

L'ingénieur et l'architecte en face de cette calamité: l'incendie

Autor(en): **Golaz, Maurice**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **74 (1948)**

Heft 24

PDF erstellt am: **23.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-56041>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Paraissant tous les 15 jours

ABONNEMENTS :Suisse : 1 an, 20 francs
Etranger : 25 francs

Pour sociétaires :

Suisse : 1 an, 17 francs
Etranger : 22 francsPour les abonnements
s'adresser à la librairie**F. ROUGE & Cie**
à LausannePrix du numéro :
1 Fr. 25

Organe de la Société suisse des ingénieurs et des architectes, des Sociétés vaudoise et genevoise des ingénieurs et des architectes, de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique de l'Université de Lausanne et des Groupes romands des anciens élèves de l'Ecole polytechnique fédérale.

COMITÉ DE PATRONAGE. — Président : R. NEESER, ingénieur, à Genève; Vice-président : G. EPITAUX, architecte, à Lausanne; secrétaire : J. CALAME, ingénieur, à Genève. Membres : Fribourg : MM. L. HERTLING, architecte; P. JOYE, professeur; Voud : MM. F. CHENAUX, ingénieur; E. ELSKES, ingénieur; E. D'OKOLSKI, architecte; A. PARIS, ingénieur; CH. THÉVENAZ, architecte; Genève : MM. L. ARCHINARD, ingénieur; E. MARTIN, architecte; E. ODIER, architecte; Neuchâtel : MM. J. BÉGUIN, architecte; G. FURTER, ingénieur; R. GUYE, ingénieur; Valais : MM. J. DUBUIS, ingénieur; D. BURGNER, architecte.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur. Case postale Chauderon 475, LAUSANNE

TARIF DES ANNONCES

Le millimètre
larg. 47 mm.) 20 cts.
Réclames : 60 cts. le mm.
(largeur 95 mm.)

Rabais pour annonces
répétées

ANNONCES SUISSES S.A.

5, Rue Centrale

Tél. 2 33 26

LAUSANNE

et Succursales

**CONSEIL D'ADMINISTRATION DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DU BULLETIN TECHNIQUE**

A. STUCKY, ingénieur, président; M. BRIDEL; G. EPITAUX, architecte; R. NEESER, ingénieur.

SOMMAIRE : *L'ingénieur et l'architecte en face de cette calamité : l'incendie*, par MAURICE GOLAZ, ingénieur de l'Etablissement cantonal d'assurance contre l'incendie à Lausanne. — *Salle de spectacles et halle de gymnastique, à Couvet; Concours d'architecture*. — *L'architecte et l'industrie*, par H. ROBERT VON DER MÜHLL, architecte. — *NÉCROLOGIE* : Michel Polak, architecte E. P. F. — *BIBLIOGRAPHIE*. — *COMMUNIQUÉ* : *Conférence à l'Ecole polytechnique de Lausanne*. — *SERVICE DE PLACEMENT*.

L'ingénieur et l'architecte en face de cette calamité : l'incendie

par Maurice GOLAZ, ingénieur

de l'Etablissement cantonal d'assurance contre l'incendie à Lausanne¹

En quittant l'école, le gradué emporte l'illusion que rien, sinon le temps, ne viendra jamais détruire une œuvre intelligemment conçue et savamment calculée. Hélas, comme on le sait, il en va tout autrement par la suite; sans vouloir évoquer ici ces abominables images de guerre, le petit train-train journalier se charge déjà d'infliger de cruelles déceptions. Et, parmi celles-ci, on se doit malheureusement de réserver une place toute spéciale à l'incendie, parce que, à l'inverse d'autres calamités — l'inondation et les tremblements de terre, par exemple — l'homme est toujours plus ou moins responsable des ruines causées par le feu. Ce qui rend les choses plus stupides encore, c'est la soudaineté avec laquelle il éclate, alors que rien, apparemment du moins, ne le laissait prévoir.

Qu'on l'appelle *feu-calamité* ou *feu* tout court, l'incendie était autrefois une plaie. En dépit du progrès — et peut-être à cause de lui — c'est aujourd'hui encore, il faut le confesser humblement, une véritable plaie.

Pourtant, dans notre pays si bien organisé, cette plaie et les problèmes qu'elle pose n'intéressent que médiocrement l'architecte et l'ingénieur; sans doute, l'un et l'autre estiment que, puisque l'Etat s'occupe de la question et qu'il s'en est toujours occupé, il ne se trouve rien dans cette matière qui puisse piquer la curiosité. Au surplus, on n'aime pas à parler de malheurs.

Par les quelques réflexions qui suivent, je désire montrer que le problème n'est pas encore résolu à satisfaction, ni ici, ni ailleurs. Bien des domaines restent encore à explorer,

qui ressortissent de diverses techniques : chimie, construction hydraulique, susceptibles d'intéresser par conséquent et l'ingénieur et l'architecte.

. . .

Nous n'en sommes évidemment plus à l'époque du phlogistique, ce fluide imaginé par nos ancêtres pour expliquer la combustion, spéculation non dépourvue de logique, mais à laquelle le grand Lavoisier donna le coup de grâce par ses célèbres travaux. On sait en effet que ce savant découvrit non seulement l'oxygène, mais démontra aussi la présence de ce gaz dans l'air atmosphérique en mettant en évidence le rôle qu'il joue dans la combustion.

Pourtant, en dépit du prodigieux développement pris dès lors par la chimie, la vue d'un incendie n'en est pas moins resté pour beaucoup quelque chose de quasi surnaturel.

N'est-ce pas là l'expression vivante de cette légitime inquiétude qui se manifeste dans toutes les créations : la peur du feu ? Il est vrai que parmi les calamités auxquelles les hommes sont exposés, l'incendie en est une des plus redoutables, puisqu'il suffit parfois de quelques minutes pour anéantir vies et biens. L'incendie du Bazar de la Charité, à Paris, encore présent à la mémoire des plus de cinquante

¹ Conférence donnée à Lausanne devant les membres de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes et de l'Association des anciens élèves de l'Ecole polytechnique, le 29 octobre 1948.

ans, dura quatorze minutes et fit cent vingt victimes. Histoire ancienne, diront les jeunes, car ils ont déjà oublié l'incendie du cinéma de Rueil-Malmaison qui, au cours de l'été 1947, fit presque autant de victimes... J'en passe. Mais que dire des pertes matérielles; pour la Suisse seulement, elles se sont élevées à quarante millions de francs durant l'année 1947. Quarante millions réduits en cendres et en fumée, rien que par des incendies de fabriques, de granges et de maisons d'habitation, et sans compter d'autres calamités très apparentées: les explosions.

N'y a-t-il pas là matière à réflexion ?

. . .

Au sens du dictionnaire, le feu c'est l'ensemble des phénomènes physico-chimiques qui accompagnent la combustion. En d'autres termes, c'est le développement simultané de chaleur, de lumière, de gaz et de fumées produits par la transformation d'une matière quelconque, solide, liquide ou gazeuse, chauffée dans l'air à une température convenable t_0 . Et suivant qu'il y a réaction ou absence de réaction, cette matière sera dite combustible ou incombustible à la température t_0 .

Comme vous le constatez, il est bien difficile de poursuivre cet exposé sans faire une incursion dans le domaine de la chimie. Je m'en excuse auprès des chimistes ici présents, auprès des non-chimistes aussi.

