

*Sécurité-Incendie*

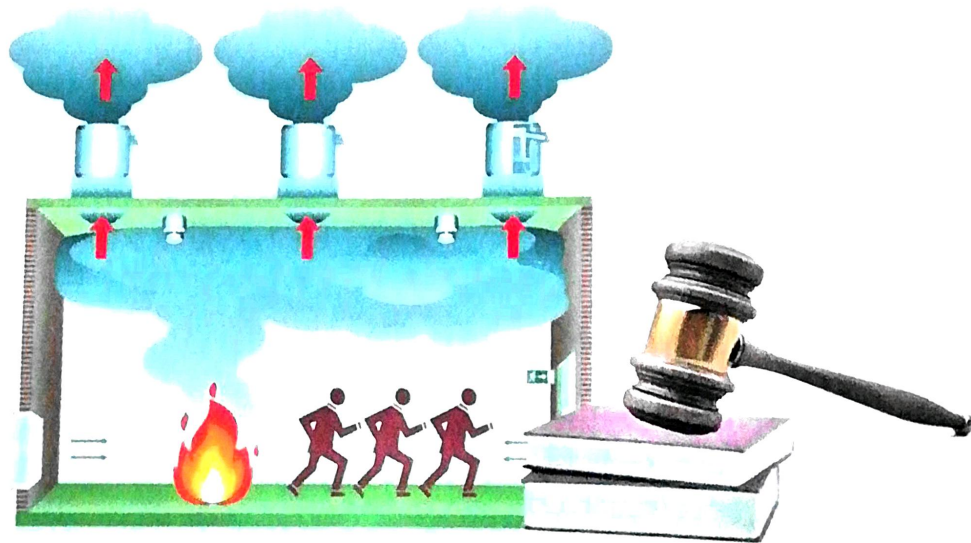
L M D/Ingénierie

# Désenfumage

## Concepts & Normes

Lakhdar GUENFAF  
Fettouma GUERBAS  
Ansam KHODJA

Université des Sciences  
et de la Technologie Houari Boumediene  
USTHB-Alger



**BSI**  
British Standards



**EN54**  
Certified

- ▶ Génie des systèmes
- ▶ Génie mécanique
- ▶ Génie électrique
- ▶ QHSE

 Pages  
Bleues

Sécurité-Incendie

GM 214

# Désenfumage

## Concepts & Normes

---

067173

(10)



Lakhdar GUENFAF  
Fettouma GUERBAS  
Ansam KHODJA

Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene  
USTHB-Alger

- ↓ Génie des systèmes,
- ↓ Génie mécanique,
- ↓ Génie électrique
- ↓ QHSE

© Copyright Eurl Pages Bleues Internationales



**Pages  
Bleues**

Être en sécurité est le fait de ne pas être menacé par un danger, c'est être en état de sureté. Cette notion trouve pleine résonance dans le bâtiment qui est avant tout un refuge pour ses occupants et un lieu où il fait bon vivre.

Nombreuses sont les conséquences fatales et destructives de l'incendie. Le réel danger pour la vie humaine réside au niveau de la fumée et non pas en celui des flammes. D'où la nécessité de la mise en place d'un système de mise en sécurité incendie appelé « le désenfumage », spécialement dédié à l'extraction des fumées. Ce dernier a pour objectifs de rendre praticables les cheminements utilisés pour l'évacuation. Il permet en plus l'intervention des services de secours et de limiter la propagation de l'incendie en évacuant vers l'extérieur chaleur, gaz et imbrulés.

Le système de désenfumage est une protection primordiale et problématique dans toute construction. Son importance et sa complexité s'accroissent en particulier dans les mégaprojets et les constructions modernes. Principalement lié à l'architecture du bâtiment en termes de génie civil, si l'édifice étant déjà finalisé, ne répond pas aux conditions normatives (à savoir, les distances et les débits) de lourdes modifications architecturales s'imposeront d'elles-mêmes aux risques de porter atteinte à la stabilité du bâtiment. La déstabilisation de la structure de la bâtisse n'étant pas une option admissible en vue de la grande probabilité d'effondrement. Il faudra trouver un compromis permettant d'assurer le désenfumage de l'immeuble tout en préservant sa structure et sa stabilité.

