditions initiales sont limitées et bien prescrites.

#### 6.1.2.7.2 Inconvénients

Une éventuelle viciation pourrait entraîner la génération, à un moment donné, de toxiques qui ne sont échantillonnés qu'à un moment spécifié dans certaines applications de la norme. L'ISO/TS 19021 propose une surveillance continue, mais cet échantillonnage doit être réduit afin de ne pas modifier le comportement du matériau soumis à essai.

De la condensation pourrait se produire sur la paroi de l'enceinte, entraînant l'élimination de certains gaz de l'environnement échantillonné. Le groupe prescrit de gaz à mesurer peut être insuffisant pour estimer le potentiel toxique léthal.

#### 6.1.2.8 Divers

Aucun animal n'est exposé lors de l'essai et l'appareillage n'est pas compatible avec un tel ajout. L'utilisation des données chimiques se limite généralement à une comparaison avec des concentrations critiques de gaz toxiques répertoriés.

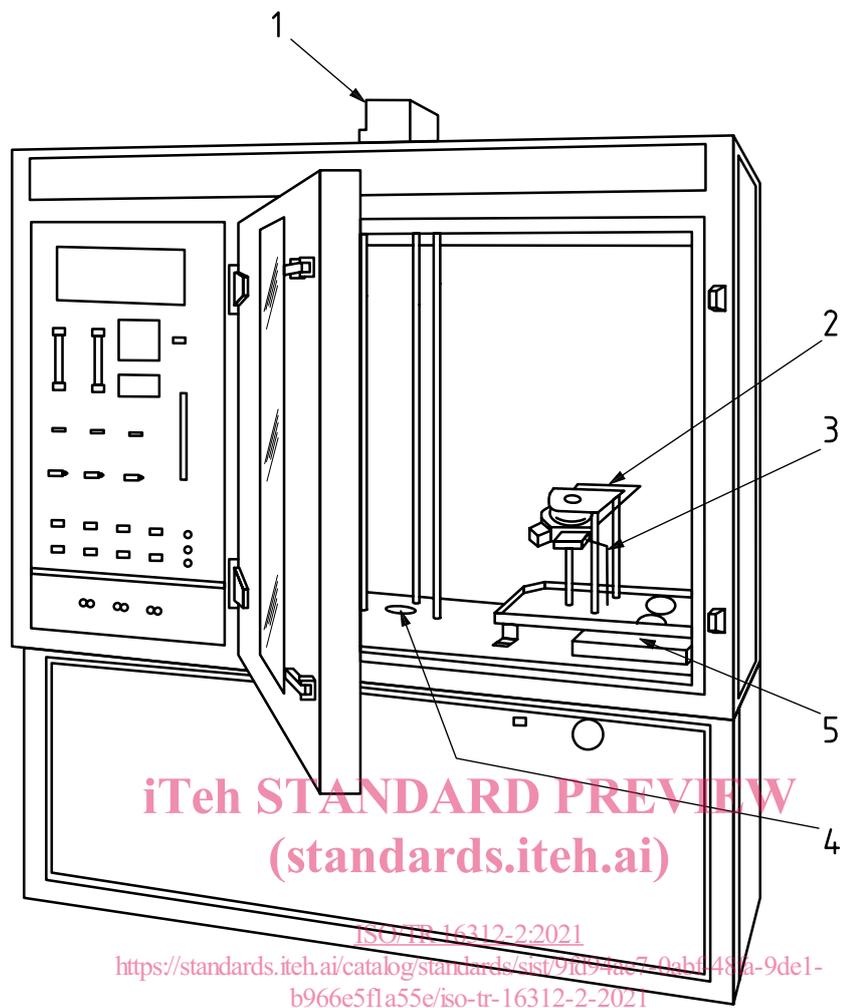
#### 6.1.2.9 Validation

Plusieurs comparaisons entre la production de gaz toxiques et les données d'essais au feu en grandeur réelle sont rapportées dans l'ISO/TS 19021. Elles mettent en évidence la difficulté de relier ce scénario d'incendie à une application en grandeur réelle.

#### 6.1.2.10 Conclusion

Bien que la méthode soit relativement facile à mettre en œuvre, son utilité en vue de fournir des données sur la toxicité de la fumée pour l'analyse du danger d'incendie est discutable. Il est également nécessaire de vérifier son utilisation en tant qu'outil de présélection par rapport aux données d'essais au feu en grandeur réelle. L'absence de données d'exposition animale signifie que le potentiel toxique extrême ou inhabituel de la fumée n'est pas identifié.