En se basant sur la définition donnée, l'équation symbolique du feu s'écrit donc :



Mais il est plus convenable d'écrire

$$[m(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_s + p(\text{O}_2 + 4\text{N}_2)]_w = r(\text{CO}_2) + r'(\text{C}) + s(\text{H}_2\text{O}) + 4p\text{N}_2 + u \text{ calories} + v \text{ lumen}.$$

qui est l'équation générale de la combustion lorsqu'on part de la cellulose.

Dans le premier membre, on a deux termes :

1° *Matière combustible* : Je la supposerai constituée par de la cellulose $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_s$, la plus répandue car c'est la substance constitutive du bois, du papier, du carton, des tissus de coton et de la fibrane.

2° *Air* : Mélange gazeux formé d'une partie d'oxygène et quatre parties d'azote; c'est le comburant, par opposition à la matière combustible.

Quant à la température t_0 , on peut dire que plus une matière combustible est finement divisée et forme avec le comburant un milieu homogène, moins t_0 sera élevé. Inversement, plus la dite matière est grossièrement fractionnée, plus la température d'amorçage sera élevée. C'est ainsi qu'un paquet de laine de bois s'enflammera vers 250° déjà, alors que des bûches de sapin ne prendront feu que vers 400 ou 500°. Dans le premier cas, le mélange air-bois formera un complexe plus combustible que dans le second; il deviendra même peu combustible si le solide est une paroi lisse en bois dur et au contraire très combustible — voire détonant — si le mélange est de la fine sciure en suspension dans l'air. Un raisonnement analogue pourrait être répété avec n'importe quel combustible minéral ou hydrocarbure.

Dans le second membre de l'équation, les différents termes ont la signification suivante :

1° Le gaz carbonique CO_2 est le produit classique de la combustion; il se forme directement par la combinaison de

deux atomes d'oxygène et un de carbone, ou indirectement par la combustion de gaz intermédiaires comme l'oxyde de carbone, le méthane.

2° L'hydrogène est un combustible de bien meilleure qualité que le carbone; aussi, dans une combustion, l'hydrogène s'empresse de brûler le premier. S'il ne reste plus assez d'oxygène pour la combustion du carbone, ce dernier ne peut évidemment pas brûler et il ne lui reste rien d'autre qu'à se retirer de la combinaison en formant des volutes de fumée plus ou moins opaques et des dépôts noirâtres de suie et de cambouis. C'est le terme $r'(\text{C})$.

3° L'eau — sous forme de vapeur — est le produit de la combustion de l'hydrogène ou d'hydrocarbures tels le méthane, l'éthane, etc. Ne pas la confondre avec l'eau d'extinction et l'eau de constitution.

4° L'azote ne participe pas à la réaction; de ce fait, on le retrouve intact après l'opération.

5° La combustion étant une réaction exothermique, dégage par conséquent de la chaleur. Utilisation pratique la plus courante: le chauffage. Pour du bois contenant 30 % d'eau, le pouvoir calorifique est de 3000 cal/kg.

Par comparaison, la houille donne 8500 cal/kg et l'hydrogène 58 000 cal/kg.

6° La luminosité de la flamme provient de particules de charbon rendues incandescentes au passage de zones réductrices, à température élevée, résultant de la combustion de l'hydrogène. Vu que le progrès a pour ainsi dire supprimé ce moyen d'éclairage, je n'en dirai rien ou à peu près rien. La flamme de bougie, résultat de la combustion de la stéarine, dégage une grande chaleur et une vive lumière, et cela sans bruit et sans odeur. C'est pourquoi elle est restée le bel ornement des cérémonies profanes et religieuses. Autrement, ce n'est que lorsque la fée électricité nous laisse en panne que la bougie reprend ses droits.

. . .

Mais, dira-t-on maintenant, quelle différence existe-t-il entre la flamme romanesque qui danse joyeusement dans l'âtre de la cheminée, et la sinistre lueur d'une grange en feu ?

Qualitativement, la différence n'est pas essentielle, mais quantitativement, c'est autre chose. En effet :

1° *Pour la flamme industrielle*, le flux calorifique dégagé par la combustion est utilisé comme moyen de chauffage et d'éclairage. La réaction exothermique est complète de sorte qu'il n'y a théoriquement pas de fumée. Le terme $r'(\text{C})$ est donc nul; en revanche $r(\text{CO}_2)$ est maximum.

2° *Pour la sinistre lueur*, il s'agit en revanche d'une combustion désordonnée, sans aucune utilisation du flux calorifique, pourtant d'une énorme intensité. La formation de fumée peut être, ou très intense ou quasi nulle: le terme $r'(\text{C})$ est donc nul ou réel.

Ainsi, les choses deviennent claires: le coefficient p du binôme $(\text{O}_2 + 4\text{N}_2)$ règle le rythme de toute combustion; on aura, par conséquent, des combustions lentes (p très petit), des combustions normales, des combustions rapides et des combustions instantanées (p très grand). Nous retrouverons ces résultats plus loin lorsque nous parlerons de la combustibilité. En attendant, disons quelques mots de ces différents genres de combustion.

Combustions lentes. Prenons un énorme tas de fourrage rentré dans de mauvaises conditions. Une fermentation exces-

sive s'y est déclarée — nous verrons plus loin le processus d'un tel accident — et cette fermentation a engendré une zone incandescente qui se propage lentement à l'intérieur de la masse. Cette zone peut mettre plusieurs jours avant d'atteindre les bords du tas et si on n'intervient pas à temps, elle donnera naissance à des flammes, c'est-à-dire à un incendie. Mais considérons les choses dans le stade où la dite zone n'a pas encore atteint le bord du tas : c'est le cas typique d'une combustion lente : il y a du feu, mais pas de fumée parce que la combustion est complète. Le même cas se présentera dans un silo à sciure dans lequel une braise de cigarette ou une particule incandescente aura pénétré insidieusement pendant l'opération de remplissage.

Combustions normales. Flammes se développant dans de vastes locaux aérés (halle, hangar, etc.) ; formation normale de gaz et de fumée. Il en est de même pour un feu en plein air par temps calme.

Combustions rapides. Flammes activées par un tirage : s'il s'agit de vent froid, il y a aussitôt refroidissement de la flamme et excédent de fumée sur les gaz. Si, au contraire, le courant d'air est tempéré, les gaz seront en excédent sur les fumées.

Combustion instantanée. C'est le cas où une braise (voire une particule incandescente) arrive dans un espace clos contenant de la farine en suspension (poudre de cacao, farine de bois, etc.) ; il y a formation intense de gaz chauds, donc augmentation rapide de leur volume, allant jusqu'à l'explosion du récipient qui les contient ; peu ou pas de fumée. Une combustion instantanée est une déflagration ; il ne faut cependant pas la confondre avec une combustion « spontanée » qui, elle, évoque plutôt un phénomène biogéochimique. Je reviendrai plus loin sur ce point en vous parlant des causes d'incendie.

Regardons un instant autour de nous ; que voyons-nous ? Hormis l'auguste auditoire qui remplit cette salle — je ne veux pas aborder le chapitre plutôt macabre de la combustibilité du corps humain ni celle des vêtements qui recouvrent son épiderme — on trouve dans cette salle un pupitre et des bancs en bois, des boiseries... des rideaux de coton. Passons dans les combles de ce bâtiment ou de n'importe quelle autre bâtisse en notre ville : dans le 90 % des cas, la toiture est en bois. Continuons notre périple et partons à la campagne ; que voyons-nous ? Non seulement les combles, mais les poutres, les escaliers, les cloisons sont en bois. Partout du bois : bois dur, bois tendre, bois contre-plaqué... Or, comme le bois a cet avantage, mais cet inconvénient aussi, de bien brûler, qu'il soit brut ou travaillé, c'est évidemment lui qui sera le plus souvent l'innocente victime des flammes, de cette flamme romanesque devenue soudain par ses débordements un instrument de destruction et de ruine.

