

## Sa SAPAR



De : "SVP" <svp@svp.fr>  
À : <sa.sapar@wanadoo.fr>  
Envoyé : vendredi 21 septembre 2007 14:02  
Joindre : polyesters\_et\_polyurethannes.pdf; reaction\_au\_feu\_des\_materiaux\_plastiques.pdf  
Objet : Numéro de dossier : 0190A - Polyesters et polyuréthannes.

numéro de carte : K0958..  
numéro de dossier : 0190A

Monsieur,

Comme convenu, nous vous prions de trouver ci-joint les informations demandées et vous en souhaitons bonne réception.

N'hésitez pas à nous contacter pour toute information complémentaire.  
Merci de votre confiance.

Meilleures salutations.

svp.com Jean Jacques LABINSKY  
Consultant en Chimie, Environnement  
svp@svp.fr

Cliquez ici

Ce message et le ou les fichiers attaché(s) sont strictement confidentiels et adressés exclusivement au(x) destinataire(s) mentionné(s) dans l'adresse électronique. Si vous avez reçu ce message par erreur, nous vous remercions d'en aviser immédiatement l'expéditeur par télécopie au + 33 1 47 87 71 71 ou par tout autre moyens et de procéder à sa destruction. Nous attirons votre attention sur le fait qu'il est donc strictement interdit de le copier, transférer, ou entamer une quelconque action sur la base des informations confidentielles en votre possession.

# LA RÉACTION AU FEU DES MATÉRIAUX : ÉVOLUTION DES MÉTHODOLOGIES D'ESSAI

par

Dr. P. VANDEVELDE  
Université d'État de Gand

## PRÉSENTATION DU PROBLÈME

En Belgique, au début des années 60, la nécessité se fit sentir de normaliser une méthodologie d'essai, permettant de juger les matériaux quant à leur réaction au feu.

Afin d'obtenir l'information nécessaire et la justification d'un choix parmi les méthodes existantes, le Professeur HERPOL décida de collaborer dans un programme d'essais interlaboratoires, organisé au sein du Comité technique ISO/TC 92-GT 4.

Six laboratoires européens ont essayé une vingtaine de matériaux suivant six méthodes différentes.

Les résultats obtenus étaient fort décevants en ce sens qu'il y avait un manque complet de corrélation entre les résultats obtenus suivant différentes méthodes d'essais (1), (2), et la dispersion des résultats faisait plutôt penser à une distribution statistique qu'à une corrélation (Tableau 1 et Figure 1).

Le groupe de travail a analysé les résultats et il a conclu que le manque de corrélation était dû au fait que les six méthodes d'essais utilisées évaluaient, en fait, des aspects de la réaction au feu essentiellement différents.

En analysant aussi bien la fonction des méthodologies utilisées que les phénomènes qui déterminent le développement d'un début d'incendie, le GT 4 décida d'évaluer le comportement au feu des matériaux à partir de quatre paramètres estimés différents et quasi indépendants les uns des autres.

Ces paramètres sont :

- la facilité d'allumage («ignitability»),
- la propagation ou la vitesse de propagation de la flamme à la surface,
- le débit calorifique («rate of heat release»),
- les caractéristiques des fumées produites.

On voit déjà que ces caractéristiques ne sont pas des propriétés de matériaux, mais qu'elles sont même fonction des circonstances dans lesquelles elles ont été déterminées.

De plus, l'expérience a démontrée que les méthodes existantes, conçues pour tester les matériaux classiques, à une époque où l'application des matières plastiques dans la construction faisait encore exception, ne permettent pas de tester «dans les conditions de l'essai» toute la gamme des matières thermoplastiques.

On est donc amené à repartir de zéro.

Contrairement à la commission ISO qui décida de développer une méthode d'essai par caractéristique, le professeur HERPOL opta pour une méthode globale, évaluant en même temps toutes les caractéristiques mentionnées.

Ce choix était motivé par les essais existants et qui arrivent fréquemment à classer, un même matériau «non-inflammable» et «ayant une vitesse de propagation rapide». Cela est dû au fait que chaque caractéristique est déterminée dans des conditions d'essai différentes ; or il est un phénomène bien connu qu'un changement des conditions d'essai, comme l'intensité de l'attaque thermique par exemple, peut influencer sensiblement le comportement et la classification d'une série de matériaux. Nous estimions que cet argument majeur efface tous les inconvénients présumés d'une méthode globale.