Ce livre est destiné aux étudiants effectuant un parcours de graduation et post graduation en génie des systèmes, génie mécanique, génie électrique et QHSE. Il peut concerner aussi les étudiants du palier supérieur (doctorat) en vue de son contenu concernant la modélisation. Il devrait aussi intéresser les ingénieurs d'études travaillant sur des projets aux niveaux des industries et des bureaux d'études (coordinateur SSI). Ce livre pourrait également servir de support de cours aux enseignants ainsi que d'inspirer un manuel didactique pour les écoles de formation.

Ce livre est le fruit d'une synthèse des différentes normes et réglementations nationales et internationales. On retrouve les normes algériennes, françaises, américaines et anglaises. Le lecteur pourra profiter pleinement de la disponibilité de ces normes et lois selon différentes visions et objectives par régions dans le monde. Il pourra en outre compléter ses informations en utilisant des normes non applicables dans son pays. L'auteur a jugé nécessaire d'avoir une connaissance approfondie de la philosophie des différentes normes dans le monde tout en profitant des résultats escomptés à savoir la protection des personnes. Des exemples d'illustrations ont été présentés afin de bien comprendre les méthodes de calculs utilisées.

Un intérêt assez particulier a été porté sur la modélisation du phénomène étudié. Ce volet reste le sort des équipes de recherche dans domaine qui développent des outils de modélisation et de simulation complexes nécessitant des outils mathématiques et des lois de la physique et de la chimie complexes. L'auteur a présenté les différents outils utilisés dans ce domaine et leurs exploitations dans le monde réel afin de profiter pleinement des résultats. Cette partie trouve son intérêt dans les études d'exécution des mégas projet pour lesquels des erreurs de conception ne sont plus rattrapables et couteront des budgets importants pour y remédier et des pertes de temps énorme en termes de plannings d'exécutions.

Dans sa deuxième édition cet ouvrage dispose de 8 chapitres.

**A**u cœur du premier chapitre se trouve une succession de sinistres qui ont laissé une empreinte indélébile sur les mémoires et qui sont à l'origine de plusieurs réformes au niveau des réglementations qui concerne la protection des biens et des personnes contre les risques d'incendies.

**D**ans le deuxième chapitre Nous aborderons le concept de désenfumage en levant le voile sur sa nécessité et son importance du point de vue de la protection de la vie humaine, pour ensuite finir par expliquer ses différentes techniques, ses types et combinaisons.

**L**e troisième chapitre sera totalement dédié à la classification des constructions. Cette classification permet de donner une vision globale sur les lieux de présence humaine. Elle prend en compte toutes constructions dans les domaines résidentiels, tertiaires et industriels. En plus la taille du bâtiment est évoquée afin de voir les conditions d'utilisation du désenfumage. Un intérêt particulier a été porte sur les IGH qui présentent un danger majeur pour les personnes.

Le quatrième chapitre fait l'objet d'une synthèse bibliographique des normes et réglementations qui concernent le désenfumage. Incluant, lois, décrets, arrêtés, codes ...etc. Les réglementations et les normes peuvent être interprétées différemment par les utilisateurs et peuvent porter à confusion lors des calculs analytique de dimensionnement. Notre rôle dans cette partie consiste à expliquer la manière d'utiliser la réglementation relative au désenfumage. On s'intéressera principalement au désenfumage mécanique dans les immeubles de grandes hauteurs comme modèle d'illustration. On retrouve dans cette synthèse des normes nationales et internationales notamment la norme Algérienne et française.

Quant au cinquième chapitre, il concernera toujours la synthèse des normes et ce pour la réglementation britannique et américaine. Il aura pour but de présenter un autre type de dimensionnement et calcul analytique du désenfumage, aussi d'apporter un complément aux normes algériennes et françaises.