Il est donc très important de s'arrêter quelque peu à la combustion de ce matériau tant apprécié de tous par ses hautes qualités constructives. A l'aide d'un raisonnement analogue à ceux qu'emploie la chimie-physique, mais que par crainte d'allonger je ne développerai pas ce soir, on peut trouver une formule excessivement simple pour définir la plus ou moins grande facilité avec laquelle un complexe « air/bois » peut s'enflammer. On peut l'appeler le coefficient de combustibilité k de la matière considérée.

Il suffit pour cela d'exprimer la proportion des éléments actifs contenus dans un volume géométrique unité. On obtient alors l'expression

$$k = \frac{1}{\delta}$$

où δ est le volume du bois.

On constate en premier lieu que si la matière combustible occupe tout le volume unité, la combustibilité k devient égale à 1 ; c'est le critère d'une matière combustible qui se trouve dans l'impossibilité de brûler par l'intérieur, puisque le comburant fait défaut. Dès que δ diminue, pour faire place à l'air, k augmente de valeur : par exemple, un système caractérisé par un coefficient légèrement inférieur à 1, détermine un milieu où une combustion lente pourrait fort bien se développer. Si δ devient plus petit en tendant vers zéro, k augmente et finit par atteindre de très grandes valeurs. C'est alors le critère d'un milieu propre à engendrer une combustion instantanée.

Cette même formule permet aussi de déterminer la combustibilité à la périphérie d'un objet de forme quelconque, et notamment lorsque celui-ci est limité dans l'espace par une couche filamenteuse, pelucheuse ou par une surface géométrique bien définie, lisse ou chantournée.

Lorsque la matière combustible contient des éléments *incombustibles*, dans une proportion allant de 0 à 100 %, la formule précitée se complète d'un terme qui tient compte précisément de cette proportion. Pour du bois sur le point d'être atteint par les flammes, la matière *incombustible* est très faible (2 à 3 % de cendres)¹, puisque l'eau s'évapore. Pour de la brique cuite, cette proportion atteint évidemment 100 %.

Sans entrer dans plus de détails, je voudrais cependant mentionner que la valeur numérique de k est de 2 pour une paroi de chêne lisse et de 2,5 pour une paroi de bois tendre. Ce coefficient augmente d'ailleurs rapidement avec l'irrégularité de la surface du solide. Par exemple, à la périphérie d'un tas de paille ou de fagots, k peut atteindre 20 à 30, voire davantage si les filaments sont fins.

Il résulte de ce qui précède un fait de notable importance, connu pratiquement, mais jusqu'à ce jour non numériquement exprimé, c'est que pour un matériau combustible donné, la paroi lisse en bois dur offre le minimum de prise au feu, ou si vous aimez mieux, le maximum de résistance au feu. Si maintenant on remplace le bois dur par de la brique cuite, le coefficient k devient égal à l'unité, ce qui définit la résistance d'un mur coupe-feu idéal.

A eux seuls, les dits coefficients ne suffisent pas pour définir le comportement au feu des matériaux de construction — j'en reparlerai plus loin — mais ils fournissent déjà d'utiles indications sur la façon dont ils réagissent au premier feu, lorsque la flamme s'approche menaçante de sa proie, critère qui intéresse au plus haut point l'assurance-incendie².

Je n'ai envisagé jusqu'à maintenant que le cas normal, classique et quasi quotidien où le feu-calamité est le produit de la combinaison de la matière combustible « bois », c'est-à-dire cellulose avec le comburant « air ». Mais la chimie ayant

¹ La présence des cendres ne modifie pas sensiblement les résultats obtenus. Celles-ci proviennent de la combustion de différents sels minéraux : carbonates, phosphates, etc., lesquels donnent naissance à des fumées en modifiant quelque peu la coloration de la flamme. L'équation générale de combustion du bois serait ainsi

$$\left[\frac{m(C_6H_{10}O_5)_n + m'(A)}{\text{Bois}} + p(O_2 + \frac{1}{2}N_2) \right]_{\text{air}} = r(O_2) + r''(C + A) + s(H_2O) + \frac{1}{2}pN_2 + u'cal + v'lumen.$$

cendres et fumées

² M. GOLAZ : Recherche d'une expression de la prime basée sur la combustibilité et les risques effectifs. — « Bulletin de l'Association des établissements cantonaux suisses d'assurance contre l'incendie », N° 3-4 de 1946.

des ressources infinies, on peut bien penser que l'étude du feu-calamité ne se bornera pas à cette seule combinaison.

Voyons ce qui en est du *comburant*. Si l'on substitue à l'air de l'oxygène pur, la combustion avec le bois prend aussitôt un caractère impétueux. D'autre part, un matériau difficilement combustible à l'air, même s'il y a un fort tirage, devient éminemment combustible si l'on ajoute de l'oxygène pur. C'est d'ailleurs un procédé industriel actuellement utilisé par les entreprises de décrassage de canaux et chaudières. La suie forme en effet des dépôts très durs qui ne peuvent normalement être enlevés qu'au moyen d'huile de coude, c'est-à-dire avec le ciseau, le marteau et... la force du poignet. En revanche, avec l'oxygène, l'opération devient des plus aisées et des plus propres, toutefois non sans danger d'accident.

Quant à la *matière combustible* elle-même, elle peut contenir de l'oxygène, *physiquement mélangé* ou *chimiquement combiné*.

Prenons quelques exemples :

Matières poreuses. Elles renferment de l'air finement divisé. La présence du comburant, physiquement mélangé, facilite incontestablement la combustion. C'est pourquoi le bois tendre brûle mieux que le bois dur.

Celluloïd. C'est un mélange de nitrocellulose et de camphre. Pour brûler, ce corps emprunte l'air ambiant et fournit en même temps de l'oxygène par libération des groupes NO_2 . La combustion prend immédiatement un caractère impétueux et violent. Enfermé dans une boîte étanche ou même noyé sous l'eau, le celluloïd brûle en dégageant passablement de fumée, ce qui ne facilite pas les travaux d'extinction. Cette fumée provient surtout de la présence du camphre.

Explosifs. Ce sont des mélanges de corps bons combustibles (charbon, soufre) avec de puissants oxydants tels que le chlorate de potasse KClO_3 ou le nitrate d'ammonium NH_4NO_3 . Le résultat d'une telle combinaison est une super-combustion instantanée, c'est-à-dire une explosion. L'air atmosphérique n'intervient pas chimiquement dans le processus, pour l'excellente raison qu'il n'en a pas le temps. Le processus est d'ailleurs analogue avec la nitrocellulose ou d'autres explosifs nitrés.

Cellulose, sucre, amidon. On est en droit de se demander pour quelles raisons les produits hydrocarbonés — qui contiennent chimiquement de l'oxygène — ne font pas explosion lorsqu'on les chauffe, mais brûlent simplement sans complications dangereuses pour ceux qui les utilisent, ce qui en fait par définition d'excellents combustibles. L'explication est fort simple :

Dans la cellulose ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$),^{*} l'oxygène se trouve combiné avec le carbone, pour lequel il montre, on le sait, beaucoup d'affinité. Or en chauffant la cellulose à 500° environ, on provoque une réaction chimique, c'est-à-dire la formation de nouveaux corps dérivés combustibles, soit des hydrocarbures (alcool méthylique, cétones, etc.) qui brûlent pour donner finalement du gaz carbonique CO_2 . Avant, pendant et après l'opération, l'oxygène reste donc combiné avec le carbone.

