Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 100 (1974)
Heft: 22: SIA spécial, no 6, 1974

Artikel: Quelques bases du calcul du risque d'incendie dans des bâtiments industriels

Autor: Herpol, Georges-A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-72137

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 19.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Quelques bases du calcul du risque d'incendie dans des bâtiments industriels[1]

par Georges-A. HERPOL, Gent

Introduction

Il est assez regrettable que tous ceux qui, par le passé, se sont efforcés d'établir des bases permettant de calculer le risque d'incendie des bâtiments en exploitation, n'ont utilisé que des formules empiriques. Ils ont essayé, il est vrai, d'y incorporer des termes qui voulaient représenter, sinon tous, du moins certains des phénomènes qui interviennent pour rendre un incendie plus ou moins violent et avec des conséquences plus ou moins graves. Mais ils n'attribuent à ces termes que des valeurs en fait non mesurables, auxquelles on estimait être conduit par l'expérience des incendies du passé.

Or, si les statistiques des dommages causés par des incendies ont une grande valeur pour la connaissance de centres de gravité du danger, ils n'ont comme éléments de prédiction qu'une valeur très relative. En effet, l'évolution très rapide de la technique du bâtiment et celle des exploitations industrielles, l'énorme quantité de matériaux nouveaux qui interviennent, la grande concentration des moyens de production coûteux et des marchandises font que dans chaque cas particulier on ne dispose pas, ou du moins pas en quantité suffisante, de statistique de cas comparables pour pouvoir en déduire une estimation valable du risque. Il est d'ailleurs douteux, vu l'évolution rapide, que la loi des grands nombres, indispensable pour valoriser les statistiques, pourra jamais être appliquée.

Cette façon d'opérer a surtout été inspirée par les sociétés d'assurances et les autorités réglementantes ou ce qui en tient lieu. Or les buts poursuivis par ces deux groupes d'organismes sont très différents et aussi éloignés, pour l'un comme pour l'autre, du but réel que l'on devrait poursuivre, c'est-à-dire une prévention raisonnable d'incendie.

Le groupe des sociétés d'assurances est respectable et respecté dans tous les pays du monde, car il représente une puissance financière considérable.

Au sein de ce groupe la préoccupation essentielle, sinon unique, est d'établir une méthode de calcul du risque qui permet de rendre rentable l'opération financière que représente une attribution de police d'assurance. La philosophie fondamentale de ce groupe consiste à analyser l'étude statistique globale des événement du passé et d'en déduire par le calcul des probabilités l'attitude à adopter pour que la rentabilité de l'opération, ou du moins de l'ensemble des opérations, reste intacte. Ce groupe est tout naturellement porté aux formules empiriques (ou si on préfère statistiques) et si ces dernières cadrent dans leur philosophie générale, elles sont susceptibles de la satisfaire. Aussi ce groupe n'a-t-il fait qu'un usage très limité et à sens unique des recherches qui ont été faites en ces dernières vingt années dans le domaine de ce qu'on pourrait appeler la science de l'incendie [1][2].

Même si cela peut paraître paradoxal, on est tenté de croire que le groupe des autorités raisonne de la même manière. Mais il y a cependant une différence, qui du point de vue philosophique n'est peut-être qu'apparente. Ce groupe tient avant tout à ne pas prendre trop de responsabilités et il pense qu'il doit poursuivre une sécurité absolue. Comme cette dernière, si elle pouvait jamais être atteinte, ne pourrait l'être que par un ensemble impressionnant de mesures, il a une tendance à les accumuler. De plus son organisation administrative ne lui permet que l'usage de formules simples excluant pratiquement toute appréciation personnelle, et il veut condenser le danger d'incendie en facteurs applicables d'une manière générale, si possible confirmés par les faits qui se sont produits par le passé.

Or, aussi bien l'un que l'autre de ces deux groupes semble oublier deux faits qui sont cependant capitaux. D'abord qu'il n'existe pas deux incendies identiques et ensuite que l'évolution rapide du monde risque de rendre caduques les conclusions que l'on peut tirer d'une étude statistique globale de n'importe quel phénomène.

Dans notre monde en évolution rapide, les enseignements du passé, si leur analyse n'a pas été poussée jusqu'aux principes fondamentaux, n'ont qu'une valeur relative, sinon nulle. En constatant cela, ce n'est pas faire acte de contestation, même si cela en a l'air, mais simplement preuve de s'attacher aux réalités du moment et de vouloir en tenir compte.

Les sociétés d'assurances devraient cependant le savoir. Se sont-elles demandé pourquoi à une certaine époque d'un passé rapproché, elles ont fait des pertes dans leur secteur risques industriels. C'est parce que leur méthode ne permettait pas de tenir compte de ce que l'évolution rapide de l'industrie a multiplié considérablement les risques et rendu les sinistres beaucoup plus importants qu'avant.