ISO/TR 16312-2:2021  
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/9fd94ae7-0abf-48fa-9de1-b966e5f1a55e/iso-tr-16312-2-2021>



**Légende**

- |   |                                      |   |                               |
|---|--------------------------------------|---|-------------------------------|
| 1 | logement du tube photomultiplicateur | 4 | fenêtre de source lumineuse   |
| 2 | cône du radiateur                    | 5 | panneau gonflable de sécurité |
| 3 | brûleur d'allumage                   |   |                               |

**Figure 1 — Schéma de l'appareillage d'essai de mesure de toxicité dans une enceinte fermée**

**6.2 NES 713 (Royaume-Uni)**

**6.2.1 Application**

Cet appareillage a été conçu pour fournir les valeurs d'un indice de toxicité permettant de présélectionner les matériaux et produits finaux à utiliser dans les navires de guerre [8]. Il est également connu sous l'appellation DEF STAN 02-713 du Ministère de la défense britannique.

**6.2.2 Principe**

Une photographie de cet essai en enceinte fermée est présentée à la Figure 2. Une éprouvette dont la taille a été choisie pour fournir une précision analytique optimale (généralement quelques grammes) est exposée à une flamme de bec Bunsen à pré-mélange. Le bec est éteint une fois l'éprouvette intégralement brûlée. L'atmosphère est ensuite brassée à l'aide d'un ventilateur avant d'être prélevée pour en mesurer la teneur en gaz.

### 6.2.3 Stade(s) de développement d'un feu

Le stade de développement d'un feu concerné, tel que prévu dans l'ISO 19706, est le suivant:

- 2, avec flammes, bien ventilé.

Cet essai ne peut toutefois pas être mis en lien avec un feu réel, car le bec est en fait une flamme de pré-mélange de type chalumeau à environ 850 °C et non un feu à combustion libre.

### 6.2.4 Types de données

Le mode opératoire standard comprend la mesure de CO, CO<sub>2</sub>, formaldéhyde, NO<sub>x</sub>, HCN, acrylonitrile, phosgène, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, HCl, NH<sub>3</sub>, HF, HBr et phénol. Des corrections sont appliquées pour les concentrations de CO, CO<sub>2</sub> et NO<sub>x</sub> produites par la flamme de gaz seule brûlant pendant la même période que l'éprouvette.

### 6.2.5 Présentation des résultats

Le résultat est un indice de toxicité de type FED pour les 14 gaz. Les pondérations des gaz sont les concentrations considérées comme nominalement létales pour un homme après 30 min d'exposition. L'indice est calculé pour 1 g d'échantillon ou pour 1 m de fil ou de câble.

### 6.2.6 Évaluation de l'appareillage

#### 6.2.6.1 Avantages iTeh STANDARD PREVIEW

L'appareillage est simple à utiliser (standard.iteh.ai) La période de combustion étant courte, tout l'environnement de combustion est stable. L'éprouvette peut être une représentation raisonnable d'un produit fini.

#### 6.2.6.2 Inconvénients

Presque tous les matériaux et produits finis sont composés de plusieurs composants. Ceux-ci peuvent se gazéifier à différents moments de la combustion. L'éprouvette est immergée dans une flamme de gaz préalablement mélangés, et intégralement brûlée, mais cela peut ne pas générer de gaz représentatifs de la combustion de l'échantillon dans des conditions d'incendie réelles. L'éprouvette est petite et immergée dans la flamme d'essai. Elle est brûlée intégralement, de tous les côtés. Comme dans de nombreux modèles de feu physiques, aucune indication n'est donnée sur la vitesse de combustion. Les matériaux très ignifuges peuvent donc être forcés de brûler à la même vitesse que les matériaux sans retardateur de feu. Par conséquent, des données supplémentaires sur les vitesses de combustion à différents stades de développement d'un feu sont nécessaires pour les calculs d'ingénierie de la sécurité incendie. Les tubes colorimétriques ne constituent pas une technique de mesure fiable pour les produits de combustion en raison d'éventuelles interférences.

#### 6.2.6.3 Répétabilité et reproductibilité

Aucun résultat d'une éventuelle évaluation interlaboratoires n'a été rapporté. Cependant, la répétabilité est jugée raisonnablement bonne, car l'éprouvette est relativement petite, complètement immergée dans la flamme de gaz et brûlée intégralement.

### 6.2.7 Résultats toxicologiques

#### 6.2.7.1 Avantages

Les conditions initiales sont limitées et bien prescrites.