Il n'en est pas du tout de même avec la nitrocellulose, où l'oxygène se trouve combiné avec l'azote dans les groupes NO_2 . Il suffit alors d'une légère élévation de température pour provoquer le divorce de l'azote et de l'oxygène, deux éléments qui ont fort peu d'affinité l'un pour l'autre. L'oxygène ainsi libéré se combinera alors instantanément et avec fracas avec le carbone et l'hydrogène du restant de la molécule, avec dégagement considérable de gaz.

Je n'ai pas l'intention de faire un cours de chimie, mais il faut bien se rendre compte d'une chose, c'est que pour

comprendre la combustion, pour bien saisir son mécanisme thermo-chimique, pour bien mesurer ses conséquences et découvrir son meilleur antidote, il est utile et nécessaire de connaître les éléments de la chimie organique. C'est en effet à la chimie organique qu'appartiennent la plupart des corps et objets qui meublent et encombrant notre train-train habituel et que guette chaque jour, à chaque instant, l'ennemi de toujours : le feu.

Voilà pour la synthèse du feu. Et maintenant que je me suis expliqué sur le phénomène de chimie pure, il reste à parler de l'incendie lui-même. Comment et pourquoi des objets, grands et petits, meubles et immeubles peuvent-ils brûler ? Car enfin, une grange qui projette au loin ses sinistres lueurs n'a pas pris feu toute seule ; il a bien fallu qu'il s'y passe quelque chose d'anormal, il a bien fallu qu'un événement — geste irréfléchi, geste criminel ou phénomène quelconque — se produise en un point déterminé de la construction, événement qui a précisément permis à la température de monter en flèche et d'atteindre cette valeur tant redoutée t_0 .

Cet événement fortuit — la cause du sinistre — il est indispensable de la rechercher. C'est très important, tant pour l'enquêteur et l'homme de loi que pour le constructeur : ingénieur ou architecte. Leur responsabilité peut en effet être mise en cause.

Chercher une cause d'incendie, cela revient à se poser la question suivante : « Comment et pourquoi la température a-t-elle atteint la valeur t_0 en un endroit déterminé d'un bâtiment ? »

A cette question, je répondrai comme suit :

Les traités de physique, de chimie, de biologie, nous enseignent que la combustion, le frottement, le courant électrique, la fermentation engendrent de la chaleur. Lorsque pour une raison ou pour une autre, il y a excès dans ce dégagement, il y a aussitôt élévation de température, donc danger de formation d'un foyer incandescent, si anodin soit-il. Si maintenant des matières combustibles sont placées dans le voisinage du dit foyer, il faut s'attendre au pire : c'est alors l'incendie.

A part quelques machines perfectionnées pourvues de thermostats ou de signaux d'alarme, on ne s'aperçoit pas toujours d'un tel accident de service qui peut ainsi, comme je viens de le dire, dégénérer rapidement en désastre, faute de pouvoir intervenir à temps.

Voici un rapide aperçu des divers foyers :

A tout seigneur tout honneur, commençons par la *combustion industrielle*. Un foyer d'incendie prendra naissance dans le local même de la chaufferie ou dans le voisinage du canal de fumée, parce que celui-ci sera fendu et laissera échapper des braises et des étincelles qui tomberont sur du bois, du papier, etc. Mais n'oublions pas non plus qu'un objet combustible, chauffé à une certaine température, peut prendre feu par oxydation des gaz distillés. Pour démontrer la chose, point n'est besoin d'attendre le coûteux spectacle d'une scierie transformée en brasier où les piles de bois s'allument à distance toutes seules. *Toutes proportions gardées*, l'expérience se réalise à peu de frais n'importe où : allumez une bougie et placez à 2 cm de la pointe lumineuse un simple morceau de papier ; attendez quinze secondes pendant lesquelles le papier jaunit et brusquement la flamme apparaît :

la colonne de gaz chauds montant de la bougie (température 4000°) a suffi pour provoquer un mélange carburé auto-combustible, formé d'air et d'hydrocarbures. Retenons encore ceci :

A la pointe d'une flamme de bougie ou d'allumette, le thermomètre enregistre 500°; dans une braise de cigarette, la température moyenne est de 200°. On comprend qu'il suffise de cela pour amorcer un incendie. Les cendriers n'ont pas été inventés pour rien.

Parlons maintenant du *frottement*. C'est un fait archi-connu que deux surfaces qui frottent l'une contre l'autre dégagent de la chaleur. C'est le résultat tangible du travail des forces de frottement. L'expression du flux de chaleur dégagé pendant l'opération sera de la forme

$$Q \text{ en cal/sec} = \mu \cdot N \cdot v \cdot E$$

dans laquelle μ = coefficient de frottement, N l'effort normal, v la vitesse et E l'équivalent mécanique de la chaleur.

En régime normal, le flux de chaleur s'écoule dans le bâti de la machine, vu que le métal est bon conducteur de la chaleur; de là, il passe dans l'air environnant par rayonnement. En tout état de cause, les machines en action dans le monde entier, qu'il s'agisse de la roue de brouette ou de la turbosoufflante à 15 000 t/min, sont conçues et calculées pour que la température ne dépasse pas un maximum qui n'altère ni le métal, ni le lubrifiant lequel appartient, on le sait, à la classe des hydrocarbures.

On comprend ainsi qu'il suffise d'un accident de service : surcharge momentanée, emballement, défaut de graissage, pour que l'un des trois facteurs μ , N ou V augmente de valeur, ce qui a pour effet d'entraîner un accroissement immédiat du flux calorifique, et partant, une brusque élévation de température, puisque la chaleur n'arrive plus à s'écouler au fur et à mesure.

Le *broyage*, le *concassage*, le *meulage* sont des opérations où le frottement interne joue également un grand rôle; ils peuvent, de ce fait, amener des accidents graves. En voici une lumineuse illustration, c'est bien le cas d'employer ici un tel vocable :

Le 17 mai 1945, au petit jour, un incendie détruisit presque entièrement le Séchoir électrique d'Orbe, construction en bois destinée au séchage artificiel de l'herbe en vue de sa mouture pour la transformer en farine fourragère. Ce procédé, très apprécié de nos agriculteurs dans les années humides, présente malheureusement de gros dangers d'incendie. En effet, l'herbe fauchée contient toujours des objets métalliques : boulons, clous détachés des machines agricoles. Or, en passant dans les moulins à marteaux, engins tournant à très grande vitesse, ces objets subissent le même sort que les brindilles d'herbe. Ils sont littéralement pulvérisés; mais dans cette opération brutale qui dégage beaucoup de chaleur, les particules métalliques deviennent incandescentes. Entraînées avec la farine, elles se déposent dans les sacs et loin d'être étouffées, elles communiquent le feu à la farine. Une combustion très lente s'y développe et la zone en ignition met plusieurs heures pour atteindre le bord du sac; à ce moment-là, les flammes progressent dans tous les sens. C'est ainsi qu'à Orbe, l'incendie ne s'est déclaré que quinze heures après la cessation du travail, la veille; le feu a couvé toute la nuit.