Quant aux autorités, on pourrait citer de multiples exemples. Contentons-nous d'un seul. Il existe encore pas mal de réglementations qui prescrivent que les portes coupe-feu doivent être en métal. Or il a été scientifiquement prouvé que le fait d'être en métal ne confère à une porte aucune résistance au feu. Il faut en plus qu'elle soit particulièrement bien conçue pour atteindre un résultat. De plus, il existe des portes ayant une résistance au feu jusqu'à 1 ½ heures et qui sont faites en d'autres matériaux, même combustibles [2].

Aussi croyons-nous qu'il est grand temps que l'on change de technique et que l'on oriente autrement les travaux devant conduire à une ou des formules de calcul du risque d'incendie en leur ouvrant des voies nouvelles scientifiquement mieux basées, tant théoriquement qu'expérimentalement.

Le risque d'incendie, comme la prévention d'ailleurs, présente naturellement de multiples facettes et son expression finale devra comprendre de multiples paramètres. L'ensemble de la prévention est remarquablement exposé dans un livre récent publié sous la direction du Dr Lucien Amy, ingénieur en chef honoraire de la Préfecture de Police de Paris, [3] et ceux qui ont l'ambition d'établir des méthodes complètes d'évaluation du risque d'incendie pourront y trouver déjà de multiples idées.

Dans le cadre d'une courte communication, nous devons nous limiter et nous ne considérons que les deux aspects principaux. A notre avis, le calcul du risque doit se nouer autour de deux notions fondamentales :

1° la charge d'incendie, calculée d'une façon significative ;

2° la résistance au feu des parois, appréciée et interprétée avec toutes ses implications.

1. La charge d'incendie

Qu'on le veuille ou non, la « charge d'incendie » (fire load, Brandbelastung) constitue le premier et le plus important paramètre du risque. Si cela est reconnu, explicitement ou implicitement, par tous ceux qui se sont penchés sur l'appréciation quantitative du risque d'incendie dans un bâtiment en exploitation — et ils sont aujourd'hui déjà assez nombreux [4] — si même certaines réglementations l'incorporent comme paramètre de classement des bâtiments [5], il existe parmi les spécialistes une certaine réticence quant à son usage ou du moins quant au fait qu'il doive être considéré comme le paramètre le plus important.

Cela n'est pas étonnant car la notion de charge d'incendie, telle qu'elle a été définie jusqu'ici, n'est pas très représentative.

[1] Exposé présenté au 4e séminaire international pour la protection contre l'incendie, 1973, Zurich.

[2] Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie en fin d'article.

En effet, on la définit par la formule :

$$C_i = \frac{\Sigma P H_u + \Sigma P' H'_u}{(H_u)_r S} \text{ en kg/m}^2 \qquad (1)$$

où les symboles représentent :

— C_i : charge d'incendie ;

— Σ : somme pour l'ensemble des matériaux en présence ;

— P et P' en kg, respectivement les poids des matériaux présents dans la construction des bâtiments, c'est-à-dire du contenant et dans leur contenu ;

— H_u et H'_u en MJ/kg, respectivement les potentiels calorifiques de ces matériaux ;

— $(H_u)_r$ le potentiel calorifique du bois auquel on attribue dans divers pays conventionnellement des valeurs qui ne sont pas toujours les mêmes, mais qui se situent aux environs de 16,7 MJ/kg ;

— S en m^2, la surface de plancher du local ou du compartement dont on définit la charge d'incendie.

Certaines définitions et notamment celle du DIN 18230E suppriment $(H_u)_r$ et expriment ainsi C_i en Mcal/m^2.

Que pareille notion, qui définit un danger potentiel mais non réel, ne soit pas représentative ni du danger d'allumage, ni du danger que présente la vitesse de combustion, ni du danger que représente la vitesse de propagation de l'incendie, a été longuement constatée par M. Gretener dans l'un de ses rapports au Comité Européen des Assurances [6]. Mais on le comprendra aisément si on compare une armoire métallique donnée, remplie d'une part de gros in folios en papier reliés et serrés, avec la même armoire dans laquelle pendent simplement quelques robes légères de dame. La première armoire a une charge d'incendie énorme, mais on aurait toutes les peines du monde à l'allumer et à la faire brûler. La deuxième au contraire a une charge d'incendie réduite mais combien dangereuse car son contenu s'allumera facilement et brûlera en un rien de temps.

Que le potentiel calorifique à lui seul n'est pas représentatif du danger a été prouvé à l'occasion d'une recherche faite au Centre de Recherche-Incendie de l'Université de Gand. Cette recherche avait pour but de montrer quelle était la partie de la charge d'incendie constituée par du papier, sous des formes diverses telles qu'elles existent dans les bureaux, lors d'un incendie pleinement développé d'une durée de deux heures dans une chambre expérimentale. En moyenne seulement 50 % de la charge d'incendie initiale était libérée dans l'incendie [7].

