

ce rayon calorifique agit sur elle à la façon d'une série d'ondes sonores. Si même on essayait d'expliquer le bruit entendu par les dilatations et les contractions successives de la lame métallique sous l'action d'échauffements et de refroidissements alternatifs dus aux intermittences de la radiation, il n'en faudrait pas moins conclure à une sorte de poussée pulsatile de l'onde thermique, se traduisant, en fin de compte, par un effort matériel rythmé.

Tout cela est une flagrante confirmation de la fameuse théorie de M. Turpin, d'après laquelle la chaleur (comme au surplus, la lumière, l'électricité, le magnétisme, etc.) ne serait, en dernière analyse, que de la matière qui tombe... avec plus ou moins de vitesse et de force !

Les substances protectrices ininflammables

On sait depuis longtemps qu'on peut rendre le bois incombustible en l'imprégnant, d'alun, de chlorure de sodium, de sulfate de fer, de potasse, du lait de chaux, d'argile, de verre soluble, de sels de phosphore ou de soufre ; que le même résultat est obtenu pour les tissus et décors de théâtre en les trempant dans une solution au 1/10 de sulfate d'ammoniaque ou une solution au 1/6 de tungstate de soude (employé en Angleterre sous le nom de *Lady's life preserver*), ou enfin dans une solution de phosphate de soude. Pour les tissus qui doivent être soumis au repassage et pour lesquels on ne peut pas dès lors employer les sels d'ammoniaque, on recommande le sulfate de zinc, le sulfate de magnésie, le phosphate de chaux, la silice, l'acide borique, etc. Enfin, on a imaginé un grand nombre de produits dits *extincteurs* qui, ajoutés à l'eau, doivent permettre plus facilement les incendies, notamment : le chlorure de sodium, la potasse, l'alun, le sulfate de fer, etc.

Mais, jusqu'à présent, il ne semble pas qu'il ait été fait une étude systématique de ces divers produits dans le but de déterminer exactement quels sont ceux qui donnent les meilleurs résultats et dans quelles proportions ils doivent être employés pour rendre la cellulose ininflammable. C'est ce travail que nous nous sommes proposés de résumer ici.

Voici comment l'auteur a opéré.

Il a découpé en bande de 18 pouces de longueur sur 2 de largeur des feuilles de gros papier à filtrer. Les bandes furent trempées dans les solutions des substances à essayer. On avait eu soin, d'ailleurs, de préparer pour chacune des substances plusieurs solutions plus ou moins concentrées afin de déterminer le degré de concentration le plus favorable. Les proportions employées étaient communément 0, 5, 1, 2, 5, 10, 15 et 20 pour cent et dans les résultats on faisait abstraction de l'eau, en n'indiquant que les quantités employées des divers substances, ce qui rendait les résultats plus comparables entre eux.

Les bandes de papier, après avoir été trempées dans les solutions, étaient mises à sécher à la température ordinaire d'une chambre et en les suspendant toutes de la même façon. On détachait ensuite la partie inférieure où s'était naturellement amassée une plus grande proportion de sel, on pliait la bande en deux dans le sens longitudinal et on y mettait le feu en la tenant bien horizontalement, le pli en dessous. On observait si la bande brûlait entièrement ou en partie, avec flamme ou en combustion lente.

De cette façon il devenait possible de classer les substances essayées en trois catégories : celles qui retardent la combustion, celles qui l'activent et celles dont la présence n'a aucune influence. On pouvait également pour les premières déterminer la solution de densité minima permettant d'obtenir l'ininflammabilité.

Le tableau ci-contre montre approximativement les résultats obtenus.

Ces expériences ont montré, en outre, que certaines substances, quoique employées en solutions de même degré, sont absorbées par le papier en proportions différentes. Il semble que la quantité fixée par le papier est d'autant plus grande que la substance est plus difficilement soluble ou qu'elle cristallise plus facilement sa solution. Au contraire, les substances très solubles sont fixées à peu près dans les mêmes proportions.

En outre, l'auteur a trouvé au cours des ces essais que certains produits, en dehors de ce qui abandonnent facilement de l'oxygène, facilitent la combustion au lieu de la retarder. Ainsi, le papier imprégné de sulfate de soude brûle avec une grande flamme : si l'on souffle celle-ci, l'ignition continue rapidement jusqu'au bout de la bande de papier. Il faut en conclure que le sulfate de soude facilite la combustion, même quand il n'y a pas de flamme, car si la bande de papier n'avait pas été imprégnée de ce sel, l'ignition n'aurait pas continué jusqu'au bout.

Les substances, autres que le sulfate de soude, qui produisent les mêmes effets, sont : le sulfite et le bisulfite de soude, le silicate de soude, le carbonate de soude, le stannate de soude, le tungstate de soude, le chlorure de sodium, le sulfate et le phosphate de potasse, le chlorure de potassium, le carbonate de zinc, le carbonate de chaux, le carbonate de magnésie, le sulfate de chaux, le sulfate de fer, l'hydrate de magnésio.