Passons maintenant au *courant électrique*. Tout circuit traversé par un courant est le siège d'un dégagement continu de chaleur exprimé par la loi de Joule. Or, un court-circuit,

accident très fréquent sur les réseaux, est caractérisé par une augmentation considérable de l'intensité et par conséquent, en vertu de cette même loi, par un énorme dégagement de calories, suffisant pour fondre les circuits en tout ou partie, ainsi que les tubes dans lesquels ils sont logés. Lorsque les circuits sont bien entretenus, rien de tout cela n'est à craindre; en revanche, il en va tout différemment lorsque les fusibles sont truqués, parce que le métal en fusion risque de tomber sur du bois, des fourrages et y mettra le feu.

Parmi les nombreuses applications du courant électrique, citons la haute fréquence qui a déjà joué de vilains tours. Oyez plutôt cette autre histoire !

Pendant la nuit du 6 au 7 juin 1939, l'Émetteur à ondes courtes de Schwarzenbourg fut complètement réduit en cendres. Les causes ? Elles susciteront à l'époque de vives controverses entre électriciens, mais il fallut se rendre à l'évidence : la haute fréquence agissant sur le bois de la construction n'était pas étrangère à ce désastre.

Avec l'électricité, on se doit évidemment de signaler la foudre, comme on le sait des plus capricieuses dans ses effets; l'étincelle électrique elle, n'est rien d'autre qu'un éclair en miniature... Pourtant, de telles étincelles, anodines, minuscules, suffisent pour ébranler le bâtiment le mieux construit; vous connaissez l'histoire du robinet de gaz laissé ouvert et du livreur qui vient sonner à la porte; vous connaissez aussi l'histoire de l'étourdie se lavant les cheveux à l'éther dans un local fermé où brûle l'insignifiante veilleuse du chauffebain.

L'*autocombustion* cause toujours de bien grands soucis à ceux qui s'occupent de stockage en grand de denrées comme les fourrages, la houille, etc. On entend par l'expression « autocombustion » toute une catégorie de phénomènes complexes : l'échauffement de matières organiques et minérales peut, en effet, donner lieu à des incendies difficiles à combattre. Aussi vaut-il la peine que je m'y arrête : c'est, d'une part, la carbonisation spontanée des fourrages, redoutée par les agriculteurs et, d'autre part, l'inflammation spontanée des houilles, fléau des usines à gaz.

On sait qu'un dégagement de calories est toujours l'apanage de deux phénomènes classiques, l'un physique dû au *frottement interne*, l'autre biologique, connu sous le nom de *fermentation*. En conséquence, chaque fois que l'on redoute l'un ou l'autre, voire les deux à la fois, il faut s'attendre au pire, c'est-à-dire à un dégagement plus ou moins intense de chaleur, lequel dégagement peut entraîner à son tour un troisième phénomène : la *distillation* du produit considéré.

Ces trois phénomènes :

- A. Frottement interne
- B. Fermentation biologique
- C. Distillation

qui se superposent partiellement les uns aux autres se produiront d'autant plus facilement que la température ambiante est élevée, que la marchandise est délicate ou encore que la température de la marchandise elle-même est supérieure à celle du milieu ambiant.

Disons quelques mots de chacun d'entre eux. Le frottement interne peut se produire lorsqu'on constitue des tas trop élevés de matière dure (houille, anthracite). Il suffit alors d'un léger tassement au centre pour que la quantité de chaleur développée par les forces de frottement produise une élévation de température susceptible d'amorcer une distillation, c'est-à-dire engendre des gaz carburés susceptibles de s'oxyder à l'air contenu dans les interstices, et ce jusqu'à l'apparition d'un foyer incandescent. Les houilles améri-

caines, polonaises, bulgares sont à ce point de vue beaucoup plus délicates que les combustibles belges, français, etc.

Quant aux fermentations, elles relèvent de la biologie. Elles sont dues à des microorganismes, les *bactéries*, qui s'attaquent à des substances variées et les décomposent en des produits plus simples, utilisant l'énergie produite pour leur propre existence. Celles qui nous intéressent le plus ici, ce sont les bactéries thermogènes qui sont les agents de la fermentation des foin, regains. La température engendrée suffit alors pour déclencher une distillation et le processus se termine de la même façon que pour le tas de charbon de tout à l'heure. J'ajoute que le phénomène de la carbonisation des fourrages, s'il n'aboutit qu'assez rarement à l'incendie, conduit cependant à des inconvénients pour l'agriculteur : en effet, le fourrage qui a fermenté jusqu'à environ 70° perd 30 % de sa valeur nutritive. Heureusement qu'un fourrage qui a des velléités de fermenter s'annonce par une odeur caractéristique de tabac brûlé qui met en éveil les habitants d'une ferme.

Les chiffons gras sont également susceptibles de s'enflammer et peuvent occasionner de graves sinistres : L'incendie du dépôt de voitures et automotrices de l'A. S. D., en 1940, en est un remarquable exemple pour ceux qui établissent des statistiques.

Je pourrais aussi m'étendre sur les dangers des milieux détonants et autodétonants (voir Ludwigshafen), sur les dangers des dépôts d'explosifs (voir Dailly et Blausee-Mittlholz, Göschenen) et de matière explosive (voir Brest), sur les dangers d'emploi et de manipulation de ces explosifs quels qu'ils soient (allumettes et feux d'artifice) ; je pourrais également vous décrire d'autres réactions plus ou moins curieuses qui peuvent être à l'origine d'un foyer d'incendie, si anodin soit-il.

Mais qui dit « foyer d'incendie » ne dit pas nécessairement « incendie », c'est-à-dire au sens du dictionnaire « embrasement général d'un édifice, d'une forêt ». En effet, il n'y a pas d'incendie dans des combles s'ils ne se trouvent pas trop près d'un canal de fumée en mauvais état, du papier, des fagots, de la paille d'emballage, d'une poutre. Il n'y a pas d'incendie dans un atelier si l'on prend soin de serrer les chiffons gras dans des récipients adéquats. Il n'y a pas d'incendie si le conducteur électrique surchauffé est tenu à distance respectable de paille ou de matière combustible. Il n'y a pas d'incendie si... La liste pourrait s'allonger indéfiniment. Qu'est-ce à dire ?... Simplement ceci, c'est qu'il faut établir une distinction très nette entre le *foyer d'incendie*, inconvénient d'exploitation inhérent aux déficiences techniques d'appareils et de machines, et l'*incendie* proprement dit, c'est-à-dire l'inflammation d'objets placés imprudemment près d'un endroit où l'on peut redouter la formation d'un foyer d'incendie.

Hélas, comme ce n'est pas toujours la logique, la prudence, la sagesse et la réflexion qui dictent nos actes, on trouve parfois des tas de papier et de bois tout autour de canaux et chaudières en service ; on trouve des chiffons gras posés n'importe où ; on trouve des fusibles truqués ; des tableaux électriques recouverts de poussière et de toiles d'araignées ; on voit des gens qui jettent des bouts de cigarettes n'importe où ; on voit de petits enfants qui jouent avec des allumettes dans des granges ; on voit de grandes personnes qui scient du celluloïd comme s'il s'agissait d'un vulgaire morceau de bois. Tout cela se traduit évidemment par des incendies.

Aussi les hommes ont-ils dû s'organiser de plusieurs façons pour lutter contre ce fléau, combattre les effets causés par

l'imprudence, l'ignorance et l'insouciance d'autres hommes. Cette action défensive, d'abord très primitive, s'est perfectionnée par la suite sur deux plans, l'un technique, l'autre économique. Telles sont les origines de la *police du feu* d'une part et de l'*assurance-incendie* d'autre part.