Par ailleurs s'il est exact que la durée équivalente t_e d'un incendie-standard, suivant ISO R 1182, provoqué dans une charge d'incendie constituée exclusivement de bois peut être représenté par l'expression [8]

$$t_e = 3{,}4 \cdot C_i^{0{,}64} \text{ en min, si } C_i \text{ en kg/m}^2$$

il n'est pas moins clair que la constante et l'exposant de pareille expression seront très différents lorsque la charge d'incendie est constituée par d'autres matières que du bois.

Aussi, M. Gretener [4] corrige-t-il ce que la définition ci-dessus de la charge d'incendie a de non représentatif en le multipliant par quelques facteurs de correction pour la « combustibilité », le « danger des fumées » et le « danger de corrosion ». Mais on devrait, à notre avis, y ajouter d'autres si on veut apprécier correctement le danger réel.

Par ailleurs, nous ne croyons pas que la surface de plancher aussi soit une bonne référence. Cela pourrait peut-être convenir s'il s'agit simplement de bâtiments d'habitation où les hauteurs des locaux sont presque toujours les mêmes. Mais pour des bâtiments industriels, où les locaux peuvent avoir une hauteur très différente, on perd ainsi un élément fort important du risque. Ici encore il faudrait donc apporter un correctif.

Nous proposons d'aller un peu plus loin et d'introduire les correctifs dans la définition même de la notion de charge d'incendie en y incorporant ce que nous appelons *l'indice de réaction au feu des matériaux* et *la hauteur des locaux*. La réaction au feu pourrait être établie de manière à caractériser par un seul chiffre la contribution effective d'un matériau à l'initiation, au développement et à la vitesse d'extension topographique d'un incendie ainsi qu'aux actions des fumées produites dans les conditions de ventilation existant normalement lors d'un incendie. Chaque matériau en présence apporte sa contribution propre et il serait donc logique que cette dernière, si on peut la mesurer, corrige son potentiel calorifique pour n'en retenir que ce qui est réellement dangereux.

L'analyse des incendies réels apprend que, à l'exception de ceux qui sont la conséquence d'explosions ou d'actes de malveillance, les incendies naissent tous très localement et commencent par un foyer très réduit. Il en résulte que, lorsqu'une source d'allumage accidentelle se présente dans un local, pour qu'elle conduise rapidement à un incendie important pouvant avoir des conséquences graves, il faut qu'elle trouve :

1° des matériaux combustibles, c'est-à-dire contenant un certain potentiel calorifique et surtout libérant ce potentiel assez rapidement ;

2° des matériaux inflammables, c'est-à-dire qu'il est facile de porter à leur température d'ignition ;

3° des matériaux qui propagent facilement les flammes à leur surface, car cela donnera une extension topographique rapide ;

4° des matériaux qui sont susceptibles de s'embraser à distance et sur une grande surface lorsqu'ils reçoivent la chaleur rayonnée par un foyer existant situé à distance, car cela aussi donnera une extension topographique rapide ;

5° l'air nécessaire à la combustion des matériaux ;

6° des matériaux provoquant des fumées en quantité plus ou moins grande par la pyrolyse et la combustion incomplète telles qu'elles se produisent toujours dans un incendie réel ;

7° des matériaux provoquant des fumées ayant une grande opacité, une toxicité et une corrosivité sensibles.

En partant de ces considérations et à la suite d'une analyse approfondie de chacun des sept points ci-dessus, l'équipe du Centre de Recherche-Incendie de l'Université de Gand a développé une définition de « l'indice de réaction au feu » des matériaux, tant ceux utilisés dans la confection du contenant (c'est-à-dire des bâtiments) que ceux mis en œuvre dans le contenu, et produit une méthode pour la mesure de cet indice [9].

L'indice se calcule au moyen de la formule :

$$R_a = \frac{k_1 Q + k_2 I + k_3 P + k_4 E + k_5 F}{\Sigma k} \qquad (2)$$

où les symboles représentent :

R_a : indice de réaction au feu ;

Q : indice calorimétrique, mesurant d'une certaine manière la vitesse de libération du potentiel calorifique ;

I : indice d'inflammabilité, sous l'action de flammes directes et/ou sous l'action de chaleur rayonnée ;

P : indice de propagation de la flamme en surface ;

E : indice d'embrasement, donnant une mesure de l'inflammabilité à distance sous l'action de chaleur rayonné ;

F : indice des fumées, fort complexe et devant être composé de trois sous-indices : l'opacité, la toxicité et la corrosivité.

Chacun de ces indices est établi par la méthode de mesure suivant des formules particulières [9], telles que chacun d'eux est exprimé par une grandeur comprise entre 0 et 100. Ils ne sont pas multiplicatifs, mais cumulatifs car les phénomènes dont ils sont une expression quantitative interviennent en chaîne dans l'initiation, le développement topographique, la difficulté d'extinction et l'importance des conséquences d'un incendie.