SUBSTANCES	TENEUR 0/10 minima de la solution assurant pour 100 l'inflammation de la cellulose	POIDS de sel pour 100 de cellulose
	1/10	1/10
Chlorure d'ammonium.....	1,5	4,2
Phosphate d'ammoniaque.....	1,5	4,5
Sulfate d'ammoniaque.....	1,5	4,5
Chlorure de zinc.....	1,5	4,0
Chlorure de calcium.....	1,5	4,5
Chlorure de magnésium.....	1,5	4,5
Alumine.....	1,5	3,8
Alun.....	2,0	—
Sulfate de zinc.....	1,0	4,5
Chlorure d'étain.....	2,5	—
Borax.....	1,5	8,5
Acide borique.....	2,5	15,6
Potasse.....	7,5	—
Sulfate de magnésie.....	7,5	15,0
Chlorure de sodium.....	15,0	35,0
Silicate de potasse.....	17,5	50,0
Silice.....	12,5	30,0
Chlorure de potassium.....	20,0	45,0
Phosphate de soude.....	7,5	30,0
Phosphate de potasse.....	20,0	—
Borate d'alumine.....	12,5	21,0
Phosphate d'alumine.....	10,0	30,0
Phosphate de chaux.....	12,5	30,0
Phosphate de magnésium.....	12,5	30,0
Borate de zinc.....	7,5	20,0
Phosphate de zinc.....	plus de 45	—
Acide tungstique.....	plus de 10	plus de 15
Tungstate de soude.....	plus de 10	plus de 15
Tungstate d'ammoniaque.....	7,5	plus de 10
Argile (séchée à l'air).....	—	75,0
Acétate de soude.....	7,5	—
Acétate de potasse.....	5,0	—

Parmi les substances rendant la cellulose ininflammable, il en est quelques-unes qui ne sont pas utilisables en pratique. Tels sont, notamment : le borax, à cause de la réaction alcaline, sa faible solubilité et son prix élevé ; l'acide borique, en raison de son prix ; l'alun, à cause de sa réaction acide ; le chlorure d'étain, en raison de son instabilité et de ses relations acides.

Les chlorures de chaux, de magnésio et de zinc, sont des protecteurs excellents, mais ils ont l'inconvénient d'être très hygroscopiques. La chlorure de zinc est, en outre, un poison violent, comme, d'ailleurs, le sulfate de zinc.

Il reste donc, comme produits éminemment utilisables, les trois sels d'ammoniaque et l'hydrate d'alumine. Ce dernier peut être employé pour les objets exposés à la pluie ou à l'humidité ; dans tous les autres cas, les sels ammoniacaux doivent lui être préférés. Ils ont l'avantage que s'ils sont employés en quantité suffisante, ils paralysent également le feu qui aurait pu se déclarer à l'intérieur d'une pièce de bois. par exemple. Celui qui paraît devoir convenir le mieux, en raison de son prix peu élevé, est le sulfate d'ammoniaque. Il semble, cependant, d'après les essais faits par l'auteur sur des bandes de papier huilé, que pour les objets recouverts de peinture à l'huile, il faut lui préférer le sel ammoniac ou le chlorhydrate d'ammoniaque.

Voyons maintenant comment il est possible d'expliquer la propriété dont jouissent ces diverses substances.

En ce qui concerne les sels ammoniacaux, le fait ne peut être attribué qu'à la volatilisation de ces sels et même leur décomposition partielle sous l'action de la chaleur. Il se forme une atmosphère de gaz incombustible qui empêche la propagation de la flamme.

Les chlorures de calcium, de magnésium, de zinc et d'étain, le sulfate de zinc et l'alun agissent de la même façon.

Tout autre est l'action de l'alumine. On sait que les alcalis précipitent l'alumine de ses sels sous forme d'une masse volumineuse qui, abandonnée à la dessiccation, se résout, non en une poudre fine, mais au contraire en grains souvent très gros. Ce phénomène s'observe également lorsqu'on met à sécher une bande de papier préalablement trempée dans une solution d'alumine. Si la teneur de la solution est d'au moins 6 0/0, les grains qui se produisent à la dessiccation sont parfaitement visibles à l'œil nu. On comprend, dès lors, que ces corpuscules aussi inégalement répartis sur la surface du bois ne peuvent pas empêcher la combustion de ce dernier.

Si au contraire on précipite l'alumine de l'aluminate de soude en y faisant passer un courant d'acide carbonique, on obtient une poudre fine et compacte dont le degré de présence est d'autant plus élevé que l'action de l'acide a été plus lente. C'est précisément le phénomène qui se produit lorsqu'une pièce de bois trempée dans une solution d'aluminate de soude est abandonnée à l'air libre. L'acide carbonique de l'atmosphère décompose peu à peu le sel de soude et l'alumine se loge dans les pores du bois. Lorsque ce dernier prend feu, cette poudre agit comme matière mauvaise conductrice de la chaleur, retarde et empêche la propagation de la flamme. L'action de l'alumine est donc purement mécanique.

C'est également à une action mécanique bien plus qu'à un phénomène chimique qu'il faut attribuer la propriété qu'ont les substances énumérées plus haut de faciliter la combustion lente. Ces substances se déposent sur le papier ou le bois, sous la forme d'une croûte cristalline qui maintient le combustible à la température d'ignition en empêchant le refroidissement par rayonnement. C'est ce qui explique que la bande de papier trempée dans le sulfate de soude se consume entièrement alors que si elle n'avait reçu aucun dépôt salin, elle s'éteindrait presque instantanément.

Il n'est d'ailleurs pas téméraire d'admettre que certains de ces produits contenant de l'acide carbonique, de l'acide sulfureux ou de l'acide sulfurique agissent à la fois d'une façon chimique en abandonnant des gaz qui empêchent la