La police du feu est l'ensemble des mesures de police propres à prévenir et à combattre l'action destructrice du feu-calamité, aux fins d'épargner les vies humaines et limiter les dégâts matériels, tandis que l'assurance-incendie est l'ensemble des mesures économiques propres à dédommager financièrement ceux qui ont passé par l'épreuve du feu et subi des pertes matérielles. Je ne vous parlerai pas de cette branche qui forme un chapitre très spécial de la science actuarielle, mais en revanche, je m'étendrai quelque peu sur la *police du feu*. Cette doctrine préventive se subdivise à son tour en plusieurs branches dont les deux plus importantes sont : la lutte passive et la lutte active.

Parlons en premier lieu de la *lutte passive* ou *prévention* : elle intéresse plus spécialement les architectes. Quand on conçoit un bâtiment, on cherche à réaliser des complexes tels que si le feu vient à s'y déclarer, il s'y localise sans mettre en danger ses voisins. C'est ce que l'on désigne sous le terme général de *division du risque d'incendie*. Ce principe directeur est à la base de la police des constructions : il fait partie de la sécurité publique dont les responsabilités incombent aux pouvoirs publics. Ceux-ci édictent à cet effet des lois, arrêtés et règlements. C'est donc au nom de la loi que l'on impose tel ou tel dispositif de sécurité contre le feu ce qui n'est évidemment pas du goût de tout le monde.

Comment réalise-t-on en pratique la division du risque d'incendie ? L'idée première qui vient à l'esprit consiste à intercaler entre chaque bâtiment un vide géométrique suffisant pour que les flammèches ne puissent atteindre d'autres bâtiments ou que la chaleur dégagée par un foyer ne puisse influencer d'autres matières combustibles. Cette conception se heurte à des inconvénients d'ordre pratique : augmentation des distances à parcourir, augmentation du coût des transports, des installations d'eau, d'égouts, de gaz, d'électricité, etc. L'ordre dispersé est donc à réserver pour les quartiers résidentiels, pour d'autres raisons aussi.

Il est donc apparu indispensable à la vie sociale de construire en ordre contigu et en hauteur, les édifices de plusieurs étages jouxtant les uns aux autres. En cas d'incendie, il faudra par conséquent, et quels que soient les moyens de secours mis en œuvre :

- 1° assurer des dégagements et issues pour l'évacuation des personnes et le sauvetage des biens ;
- 2° retarder la propagation du feu par des ouvrages adéquats.

Pour les bâtiments de nos régions, construits en ordre contigu, l'ouvrage préventif par excellence est le *mur coupe-feu*. Et pour être absolument efficace, un tel artifice devrait dépasser largement le gabarit du bâtiment. On sait que pour des raisons d'esthétique, il n'est guère possible de s'imaginer la chose, bien que, ici et là, on puisse en contempler quelques exemples typiques plus ou moins bien compris. Un mur coupe-feu, limité exactement au profillement du bâtiment, n'aura donc qu'un caractère préventif assez restreint même s'il n'a aucune ouverture. Si les flammes parviennent à crever le toit du bâtiment en feu, elles pourront, suivant la direc-

tion du vent, être rabattues sur la toiture de l'immeuble voisin; celle-ci ne prendra pas feu immédiatement, puisque, autre façon de retarder la propagation, la couverture en est incombustible. Toutefois, si l'eau des lances de pompiers n'arrive pas à temps aux corniches et sur le toit pour faire de la protection, les tuiles éclateront sous l'effet de la chaleur et c'est le feu qui gagnera la partie; on devra constater alors, non sans amertume, que le mur dit coupe-feu n'aura pas coupé le feu comme les constructeurs l'avaient imprudemment promis au propriétaire.

Le carrelage ou bétonnage des combles d'un bâtiment est une autre mesure de prévention extrêmement judicieuse, car elle entrave la propagation du feu aux étages inférieurs, en cas de feu de toiture par exemple. Conjointement, cette mesure diminue dans une notable proportion les dégâts causés par l'eau d'extinction qui s'écoule par les escaliers ou descentes spéciales au lieu de s'infiltrer dans les plafonds. Mais là encore, il ne s'agit pas de couler un semblant de chape mais de prévoir une épaisseur de quelques centimètres, cinq, dit le règlement (mortier ou briques plates posées à bain de mortier).

Le bétonnage des combles, l'obligation de recouvrir les édifices par des surfaces incombustibles sont des dispositifs préventifs qui n'affectent en rien l'architecture d'un bâtiment, dans nos villes tout au moins. Evidemment que l'épidémie des tôles ondulées n'a pas précisément embelli nos régions montagneuses, mais glissons... la critique est souvent trop aisée et puis cette épidémie est en voie de sérieuse régression. Quant aux toitures proprement dites, dont la structure détermine une architecture, voire une époque, il convient de ne pas s'y attarder. Et pourtant certaines d'entre elles, plaisantes à contempler, je pense tout spécialement aux toitures à la Mansard, sont de véritables non-sens en matière de prévention contre l'incendie. On l'a vu, il n'y a pas si longtemps que ça, à Lausanne. Pourtant les assureurs, cantonaux et privés, les acceptent au tarif uniforme, quel que soit le nombre de clochetons, de lucarnes, de noues et de complications géométriques. C'est bien gentil, de leur part, vous en conviendrez. On ne peut donc accuser l'assurance-incendie d'exercer une influence quelconque en matière de style. C'est, à n'en pas douter, excessivement heureux, mais je tenais néanmoins à le faire remarquer, vu que ceux qui sont chargés de surveiller l'application des lois et règlements en matière de police du feu ne rencontrent pas toujours, je l'ai déjà dit, toute la compréhension désirable. C'est entendu, on ne construit pas une maison avec l'idée fixe de la voir devenir la proie des flammes, mais l'événement peut quand même se produire une fois ou l'autre, et il est pourtant raisonnable d'y songer sans pour cela, je le répète, faire figure de sombre et incorrigible pessimiste.

* * *

Ces directives générales brièvement tracées, que peut-on dire du comportement au feu des matériaux de construction. Comme on le sait, les simples mortels ont pris l'habitude d'introduire une distinction entre les objets qui brûlent et ceux qui ne brûlent pas. Distinction très simpliste, c'est entendu, peu en rapport avec la science moderne; distinction inexacte aussi, comme je vais le montrer pour un matériau qui passe pourtant pour être incombustible: l'acier.

A la température de 200°, une poutre métallique est réputée incombustible; c'est exact, car ses propriétés mécaniques

sont encore à peu près intactes. Mais vers 400°, c'est-à-dire à la température critique, l'acier devient plastique; il ne possède plus ses qualités de résistance, mais il ne brûle cependant que vers 1500°, chaleur rarement atteinte dans un incendie. L'acier profilé est donc réputé incombustible dans un incendie... mais il ne requiert pas toutes les qualités que l'on est en droit d'attendre d'un matériau résistant au feu, puisque les pièces porteuses d'une construction se ramollissent et entraînent par conséquent son effondrement.

C'est pourquoi il est apparu indispensable de bien préciser qu'un matériau ne peut être considéré comme résistant au feu qu'à la condition expresse de pouvoir résister 30 minutes, ni plus, ni moins, à une température de 1000° sans se déformer sensiblement sous l'action des flammes et de l'eau d'extinction.

Qu'en est-il des matériaux de construction considérés sous cet angle particulier?

Briques d'argile cuite. Mélange de silicates d'alumine; leur point de fusion se situe vers 1200°, soit en dessus de la température moyenne d'un incendie. C'est donc un excellent matériau qui a d'ailleurs fait ses preuves aussi bien dans les incendies que dans la construction des cheminées.