Les coefficients k sont des facteurs de pondération qui ne dépendent pas exclusivement du matériau, mais de l'endroit où il se trouve au moment de l'incendie et de la manière dont il est mis en œuvre. On pourrait s'imaginer en effet que l'un ou l'autre des phénomènes, dont les indices sont la représentation quantitative, puisse n'avoir aucune importance dans certaines applications. Si cela arrivait, le coefficient correspondant serait nul. Il est à noter d'ailleurs que le cas invoqué est peu probable et que les coefficients sont presque toujours à prendre égaux à l'unité. C'est ce que nous avons fait jusqu'ici, nous réservant d'en établir d'autres valeurs à la suite de recherches ultérieures.

Il est à noter que l'introduction des coefficients constitue à la fois une faiblesse et une force. Faiblesse parce qu'à cause de leur présence l'indice de réaction au feu cesse d'être une propriété unique pour un matériau déterminé. Force parce qu'on rend ainsi possible dans certaines circonstances la mise en œuvre de certains matériaux tout en suivant des spécifications imposées.

L'expression des facteurs du numérateur de la formule (2) fait que l'indice de réaction au feu est aussi un chiffre compris entre 0 et 100.

Un indice très élevé qualifie un matériau qui s'enflamme facilement, brûle très rapidement, propage bien la flamme à la surface, participe à l'embrasement et donne des fumées très opaques. Nous ne citons ici que l'opacité, car nous ne sommes pas encore parvenus à exprimer la toxicité et la corrosivité en indices quantitatifs.

La figure 1 donne à titre d'exemple l'indice de réaction au feu de 36 matériaux définis par le tableau I. On se rendra compte en lisant ce tableau que lorsqu'il s'agit de réaction au feu il faut se garder de croire qu'elle qualifie une matière. Au contraire elle ne peut qualifier qu'un matériau sous la forme et les dimensions en épaisseur sous lesquelles il est mis en œuvre.

C'est la signification de R_a du point de vue de la gravité d'un incendie qui nous amène à proposer une définition nouvelle de la charge d'incendie à prendre en considération pour le calcul du risque.

$$C_t = \frac{\Sigma R_a \cdot P \cdot H_u + \Sigma R'_a \cdot P' \cdot H'_u}{100\ Sh} \quad \text{en} \quad \frac{\text{MJ}}{\text{m}^3} \qquad (3)$$

Les symboles ont la même signification que ceux de la formule (1), h représentant la hauteur du local. Les potentiels calorifiques H_u et H'_u sont définis et mesurés pour chaque matériau suivant la norme internationale ISO-R. 1760-1972. Nous conseillons d'ailleurs de rendre l'expression de la charge d'incendie non dimensionnelle en la référant par exemple à une charge d'incendie considérée comme non dangereuse.

Théoriquement la charge d'incendie pourrait être nulle. Mais en pratique cela n'arrive jamais. Pour fixer les idées à ce sujet, une charge d'incendie que nous considérons comme faible est de l'ordre de 20 MJ/m³ que l'on rencontre dans des ateliers construits en matériaux incombustibles travaillant essentiellement des matières peu combustibles.

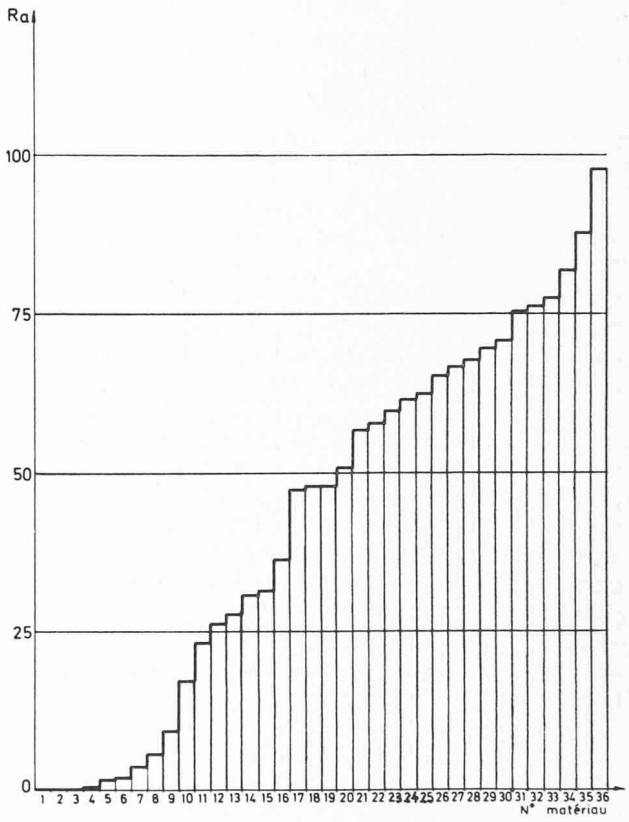

Fig. 1. — Indice de réaction au feu.