La collaboration de «Fechimie», la Fédération des Industries Chimiques Belges et l'Institut de Recherches Scientifiques dans l'Industrie et l'Agriculture (IRSIA), conjointement avec un Groupement Intersectoriel belge, a permis de mettre au point l'appareillage et d'essayer plus de cent matériaux différents, afin d'acquérir une expérience suffisante pour estimer la validité de la méthode.

- On calcule deux indices d'inflammabilité :

$$\left[ \frac{1200 - \tau_1}{1200} \right]^3$$

$$\left[ \frac{1200 - \tau_2}{1200} \right]^3$$

La définition est telle que pour une inflammation, tout au début de l'essai,  $\tau \rightarrow 0$  et le paramètre  $I$  approche de 100, tandis que pour une inflammation vers la fin de l'essai,  $I$  tend vers 0. La puissance trois a été choisie afin de rendre le critère plus sélectif pour les valeurs faibles de  $\tau_1$  et  $\tau_2$ .

- L'indice calorimétrique est calculé par la formule :

$$C = 100 \frac{\int_{\tau_2}^{\tau_3} \Delta t \, d\tau}{150 \cdot (\tau_3 - \tau_2)}$$

Le numérateur est égal à la surface comprise entre la courbe  $\Delta t$  et la ligne de référence R pendant la période où il y a des flammes.

Le dénominateur représente une surface de référence, correspondant avec une augmentation de  $150^\circ\text{C}$ , pendant la même période.

- L'indice de propagation de la flamme P est calculé par la formule

$$P = 100 \cdot \frac{\int_{\tau_2}^{1200} p \, d\tau}{300 (1200 - \tau_2)}$$

Le numérateur représente la surface en-dessous de la courbe,  $p$  en fonction de  $\tau$ .

Le dénominateur représente la surface que l'on obtiendrait si à l'instant  $\tau_2$  de l'inflammation il y a une propagation immédiate sur toute la surface.

- L'indice d'opacité  $O_f$  est donné par :

$$O_f = 100 \frac{\int_{\tau_2}^{\tau_3} O \, d\tau}{100 (\tau_3 - \tau_2)}$$

La formule exprime de nouveau le rapport entre deux surfaces : une surface en-dessous de la courbe enregistrée et une surface de référence.

Les temps d'intégration et les surfaces de référence, limitées par les temps  $\tau_2$  et  $\tau_3$  ont été choisis ainsi, afin d'éliminer l'influence du temps d'inflammation et donc, de l'aspect « inflammabilité » sur les autres indices.

Si le matériau émet des fumées, même avant qu'il ne se soit enflammé, pendant la pyrolyse, on calcule un indice d'opacité.

$$O_s = 100 \cdot \frac{\int_{\tau_{2,3}} O_s \, d\tau}{100 \cdot \tau_{2,3}}$$

Pour l'indice d'opacité, on utilise la valeur la plus élevée de  $O_s$  et  $O_f$ .

Afin de donner une évaluation globale de la réaction au feu on a défini un « Indice de réaction au feu » :

$$I_{rf} = \frac{k_1 I_1 + k_2 I_2 + k_3 C + k_4 P + k_5 O}{\sum k_i}$$

L'indice de réaction au feu est donc une moyenne arithmétique pondérée dont la pondération peut être choisie en tenant compte de l'application spécifique éventuelle du matériau. Provisoirement, pour les matériaux essayés on a mis toutes les  $k_i$  égaux à l'unité.

Le tableau II donne une idée des résultats obtenus pour quelques matériaux classiques et pour quelques matières plastiques courantes.