Gypse. C'est un sulfate de calcium de formule $(Ca SO_4) 2 H_2 O$. Par la cuisson au four, on obtient le plâtre $(Ca SO_4)$ que l'on peut considérer à son tour comme la combinaison de deux oxydes $Ca O$ (la chaux) et l'anhydride sulfurique SO_3 , tous les deux incombustibles. Une fois gâché, le plâtre durcit pour redonner du gypse moulé, excellent matériau dont la réputation n'est pas à faire pour les revêtements et les enduits.

Le ciment, le béton et le béton armé se comportent favorablement dans les incendies. Une chaleur de 1000° dégagée pendant quelques heures attaque les couches superficielles. Ceci est dû à la quantité d'énergie calorifique nécessaire à éliminer l'eau combinée chimiquement ainsi que le gaz carbonique contenu dans les agrégats; la capacité d'isolation du béton joue aussi son rôle.

Les maçonneries de pierres calcaires se comportent beaucoup moins bien, parce que sous l'influence des hautes températures, le carbonate de calcium $CaCO_3$ se décompose comme on le sait en chaux $Ca O$ et en gaz carbonique CO_2 . Une telle maçonnerie se désagrège rapidement sous l'action des flammes.

L'éternit est un mélange de ciment et de fibres d'amiante. Or, cette dernière substance, l'amiante, est rigoureusement incombustible puisque formée de silicates de chaux et de magnésie. D'une manière générale, on peut dire que l'éternit en feuilles de 20 mm au moins est un bon matériau; à la longue, cependant, il s'effrite. Lorsque les feuilles sont trop minces, l'éternit ne tarde pas à éclater en morceaux.

Briques silico-calcaires. Elles résistent au feu aussi bien que les briques d'argile cuite; c'est naturel, puisque constituées par de la chaux et du sable quartzeux (silice SiO_2 plus ou moins pure).

Le bois dur (chêne, noyer, etc.) résiste bien au feu, à condition d'avoir une épaisseur d'au moins quelques centimètres, quatre au minimum, dit le règlement. En revanche, le bois tendre ne peut être considéré comme tel par suite de sa porosité; c'est au contraire un excellent combustible.

On désigne sous l'appellation bois ignifugé, du bois de construction, en général du sapin, qui a reçu un vernis destiné à le rendre incombustible. Hélas, il y a loin de la coupe aux lèvres. En effet, sous l'influence d'une chaleur de 150° environ, le retrait du bois tendre est déjà important; il s'y forme

des fentes dans lesquelles les fibres non traitées sont mises à nu. Elles se mettent évidemment à brûler, alors que celles de la périphérie passées au vernis charbonnent... en attendant de tomber en poussière. Ce procédé de protection, très prôné pendant la guerre, n'aurait certes pas donné les résultats escomptés si nous avions connu les rigueurs des bombardements. Aujourd'hui, il est à peu près tombé dans l'oubli.

On offre encore sur le marché d'autres produits réputés incombustibles mais qui ne méritent nullement cette qualification, sauf s'ils sont protégés par des enduits au ciment ou plâtre. Je me rappelle qu'un jour un représentant vint me vanter les hautes qualités d'un produit artificiel lequel, disait-il, avait résisté victorieusement, au laboratoire, à l'épreuve du feu pendant dix-huit minutes. « Mais que s'est-il passé à la dix-neuvième ? » demandai-je. Pris au dépourvu, ce voyageur me dit ne pas le savoir, mais vouloir se renseigner. Inutile de vous dire qu'il n'est jamais revenu...

La question de la *résistance au feu des matériaux de construction* est à l'ordre du jour, principalement dans les pays dévastés par la guerre. Techniquement, le problème qui se pose est de déterminer quelles sont les conditions auxquelles doit répondre raisonnablement un édifice pour résister aux incendies probables qu'il peut subir, et d'autre part de faire en sorte que, si cet incendie se produit, le bâtiment ne soit ni complètement détruit, ni écroulé, et ne tende pas à propager le feu à ses voisins.

Il existe en France, en Angleterre, aux Etats-Unis et chez nous aussi des laboratoires équipés pour étudier ces comportements de matériaux au feu. Je citerai tout spécialement la station d'essai d'Elstree, en Angleterre, où des murs entiers peuvent être mis à l'épreuve. Ces essais à l'échelle grandeur revêtent une importance particulière, car contrairement aux autres fluides, le feu — fluide de gaz incandescents — n'obéit pas du tout aux lois de la similitude.

* * *

Il reste à dire quelques mots de la *lutte active*, c'est-à-dire de la mise en œuvre de procédés pratiques pour combattre les flammes. Le meilleur moyen consiste à déceler le feu à sa naissance. On y parvient soit par l'installation de détecteurs à cellules photo-électriques, soit — ce qui est plus sûr et moins coûteux — par l'organisation de rondes de nuit. Les assureurs y attachent une grande importance car une giclée d'eau ou une décharge d'extincteurs suffit souvent pour couper court à toute extension d'un foyer. Mais, lorsque les flammes sont déjà visibles, il n'y a pas d'autres ressources que de faire le numéro 18.

L'élément extincteur par excellence utilisé par les pompiers, c'est encore l'eau, celle-ci étant fournie par des motopompes ou par des hydrants greffés sur des réseaux de distribution d'eau sous pression installés à grands frais dans nos villes et villages par des ingénieurs spécialisés en hydraulique. Il s'agit là d'une technique pleine d'embûches de toutes natures, puisque comme vous le savez, ces réseaux servent à deux fins : l'alimentation en eau potable et la défense contre l'incendie. Technique spéciale, ai-je dit, et qui nécessiterait à elle seule une causerie. Ceux qui ont la responsabilité d'exploiter ces installations pourraient fort bien nous entretenir une fois de leurs travaux. Je pense du reste que vous avez tous eu déjà l'occasion de visiter les magnifiques installations de la Ville de Lausanne, celles non moins magnifiques du

Service des Eaux de Vevey-Montreux et pour rester dans notre canton, celles de la Compagnie des Eaux de Bret, celles d'Yverdon, etc.

Il y a aussi ces modestes réseaux de villages, devenus anonymes avec les ans par la disparition de documents techniques, et dont la rénovation pose de véritables casse-tête à ceux qui les entreprennent, mais aussi de réelles satisfactions professionnelles. De cela, je voudrais pouvoir une fois en parler à ceux que la question intéresse.

Quoi qu'il en soit et pour en revenir à la tactique de la lutte contre le feu, je préciserai qu'elle s'effectue en principe comme suit : par jets pleins depuis l'extérieur, par jets pulvérisés depuis l'intérieur, la pulvérisation étant obtenue par des lances de forme spéciale. Remarquons en passant que l'action d'un jet pulvérisé est double : il y a d'abord abaissement de la température par vaporisation de l'eau, puis création d'un rideau protecteur qui empêche l'oxygène de l'air d'arriver sur la flamme. Faute de comburant, celle-ci n'aura plus le choix : elle crèvera.

Citons aussi les travaux de plusieurs chimistes étrangers sur les propriétés mouillantes de l'eau, additionnée de Brécolane, Cépanol, Emulphor, et ses applications à la lutte contre l'incendie. Ces études qui s'apparentent au comportement des agents lubrifiants sur les surfaces dont on veut réduire le frottement, ont montré l'action prépondérante des extrémités lipophiles et hydrocarbonées des molécules constituant le corps mouillant.