Une valeur très forte est de l'ordre de 2000 MJ/m³ que l'on rencontre par exemple dans certains magasins de papier ou des stocks de peintures et vernis. La marge est donc très grande si on considère tous les cas possibles, mais pour la grande majorité des locaux la charge d'incendie se situe entre 100 et 800 MJ/m³. En utilisant 20 MJ/m³ comme référence, on pourrait définir *un indice de charge d'incendie*

$$I_c = \frac{\Sigma R_a P H_u + \Sigma R'_a P' H'_u}{2\ Sh} \times 10^{-3} \qquad (4)$$

grandeur non dimensionnelle dont la valeur varierait entre 0 et 100.

Pour les besoins pratiques de son usage, on aura noté que cet indice peut se subdiviser en deux

$$I_c = I_i + I_m \qquad (5)$$

TABLEAU I

Matériau n°	Description	épaisseur mm	masse volumique kg/m^3	Précisions	R_a
1	Marbre synthétique	12	2300	liant polyméthylméthacylate 15% en poids	0
2	Revêtement de sol P.V.C.	3		ajoute de fibres d'amiante, craie et poudre de marbre	0
3	Asphalte	55	2400	bitumen 8% en poids le reste inerte	0
4	Revêtement de sol caoutchouc	10	1800	ignifugé et fixé sur béton	0,28
5	Bakélite	4	1375	liant phénol-formaldéhyde poudre de bois	1,54
6	Charbon de bois			obtenu à partir d'épicéa nordique rouge	1,60
7	Plaque de formica	10	1460		3,52
8	Feuille caoutchouc ignifugée	3		traitée dans la masse de produits ignifuges	5,58
9	Revêtement amiante bitumen sur tôle d'acier			amiante-hydrocarbures 50/50% tôle d'acier 0,7 mm	9,46
10	Tapis laine			sur base de jute et coton	17,20
11	Plaque copeaux de bois ignifugé	21	450	ignifugé dans la masse	23,1
12	Tapis laine			sur base de jute et sous-tapis à base d'hydrocarbures	26,2
13	Plaque polyester armée	5	1560	teneur en fibres de verre 30% en poids	27,8
14	Plaque polyester armée ignifugée	6	1667	résine 30%-fibres de verre 30%-poudres minérales 30%-ignifuge 10%	30,8
15	Plaque de particules de bois	34,5	575	liant phénolformaldéhyde (pas d'ignifuges)	31,4
16	Plaque en amas de lin	30	400	liant uréumformaldéhyde (pas d'ignifuges)	36,4
17	Plaque en copeaux de bois	21	400		47,1
18	chêne	19	670		47,8
19	Sapin rouge du nord				47,8
20	Polyester "auto-extinguible"				50,6
21	Matière synthétique "Arc fire-proof tape"			Irvington 7700 = fibre organique avec elastomère ignifuge	56,8
22	Hardboard	3	900		57,9
23	P.V.C. souple collé sur base	35 + 1		base = plaque de copeaux de bois ignifugé	59,9
24	Revêtement de sol P.V.C.	2,5	1160		61,5
25	Polyester armé	5	1200		62,3
26	Mousse de polyuréthane	32	30		65,1
27	Tapis polyamide			base polyamide fixée sur une couche de mousse de caoutchouc	66,7
28	Polyester naturel				67,9
29	Softboard	12	300		69,50
30	Mousse de polyuréthane avec couche d'hydrocarbures	31	30		70,60
31	Plaque polyester				75,30
32	Polystyrène non-expansé	3	1000		76,10
33	Mousse de polyuréthane blanche	25	35		77,4
34	Mousse de polyuréthane rouge	25	40		81,9
35	Mousse de polyuréthane	20	40		87,6
36	Mousse de latex	50			97,60

le premier concernant les matériaux utilisés dans la construction des bâtiments que l'on pourrait appeler indice du contenant ou indice immobile, le second ayant trait aux matériaux présents dans le contenu, que l'on pourrait appeler *indice du contenu* ou indice mobile.

Pareille subdivision prend toute sa signification si on se met par exemple à la place de celui qui est responsable de la conception de bâtiments industriels [10]. Ce dernier se heurte dès l'abord à la difficulté qu'il n'a, le plus souvent, pas d'action sur les propriétés du contenu qui lui sont imposées par la destination industrielle, donc sur I_m, mais il peut par contre agir sur les propriétés des matériaux mis en œuvre dans la construction du bâtiment, donc sur I_i, plus particulièrement sur ceux des revêtements intérieurs qui sont évidemment les premiers et les plus importants à participer à l'incendie intérieur. Pour maintenir I_i petit, comme il n'utilisera en aucune façon des poids P surabondants, il devra choisir des matériaux qui ont un faible produit $R_a H_u$, soit par le R_a, soit par le H_u, soit par les deux.

Mais l'effort qu'on peut faire pour réduire I_i n'en vaut pas toujours la peine. Si en effet I_m est très considérable et réparti plus ou moins uniformément dans un local d'assez grande étendue, le risque ne sera pratiquement pas diminué par les efforts faits pour réduire I_i. Dans ce cas, la seule vraie mesure que l'on puisse prendre pour réduire le risque est la subdivision du local en compartiments, c'est-à-dire en enceintes (susceptibles encore d'être subdivisés intérieurement) dont toutes les parois ont une résistance au feu spécifiée. Mais ceci nous amène à un autre sujet sur lequel nous voudrions présenter ultérieurement quelques réflexions.