Vue la complexité du phénomène étudié, un sixième chapitre sera dédié à une recherche bibliographique concernant les modèles existants du phénomène de l'incendie. Il englobera une panoplie de modèles mathématiques décrivant le comportement du feu et de la fumée lors d'un incendie.

Après avoir synthétisé les normes de désenfumage, et avoir mis en évidence les modèles mathématiques de l'incendie, on mettra en œuvre, au cours du septième chapitre, l'application de ces dernières afin de pouvoir avancer des solutions de désenfumage convenables et efficaces pour l'exemple d'application proposé. On procédera aux calculs analytiques des différents débits de soufflage et d'extraction nécessaires, tout en établissant des plans qui mettent en évidence l'emplacement des équipements afin de pouvoir proposer des solutions complètes. Nous consacrerons une partie pour le choix du matériel approprié pour une solution. Pour les autres solutions, la méthodologie est la même pour le choix des équipements. Nous avons jugé nécessaire d'alléger le contenu de ce livre. Le lecteur pourra facilement retrouver les équipements des autres solutions en s'inspirant de celle proposée dans cet ouvrage.

**A** l'issu de cet ouvrage, un huitième chapitre sera totalement dédié à la simulation numérique des modèles de feu et du contrôle de la fumée. Dans sa première partie, on présentera quelques outils logiciels dédiés à ce type d'applications. Puis un exemple de simulation d'incendie conforme à un des cas étudiés préalablement au chapitre 7, sera décrit dans les détails grâce à l'exploitation de l'un des outils logiciels présentés.

**C**et ouvrage inclut des annexes qu'on pourra retrouver sur le site de l'éditeur. Celles-ci présentent tous les calculs et résultats obtenus pour la partie conception de désenfumage ainsi que les fiches techniques relatives aux matériels choisis.

*Dans cet ouvrage, l'auteur tente de présenter les principales normes nationales et internationales utilisées dans le désenfumage. Il s'est particulièrement consacré à mettre en évidence l'aspect réglementaire de ces normes avec tous les détails de calcul ainsi que la philosophie et le concept de normes en termes d'objectif et de méthodologie. Ainsi l'ouvrage permet de mettre à la portée du lecteur les différentes normes applicables en Algérie et dans le monde. Il a un rôle essentiellement explicatif. En aucun cas il prétend se substituer aux normes qui, seules, peuvent être utilisées professionnellement et juridiquement. Si la référence aux normes est abondamment annoncée, cela ne peut qu'encourager le lecteur à s'y reporter sans perte de temps.*

*Cet ouvrage cherche à offrir au lecteur des bases de références précises afin de le guider pour la meilleure compréhension des techniques décrites. Les règlements et les normes sont exposés de façon à ce qu'ils soient adoptés comme des outils de travail facilitant la compréhension et la résolution des problèmes techniques. L'auteur s'est particulièrement attaché à mettre en évidence les différents modèles de la fumée et ses dynamiques ainsi que les outils de simulation existants dans le domaine. Il révèle aussi les lois de la physique et les outils mathématiques permettant de représenter d'une manière fiable le phénomène de la fumée. Il donne une classification bien structurée des constructions et des établissements afin de permettre aux ingénieurs et aux architectes de proposer des conceptions optimales de leurs solutions en termes de désenfumage avec le respect des normes et de la réglementation en vigueur.*

*L'ouvrage est structuré en huit chapitres. Après une présentation de l'historique des incendies dans le monde, l'auteur enchaîne pour expliquer la philosophie du désenfumage ainsi que ses causes et ses conséquences, en explicitant les différentes constructions : résidentiel, tertiaire et industrielle. La taille de ces dernières constitue l'élément clé dans le dimensionnement du désenfumage. Il s'ensuit une rétrospective des différentes normes existantes dans le monde. L'auteur présente tous les détails de calcul dimensionnel et analytique permettant de retrouver facilement les différentes étapes de tout en respectant les normes et la réglementation en vigueur. Le but recherché est de donner au lecteur la manière d'exploiter la norme et la réglementation tout en utilisant les modèles mathématiques démontrés dans la littérature.*