Il convient cependant d'ajouter que ces techniques nouvelles : brouillards, mouillants, mousses, émulsions, ne sont pas encore au point. Elles font l'objet de recherches dans plusieurs laboratoires étrangers et suisses : elles doivent conduire à ce résultat extrêmement important : éteindre un incendie avec le minimum d'eau. On sait, par expérience, que l'on ne dispose pas toujours abondamment d'eau sur les lieux d'un sinistre qui peut se situer n'importe où, en plaine comme en montagne, dans les airs et sur l'eau. D'autre part, si l'eau se trouve en abondance, il y a généralement tendance à la gaspiller, ce qui a pour effet que les dégâts causés par l'eau d'extinction sont parfois, sinon supérieurs aux dégâts causés par le feu, du moins du même ordre de grandeur.

C'est pourquoi plusieurs nouveaux procédés de lutte contre le feu sont-ils basés sur l'emploi de gaz inertes que l'on ajoute à l'air ambiant en proportion suffisante pour le rendre *incomburent*.

Les gaz inertes entrant en ligne de compte sont l'azote, le gaz carbonique et la vapeur d'eau. Si les deux premiers n'ont qu'un intérêt restreint, il n'en est pas de même de la vapeur d'eau obtenue pratiquement par la vaporisation de brouillards lancés par des lances très spéciales conçues selon le principe des vaporisateurs et éjecteurs. Qu'elle soit donc à l'état liquide, filets continus, fines gouttelettes, ou à l'état de vapeur, l'eau reste ainsi un puissant agent extincteur¹ ; il vaut ainsi la peine de rechercher l'appareillage technique le plus adéquat pour obtenir un effet optimum.

D'autres liquides chimiques comme le tétrachlorure de carbone, le bromure de méthyle, peuvent être employés comme gaz extincteur parce qu'ils se volatilisent très facilement ; néanmoins, le bromure de méthyle, s'il jouit d'excellentes propriétés extinctrices est aussi un bon narcotique ; c'est donc un produit à ne pas répandre trop abondamment

¹ Il y a quelques exceptions à faire où l'intervention de l'eau est plutôt néfaste. Exemples : fer incandescent (inflammation de l'hydrogène de synthèse), coke (gaz à l'eau), carbure (acétylène).

Ailleurs, l'intervention de l'eau peut être sans effet : cellulose.

sur un foyer. Les sapeurs-pompiers se trouvent déjà suffisamment exposés aux produits nocifs de la combustion, CO_2 , CO , et fumées, pour ne pas compliquer encore leur tâche.

* * *

J'ai montré, au cours de cet exposé, combien est vaste ce domaine et combien il offre aussi de possibilités de recherches pour l'ingénieur et l'architecte. Et cependant, je me suis strictement limité à l'incendie en tant qu'accident de la vie civile, ainsi qu'aux moyens propres à l'éviter ou tout au moins à restreindre les dégâts. Je n'ai rien dit de l'incendie considéré comme acte de guerre, et je n'en dirai rien, car suivant que l'on se trouve d'un côté ou l'autre de la barricade, on cherche ou bien à provoquer l'incendie — les moyens sont alors très perfectionnés — ou à l'éteindre, ce qui est beaucoup plus difficile. La dernière conflagration mondiale nous a d'ailleurs révélé de si navrants épisodes que je ne crois pas utile d'insister.

Quoi qu'il en soit, ces considérations n'inclinent peut-être pas à l'optimisme béat, mais est-ce une raison suffisante pour ne pas conclure ? Certes non, car je suis convaincu que plus les problèmes de la lutte contre l'incendie banal, de l'incendie dont les journaux nous apportent chaque jour la décevante chronique, plus ces problèmes, dis-je, recevront des solutions rationnelles, mieux nous serons préparés pour affronter et résoudre les problèmes posés par l'incendie de guerre.

Mais peut-on parler d'incendie de guerre sans évoquer cette autre engeance — la bombe atomique — dont les menaces d'emploi ne cessent d'inquiéter l'humanité ? Pour ce qui me concerne tout au moins, je répondrai que l'incendie est un problème d'ordre strictement technique, tandis que la bombe atomique, elle, est surtout un problème de haute politique internationale. Si, pour le premier, on peut espérer le résoudre un jour à satisfaction — c'est une question de temps — on se bornera pour le second à garder la ferme espoir que les puissants de ce monde parviendront enfin à se mettre d'accord sur les modalités de contrôle de l'énergie nucléaire, et ce, avant qu'il ne soit trop tard.

Salle de spectacles et halle de gymnastique et d'athlétisme, à Couvet

CONCOURS D'ARCHITECTURE

Extrait du programme

Au printemps 1948, la commune de Couvet ouvrait un concours pour la construction d'une salle de spectacles et halles de gymnastique et d'athlétisme.

Le concours était réservé : aux architectes suisses régulièrement domiciliés dans le canton de Neuchâtel avant le 1^{er} mai 1947, aux architectes d'origine neuchâteloise, domiciliés en Suisse.

Le but de la commune de Couvet était d'obtenir les plans d'une composition d'ensemble comportant les divers locaux énumérés ci-dessus et les concurrents devaient tenir compte du fait que la construction se ferait en deux étapes dont la première serait limitée aux halles de gymnastique et d'athlétisme.

Il était recommandé aux concurrents de traiter les constructions avec sobriété et économie.

La *salle de spectacles* devait être de 600 places. Il y avait lieu de prévoir la possibilité, à l'aide d'une cloison mobile, de la réduire à 400 places. Les *halles de gymnastique et d'athlétisme* devaient, l'une et l'autre, avoir une surface de 22 x 12 m.

Le programme spécifiait en outre en détail les divers locaux annexes à prévoir et précisait que les deux halles devaient être superposées, la halle de gymnastique étant placée à l'étage supérieur.

Il était demandé une communication facile et à l'abri des intempéries entre la salle de spectacles et l'une ou l'autre des halles.

Extrait du rapport du jury

Le jury était composé de MM. Ch. Thévenaz, architecte, à Lausanne, président ; F. Bourquin, C. Jacquemet,

F. Wavre, A. Pilet (suppléants : MM. G. Delayer et P. Lavenex).

Il s'est réuni à Couvet, les 5 et 6 août 1948. Quatorze projets avaient été déposés dans le délai réglementaire.

Cinq projets ne présentant pas un intérêt suffisant sont éliminés au premier tour ; quatre le sont au second tour, après rédaction de leur critique. Les cinq projets restants font l'objet d'une critique détaillée, après quoi le jury procède à leur classement comme suit : 1^{er} rang, projet « Les plaisirs et les jeux » ; 2^e rang, projet « Molière » ; 3^e rang, projet « Liaison » ; 4^e rang, projet « Vita » ; 5^e rang, projet « Art et sport ».

Le jury décide ensuite de décerner aux auteurs des projets classés en premier, deuxième, troisième et quatrième rangs respectivement les prix de 3000 fr., 2100 fr., 1800 fr. et 1600 fr.

Il déclare que les qualités du projet classé en premier rang justifie l'attribution du mandat d'exécution à son auteur.

* * *

L'ouverture des enveloppes révèle les noms des lauréats. Leur liste s'établit comme suit :

- 1^{er} prix, projet « Les plaisirs et les jeux », MM. Perrelet et Stalé, architectes, à Lausanne.
- 2^e prix, projet « Molière », M. A. Lozeron, architecte, à Genève.
- 3^e prix, projet « Liaison », MM. Chappuis et Pizzera, architectes, à Neuchâtel.
- 4^e prix, projet « Vita », M. Ls Vaucher, architecte, à Fribourg.