Tout autrement se présente l'importance de la valeur relative de I_i et I_m lorsqu'il s'agit encore d'un local à grande étendue dont l'indice I_m est en moyenne assez faible, mais dont la répartition est très inégale, cas qui se présente fort souvent dans les usines. Dans ce cas la partie de la charge d'incendie apporté par le bâtiment est au contraire très importante. Comme elle est le plus souvent assez uniformément répartie, elle sert de liaison entre les amas irréguliers de I_m en aidant à la transmission de l'incendie d'un amas à l'autre. C'est ici que la hauteur au local joue aussi un rôle.

Et ceci nous amène à épiloguer quelque peu sur le terme S qui figure dans la formule 4. Ce terme a été défini comme la surface du plancher du local ou du compartiment dont on calcule la charge d'incendie. Cette définition reste valable lorsqu'il s'agit d'un bâtiment qui, de par sa destination, est subdivisé en locaux assez réduits et dont les cloisonnements sont construits de manière à peu près uniforme. Si ces cloisonnements n'ont pas de résistance au feu spécifiée, la charge d'incendie garde toute sa signification comme facteur de risque et cela dans son entièreté. On obtiendra alors une image correcte de la répartition topographique de la charge d'incendie et donc du risque.

Mais déjà dans les cas apparemment identiques, c'est-à-dire que la subdivision en locaux d'usage est la même, mais que l'on a superposé une subdivision en compartiments *, c'est-à-dire un ensemble de locaux dont les parois dans les six directions ont une résistance au feu spécifiée et relativement grande. Si la surface de plancher des compartiments reste assez faible, on peut se contenter d'exprimer la charge d'incendie moyenne par compartiment et conserver une image correcte. Si, par contre, la surface du plancher des compartiments est grande, il faut maintenir le calcul par local surtout, comme c'est souvent le cas, lorsque la charge par local est très variable d'un local à un autre.

Mais lorsqu'il s'agit de bâtiments peu subdivisés, c'est-à-dire ayant des locaux, compartiments ou non, de grande étendue, on ne peut arriver à une image correcte du risque qu'en calculant I_i et I_m séparément et les rapporter à une surface de plancher unitaire qui n'est pas trop considérable.

En effet, dans un très grand local la charge d'incendie moyenne n'est pas représentative du risque, si elle est répartie très inégalement. Dans ce cas on ne pourra se faire une image correcte du risque qu'en établissant pour le local un diagramme à trois dimensions (fig. 2) qui donnera :

— d'une part la répartition de I_m suivant les deux dimensions du plancher ;

— d'autre part la répartition de I_i suivant les mêmes dimensions et qui montrera la possibilité de liaison que donne I_i entre les masses inégalement réparties de I_m.

C'est pour ce dernier cas surtout qu'il est capital d'établir le calcul des charges d'incendie suivant la nouvelle formule que nous proposons.

2. La résistance au feu

Il faut bien reconnaître que la subdivision des bâtiments en compartiments selon notre définition, c'est-à-dire en enceintes délimitées dans les six directions par des parois ayant une résistance au feu spécifiée et vérifiée, constitue un autre facteur très important de l'appréciation du risque.

Nous ne sommes pas loin de penser que c'est là le meilleur moyen pour celui qui conçoit un bâtiment d'assurer un maximum de prévention par la seule construction du bâtiment. En effet, la constitution de compartiments a une double action : d'une part enfermer les charges d'incendie locales dangereuses ou les endroits où les sources d'allumage sont inévitables, pour empêcher ainsi qu'un incendie qui a pris son origine dans le compartiment ne s'étende à l'extérieur, et d'autre part enfermer les grandes valeurs pour les protéger contre les actions d'un incendie naissant en dehors du compartiment.

* On a appelé cela aussi des « divisions coupe-feu ».

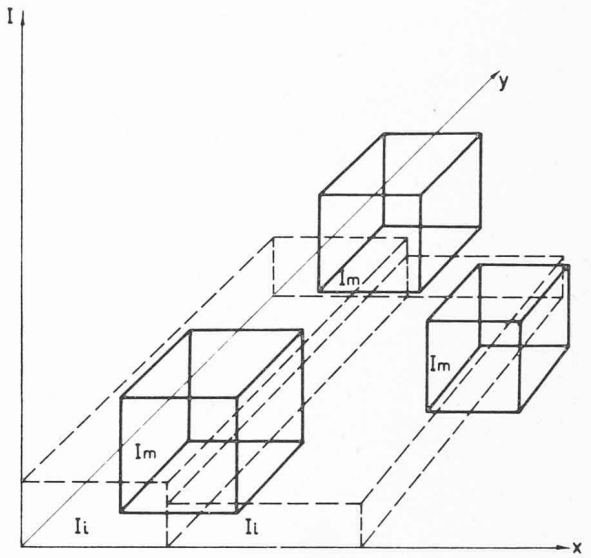

Fig. 2. — Répartition dans un local des indices de charge d'incendie I_m et I_i.