*L'auteur traite de l'aspect mathématique du problème de désenfumage en présentant les différents outils numériques de résolution du problème.*

*Cet ouvrage s'adresse principalement aux étudiants ingénieurs et master qui cherchent à développer leurs connaissances dans cette thématique : le rôle du désenfumage, sa conception et ses procédés de calcul pour les grands ouvrages. Des étudiants de différentes disciplines trouveront des réponses aux problèmes de modélisation de la fumée et au dimensionnement des installations de désenfumage. La liste non exhaustive des filières concernées englobera les étudiants en génie électrique, génie mécanique « Equipement » et HVAC, hydraulique «Fluide », génie de l'environnement « ICPE », hygiène et sécurité «QHSE» ainsi que l'architecture. Il profitera aussi aux prescripteurs lors de la rédaction des cahiers des charges et les bureaux d'architecture pour l'étude des risques incendie surtout dans les établissements d'habitation de grande hauteur (IGH) et recevant du public(ERP). Cet ouvrage sera d'un intérêt certain pour les vérificateurs et les experts des assurances cherchant à contrôler les installations de désenfumage et principalement en cas de sinistre.*

**Mr Mohamed BOUDOUR**  
**Professeur à l'université de l'USTHB**

# Table des matières

<b>Préambule</b>	<b>03</b>
<b>Préface</b>	<b>07</b>
<b>sommaire</b>	<b>09</b>
<b>Chapitre 1 : Les sinistres ayant marqué l'histoire</b>	<b>13</b>
1. Les explosions connues par l'industrie à travers l'histoire	14
1.1. Explosion de la poudrerie de Grenelle (Paris)	14
1.2. Explosion de nitrate de sulfate d'ammonium à Oppau (Allemagne)	15
1.3. Explosion de propane à Feyzin (Rhône)	16
1.4. Explosion d'une usine de fabrication de nylon à Flixborough (UK)	17
1.5. Explosion de gaz à Mexico (Mexique)	18
1.6. Explosion de la raffinerie de Méde (Rhône)	19
1.7. Explosion d'un silo à Blaye (Gironde)	20
1.8. Explosion de nitrate d'ammonium à Toulouse (Haute Garonne)	21
2. Les incendies ayant marqué les ERP et les IGH	22
2.1. Incendie du magasin à l'innovation à Bruxelles	22
2.2. Incendie de la discothèque « le cinq-sept » à Saint-Laurent-du-Pont	23
2.3. Incendie du CES Pailleron à Paris	24
2.4. Incendie de termes de Barbotan	25
2.5. Incendie de l'hôpital psychiatrique de Bruz près de Rennes	26
2.6. Incendie de la tour Windsor à Madrid (Espagne)	27
2.7. Incendie de l'hôtel Paris-Opera (Paris)	28
3. Incendies déplorables en Algérie	29
3.1. Incendie à l'entreprise N'Gaous conserves (Batna)	29
3.2. Incendie au Service de Pédiatrie du CHU Saâdna-Abdenmour (Setif)	30
3.3. Le terrible décès de huit nouveaux nés lors d'un incendie (El-oued)	30
3.4. Incendie au tribunal de Sidi M'Hamed (Alger)	31
3.5. Incendie à Alger, un enfant meurt calciné	33
3.6. Explosion d'un complexe gazier SONATRACH (Skikda)	34
<b>Chapitre 2 : Philosophie du désenfumage, ses causes et ses conséquences</b>	<b>37</b>
1. Principes de base du phénomène d'incendie	38
1.1. Les multiples causes d'incendie	38