MATÉRIAUX	Masse Vol. (kg/m <sup>3</sup> )	Ep. (mm)	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	C	P	O	I <sub>rf</sub>
P.M.M.A.		5	86	62	174	87	46	91
Mousse Polyuréthane	35	30	98	97	37	96	71	80
Polystyrène	1 025	3	91	58	84	64	80	77
Polyéthylène	870	3	80	50	70	55	93	70
Hardboard	900	3	81	62	70	71	4	58
PVC souple	—	3	61	72	25	29	66	51
Mousse P.I.R.	35	30	95	95	4	8	17	44
Chêne	670	18	84	50	22	31	0	37
Polyester arm. chargé-ign.		6	50	20	22	34	46	34
Bakélite	1 375	4	6	0	0	0	0	1
Mousse phénolique	40	30	0	0	6	0	0	1
P.V.C. rigide		3	0	0	1	0	2	0,5
Laine verre bakellisée	40	40	0	0	1	0	0	0

Tableau II.

## ÉTUDE DES RÉSULTATS

Une étude statistique sur les résultats obtenus pour une centaine de matériaux différents nous montre les caractéristiques de la méthode d'essai.

- 1) En ce qui concerne I<sub>1</sub>, exception faite pour les matériaux qui ne s'enflamment pas, 60 % des résultats sont situés dans l'intervalle 85 < I<sub>1</sub> < 100.
- 2) I<sub>2</sub> donne un histogramme plus rectangulaire pour les valeurs 50 < I<sub>2</sub> < 100.
- 3) Exception faite pour les matériaux qui ne s'enflamment pas, les indices P, C et O<sub>f</sub> donnent des histogrammes avec une répartition assez uniforme.
- 4) L'indice O<sub>s</sub> est dans 80 % des cas égal à zéro, tandis que la valeur maximale ne dépasse jamais 15.
- 5) Les valeurs de I<sub>rf</sub> rencontrées ne dépassent jamais 90. Dans l'intervalle 5 < I<sub>rf</sub> < 70 on obtient une distribution quasi rectangulaire. Cela démontre la sélectivité de la méthode.

**Sa SAPAR**

De : <scalone@moreau-experts.com>  
 À : ""Sa SAPAR"" <sa.sapar@wanadoo.fr>  
 Envoyé : mercredi 14 novembre 2007 15:24  
 Objet : RE: panneaux plasteurop



N/réf. : SC/NM/3540.07  
 Dossier : SAPAR

Monsieur,

L'étude de 1976 à laquelle vous faites référence révèle que la mousse de polyuréthane a :

- un indice d'inflammation 2 fois plus élevé que le polyester chargé ignifugé
- et un indice de propagation 3 fois plus élevé que le polyester chargé ignifugé.

Cette étude est toutefois à manier avec précaution puisque :

- d'une part, ces résultats sont valables pour des épaisseurs données (30 mm pour la mousse de polyuréthane – 6 mm pour le polyester)
- et d'autre part, c'est sans prendre en considération les caractéristiques particulières des matériaux (traitement ou non ignifuge notamment).

Il convient donc de revenir aux données d'entrée, à savoir, que les panneaux polyester étaient M4 et la mousse Polyuréthane était M3 (ce qui est consigné dans le rapport d'expertise de M. VAREILLE).

Quoi qu'il en soit, et indépendamment du classement au feu des différents composants du panneau sandwich, il est certain que les différents désordres aux panneaux, de par leurs natures (bullages des parements, défauts d'étanchéité multiples en résultant ont contribué à accélérer l'incendie.

- D'une part, la décohésion du complexe des panneaux sandwichs (parement/âme isolante/parement) a facilité l'inflammation du matériau, par l'apport d'air entre les différentes couches du « sandwich ».
- D'autre part, la mousse polyuréthane, directement exposée à l'air (au niveau des points singuliers : défauts d'étanchéité bullages...) et non plus protégée par le parement, a pu s'inflammer (non plus dans un second temps) mais en même temps que le parement. L'expert VAREILLE décrit ce phénomène en page 13 de son rapport : « dans ces zones où la polyuréthane n'était plus protégé, l'inflammation était encore plus facile ».

Telles sont nos observations sur ce sujet.

En espérant avoir répondu à vos attentes et restant à votre disposition pour tout renseignement complémentaire,

Sincères salutations

Stéphanie CALONE

**MOREAU EXPERTS SA**  
 1 Le Charmoy - BP 16  
 89330 SAINT JULIEN DU SAULT  
 Tél. : 03.86.63.32.63 - Fax : 03.86.63.32.64  
 www.moreau-experts.com