La résistance au feu des parois constitue en effet l'élément principal de ralentissement de l'extension topographique d'un incendie parce que l'on peut ainsi gagner non pas des minutes, ce qui est déjà souvent appréciable, mais des heures.

La philosophie de cette idée revient à penser que, puisque l'incendie naît forcément dans un compartiment, on abandonne plus ou moins ce compartiment en ne se préoccupant plus, dès qu'il est évacué par les personnes qui s'y trouvent éventuellement, de ce qui peut se passer à l'intérieur. Mais on enferme l'incendie pendant le temps nécessaire pour que les moyens d'extinction puissent arriver à pied d'œuvre et donner tout leur effet.

On se rend immédiatement compte que, pour que cette idée ait toute sa valeur du point de vue de l'appréciation du risque, on doit la lier intimement avec d'autres paramètres du risque :

1° les mesures prises pour donner l'alarme ;

2° les mesures prises pour assurer une évacuation rapide des occupants des compartiments ;

3° les mesures prises pour donner l'alerte ;

4° les mesures prises pour assurer une intervention des moyens de combat, tant intérieurs qu'extérieurs, aussi rapidement que possible et de toute façon endéans la résistance au feu prescrite.

Nous ne faisons que mentionner ici ces paramètres qui mériteraient d'être approfondis et que de toute façon tous ceux qui se sont consacrés à l'appréciation du risque n'ont eu garde d'oublier. Mais nous tenons à les lier au compartimentage et à la résistance au feu des parois pour pouvoir ainsi constater que l'ensemble du risque se compose de deux grands superparamètres :

1° le superparamètre positif du risque lié à la charge d'incendie, telle que nous avons proposé de la définir ;

2° le superparamètre négatif du risque, lié au compartimentage et à la résistance au feu des parois, ce dernier tenant d'ailleurs compte, outre les paramètres cités plus haut, des dangers d'incendie venant du voisinage, tout autant que de ceux qui viennent de l'intérieur.

L'idée fructueuse du compartimentage comme facteur limitant le risque est d'ailleurs très intimement liée à la stabilité de l'ossature soutenant le bâtiment, ainsi qu'à deux autres paramètres invoqués souvent : celui du type d'immeuble et celui du nombre d'étages. En effet, pour prendre un exemple extrême, il ne faut pas que l'incendie qui ravage un compartiment puisse affaiblir l'ossature d'une telle manière que l'ensemble du bâtiment ou une grande partie s'écroulent. C'est là de nouveau un problème de résistance au feu de l'ossature ou en général des éléments portants de l'immeuble, à considérer en même temps que le problème de la résistance au feu des parois des compartiments.

L'idée n'est, à première vue du moins, valable que pour autant que l'ampleur des compartiments individuels ne soit pas trop grande. Ceci va bien entendu pour beaucoup de bâtiments, tels que des bureaux, des hôpitaux, des usines etc., à l'encontre des tendances actuelles. Dans ces bâtiments, en vue de leur exploitation économique, on veut des locaux spacieux, aussi grands que possible avec le moins possible de subdivisions et de supports internes. C'est ici que les architectes devraient trouver un compromis entre la localisation des charges d'incendie considérables, le compartimentage sérieux des espaces où cette localisation peut se faire, l'utilisation éventuelle de moyens d'extinction bien répartis et peut-être automatiques, etc.

La résistance au feu des éléments de construction est une notion actuellement déjà assez précise et susceptible d'être mesurée, voire même, grâce à la recherche dans ce domaine, sur le point de pouvoir être calculée. Elle est définie et mesurée conformément à beaucoup de normes nationales et il existe même une norme internationale [11] sur laquelle les normes nationales s'aligneront, espérons-le, bientôt. Cependant pour pouvoir s'en servir comme nous le proposons, il faudra encore perfectionner la notion de résistance au feu. Elle est aujourd'hui basée sur trois critères : la stabilité (qui pourrait aussi s'intituler l'intégrité), l'isolation thermique et l'étanchéité aux flammes. On devrait y ajouter un quatrième critère, celui de l'étanchéité aux fumées qui devrait inclure aussi, outre la fumée venant du foyer, celle susceptible d'être produite par l'élément de construction lui-même sur la face non exposée à l'action de l'incendie. Si cela n'a pas été fait jusqu'à maintenant, c'est que ce critère est extrêmement difficile, sinon impossible à mesurer. Des travaux de recherche sont en cours pour y parvenir indirectement et il faut espérer que dans peu de temps on pourra incorporer le critère fumées dans la résistance au feu, supprimant ainsi une imperfection de la notion actuelle.