1.2. Les conséquences découlant de l'incendie	39
2. Principes de base de la fumée	42
2.1. Diminution de l'oxygène ambiant et inhalation de suies	43
2.2. Les gaz toxiques	43
2.3. Les gaz irritants	45
3. Généralités sur le désenfumage	45
3.1. Les objectifs d'un système de désenfumage	46
3.2. Le principe de désenfumage	47
3.3. Les contraintes du désenfumage	49
3.4. Le besoin en désenfumage	52
3.5. Les Différents types de désenfumage [4]	53
<b>Chapitre 3 : Classification des constructions et des établissements</b>	<b>57</b>
1. Classification visant la protection des personnes	58
2. Classification visant la protection des biens	59
3. Les bâtiments d'habitation (BH)	61
4. Les établissements recevant du public (ERP)	69
4.1. Principes généraux	69
4.2. Structure de la réglementation concernant les ERP	70
4.3. Classement des ERP	71
5. Les immeubles de grande hauteur (IGH)	80
5.1. Les grands principes sécuritaires dans les IGH	83
5.2. Règles techniques communes à tous les IGH	84
5.3. Les Locaux à risques	88
6. Les établissements et installations classés ICPE	90
6.1 Nomenclature des installations classées	92
6.2 Classification des ICPE	93

6.3. Accessibilité aux ICPE	93
6.4. Procédures et prescriptions générales	94
7. Les Etablissement Recevant des Travailleurs ERT	97
7.1. Classement des ERT	97
7.2. Règlement et code ERT	98
<b>Chapitre 4 : Normes et réglementations Algériennes et Françaises 109</b>	<b>101</b>
1. La norme nationale	102
1.1. Dans les bâtiments d'habitation	102
1.2. Dans les établissements recevant de public	105
2. La norme Française	106
2.1. Les bâtiments d'habitation	106
2.2. Les établissements recevant de public	109
2.3. Les dispositions générales applicables au désenfumage des ERP	110
2.4. Les différentes solutions	111
2.5. Les établissements de hauteurs normales	115
2.6. Les établissements recevant de public de grande hauteur (IGH)	126
2.7. Les établissements industriels et commerciaux	126
<b>Chapitre 5 : Normes et réglementations Américaines NFPA et British BS</b>	<b>127</b>
1. La norme Américaine	128
1.1. Généralités sur le management des fumées	128
1.2. Le désenfumage par mise en surpression	130
1.3. Conception d'un système de surpression	135
1.4. Design d'un système de pressurisation et ses composants [7]	139
2. La norme british	146
2.1. Généralités sur les systèmes de pressurisation	146
2.2. Les besoins en air d'un système de pressurisation	157
<b>Chapitre 6 : Modélisation de la fumée et du désenfumage</b>	<b>173</b>
1. Modèles relatifs à l'incendie	165
1.1. Modélisation de la combustion	165

1.2. Modélisation de la fumée	170
2. Fire Dynamics Simulator (FDS)	176
2.1. Les différents modèles physiques	177
2.2. Le modèle hydrodynamique	177
2.3. Le modèle de combustion	179
2.4. Le transport de rayonnement	180
2.5. Géométrie et utilisation de maillages multiples	180
2.6. Les conditions limites	180
2.7. Données d'entrées nécessaires à l'exécution du modèle	181
<b>Chapitre 7 : Exemple de Calcul du désenfumage</b>	<b>183</b>
1. Présentation du bâtiment	184
2. Solution 1 : Solution de type B	186
3. Solution 2 : Solution de type A (à cinq conduits)	188
4. Solution 3 : solution de type B mixte	195
4.1. Détails d'installations de la solution 3	196
5. Solution 4 : Solution de type B améliorée (B')	196
5.1. Détails d'installations de la solution 4	200
5.2. Descriptif du matériel de la solution 4	205
<b>Chapitre 8 : Simulation numérique du désenfumage</b>	<b>219</b>
1. Introduction aux simulations aux grandes échelles (LES)	210
2. Outils de simulation	210
3. Exemple de simulation avec pyrosim	213
4. Le rapport d'exploitation et interprétation.	216
<b>Bibliographie</b>	<b>225</b>