Ajoutons qu'en utilisant le compartimentage on doit être mis en garde contre la tentation d'introduire cette notion dans le calcul du risque d'une manière à amener les gens de prescrire pour la résistance au feu des valeurs anormales, que les constructeurs pourraient sans doute atteindre, mais au détriment de l'économie. C'est ainsi qu'une résistance de deux heures est déjà élevée, car il ne faut pas oublier qu'il ne s'agit pas d'enfermer le feu jusqu'à ce qu'il meure de lui-même, mais de limiter ses dégâts pour permettre l'arrivée des moyens d'extinction. Dans cet ordre d'idées il serait intéressant d'établir expérimentalement une corrélation entre la charge d'incendie d'un compartiment, telle que nous l'avons définie, et la durée d'un incendie qui naîtrait dans cette charge. Des efforts ont déjà été faits dans ce sens par un certain nombre de chercheurs. Mais ils ont utilisé l'ancienne définition de C_i et dans leurs expériences l'ont constituée par du bois. La grande dispersion qu'ils ont constaté dans la corrélation résulte d'ailleurs en partie de la manière dont le bois se présente, entre des copeaux et des poutres, et cette présentation n'influence pas H_u mais bien R_a. S'ils avaient utilisé la nouvelle définition de C_i, la corrélation eût sans doute été plus facile à établir. Mais pour les charges d'incendie réelles, comprenant beaucoup de matériaux très différents, la corrélation dépendra de beaucoup de facteurs et ne pourrait être établie que par une longue étude expérimentale et statistique.

3. Conclusion

En conclusion, il nous semble que le moment est peut-être venu de modifier quelque peu la technique utilisée jusqu'ici pour essayer de chiffrer un risque d'incendie dans un bâtiment industriel et peut-être même dans tous les bâtiments. Au lieu de se contenter de formules empiriques basées exclusivement sur l'expérience du passé, il faudrait essayer d'utiliser l'énorme quantité d'information que l'on peut trouver dans les travaux de recherche faits en ces dernières vingt années dans le domaine des paramètres qui régissent l'initiation et la vitesse de développement et d'extension topographique d'un incendie. Comme le risque est dépendant des mesures de prévention prises, qui constituent presque toutes une lutte contre le temps, c'est ce dernier qui doit être la préoccupation principale de ceux qui veulent estimer le risque. A titre d'exemple nous avons traité ici de deux aspects que nous croyons importants : un calcul bien pensé de la charge d'incendie et de son incidence sur le danger réel qu'elle représente et l'usage de la résistance au feu des parois approprié à la charge d'incendie comme moyen efficace de retenir le développement d'un incendie éventuel.

Bibliographie

[1] G. A. Herpol : *La recherche scientifique et la sécurité contre l'incendie*. Revue mensuelle de la Société royale belge des ingénieurs et industriels, n° 1, 1968, p. 14 à 24.

[2] G. A. Herpol, R. Minne, P. Vandevelde : *La résistance au feu des portes*. Brochure publiée sous les auspices du Ministère de l'intérieur de Belgique en 1972.

[3] L. Amy et Cl. Beltramelli : *L'incendie*, n° 3 de la série « Les Industries, leurs Productions, leurs Nuisances. » Editeur Dunod, Paris 1972.

[4] Voir à ce sujet le résumé qu'en fait M. Gretener dans une étude présentée à la réunion de Eindhoven en 1968 du Comité technique permanent du Groupe de travail Incendie du Comité européen des Assurances sous le titre : *Versuch zur rechnerischen Bestimmung der Brandgefährdung von Industrie und anderen Objekten.*

[5] Deutscher Normenaustausch DIN 18230E — 1968, Ermittlung der Brandschutzklassen.

[6] M. Gretener : *Rapport sur l'Etat d'Avancement des Etudes relatives à l'Evaluation des Risques*. Comité technique permanent du Groupe de travail Incendie du Comité européen des Assurances, Réunion de Londres 1965.

[7] G. A. Herpol, R. Minne, P. Vandevelde : *Charge d'Incendie effective représentée par le Papier*. Convention européenne des Associations de la construction métallique. Commission 3 : Recherches sur la résistance à l'incendie des constructions métalliques. Février 1973.

[8] E. Knublauch, R. Rudolphie : *Das Risiko voraussagen*. VDI, Nachrichten nos 49 et 50, 1972.

[9] Dr R. Minne : *The Belgian Point of View on Testing Reaction to Fire of Building Materials*. ASTM-Special Technical Publication no 502, 1972.

[10] ir. G. A. Herpol : *L'influence de la prévention d'incendie sur la conception des bâtiments industriels*. Institut de formation aux techniques d'implantation et de manutention. Session d'information sur la conception des bâtiments industriels, Bruxelles 1971.

[11] Norme internationale ISO 834 — 1968.

Adresse de l'auteur :

Georges-A. Herpol, Professeur ordinaire à l'université
Coupure 199 E — B-9000 Gent (Belgique)